



Bokplantornas antal och höjd i förhållande till fröträden

*The number and height of beech seedlings
in relation to seed trees*

**ADRIAN NILSSON
JAKOB OLSSON**



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2026:05

SLU-Skogsmästarskolan

Herrgårdsvägen 8

739 31 SKINNSKATTEBERG

www.slu.se/skogsmastarskolan

Bokplantornas antal och höjd i förhållande till fröträden

The number and height of beech seedlings in relation to seed trees

Adrian Nilsson

Jakob Olsson

Handledare: Tommy Abrahamsson, 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: 2026

Omslagsbild: Bild på en kvadratruta 15 meter ifrån i ett bokträd i ett bokbestånd på Häckeberga.

Foto: Jakob Olsson

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

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2026:05

Nyckelord: Bokföryngring, avstånd och väderstreck



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Europeisk bok, (*Fagus sylvatica*), är ett av de viktigaste lövträdslagen i Europas tempererade skogar och har stor ekologisk samt ekonomisk betydelse. Boken är skuggtålig och bildar naturligt täta bestånd där naturlig föryngring spelar en central roll för skogens fortsatta utveckling. Trots tidigare forskning om bokskogars ekologi finns begränsad kunskap om hur avstånd och väderstreck i förhållande till fröträd påverkar etableringen av bokplantor. En studie har genomförts i syfte att undersöka hur avståndet och riktningen från fröträd påverkar både antalet och höjden hos naturligt föryngrade bokplantor.

Studien genomfördes i två bokbestånd i södra Skåne, på Häckeberga säteri och Skabersjö gods. Totalt undersöktes föryngringen under tjugo fröträd där provytor placerades i fyra väderstreck på avstånden 5, 10 och 15 meter från respektive fröträd. Inom varje provyta räknades det totala antalet bokplantor och de 10 högsta plantornas höjd mättes. Det insamlade materialet analyserades statistiskt med hjälp av medelvärden, standardavvikelse och hypotesprövning i Microsoft Excel.

Resultatet visade att antalet bokplantor var signifikant högre på 5 meters avstånd jämfört med på 10 meter i båda bestånden. På Häckeberga uppmättes i genomsnitt 69 plantor per provyta på 5 meter jämfört med 48 plantor per provyta på 10 meter. På Skabersjö var resultatet 45 plantor per provyta på 5 meter respektive 17 plantor per provyta på 10 meter. För plantornas höjd kunde ingen signifikant skillnad påvisas mellan 5 och 10 meter på Häckeberga, medan plantorna på Skabersjö var signifikant högre på 5 meter ($p < 5,376$). Studien visade däremot inga tydliga samband mellan väderstreck och plantornas antal eller höjd.

Slutsatsen är att avståndet till fröträdet har betydelse för föryngringens täthet men att andra faktorer, såsom markförhållanden, ljusinsläpp och skogsskötsel, sannolikt har större påverkan på plantornas tillväxt och etablering.

Nyckelord: Bokföryngring, avstånd, väderstreck.

Abstract

European beech, (*Fagus sylvatica*), is one of the most important broadleaved tree species in temperate European forests and has great ecological and economic importance. The species is highly shade tolerant and often forms dense stands where natural regeneration plays a central role in the continued development of the forest. Despite extensive research on beech forest ecology, there is still limited knowledge regarding how distance and cardinal direction in relation to seed trees affect the establishment of beech seedlings. A study has been conducted with the aim of investigate how distance and direction from seed trees influence both the number and height of naturally regenerated beech seedlings.

The study was conducted in two beech stands in southern Scania, at Håckeberga Estate and Skabersjö Estate. A total of twenty seed trees were examined, where sample plots were established in four cardinal directions at distances of five, ten, and fifteen meters from each tree. Within each sample plot, all beech seedlings were counted, and the heights of the ten tallest seedlings were measured. The collected data were statistically analyzed using average values, standard deviation, confidence intervals, and hypothesis testing in Microsoft Excel.

The results showed that the number of beech seedlings was significantly higher at a distance of five meters compared with ten meters in both stands. At Håckeberga, an average of 69 seedlings per square meter was recorded at five meters compared with 48 seedlings at ten meters. At Skabersjö, the corresponding numbers were 45 and 17 seedlings respectively. Regarding seedling height, no significant difference was found between five and ten meters at Håckeberga, whereas seedlings at Skabersjö were significantly taller at five meters ($p < 0.001$). However, the study found no clear relationship between cardinal direction and seedling number or height.

The conclusion is that the distance from the seed tree influences regeneration density, while other factors such as soil conditions, light availability, and forest management are likely to have a greater impact on seedling growth and establishment.

Keywords: Beech-regeneration, distance, cardinal-direction

Förord

Anledningen till detta examensarbete är att vi ville skriva något om trädslaget bok då vi tycker det är ett intressant trädslag. Idén om att skriva om bok kom från oss själva men vad studien skulle innefatta fick vi mycket tack vare Martin Goude på Tönnersjöhedens försökspark. Vi kontaktade honom och fick fram idén om att analysera hur fröträdet kan påverka föryngringen.

Bestånden för denna studie är belägna på gårdarna Häckeberga och Skabersjö. Vi vill rikta ett stort tack till gårdarna och skogvaktarna Bo Nilsson på Häckeberga Säteri och Håkan Andolsén på Skabersjö Gods för möjligheten till att mäta i bestånden.

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 BOK (<i>FAGUS SYLVATICA</i>)	1
1.2 BOKENS OLLON	2
1.3 FÖRYNGRING	2
1.4 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	3
2. MATERIAL OCH METOD	4
2.1 KVANTITATIV STUDIE	4
2.2 BESTÅND FÖR STUDIEN	4
2.3 UTRUSTNING OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT	5
2.4 MÄTNINGEN	6
2.5 ANALYS OCH BEARBETNING AV FÄLTMATERIALET	7
2.6 AVGRÄNSNINGAR	7
3. RESULTAT	8
3.1 BOKPLANTORNAS MEDELHÖJD	8
3.1.1 MÄTNING AV BOKPLANTOR	8
3.1.2 ANTALET MÄTTA BOKPLANTOR PER BESTÅND	8
3.1.3 BOKPLANTORNAS HÖJD I FÖRHÅLLANDE TILL AVSTÅND FRÅN FRÖTRÄDEN	8
3.1.4 HYPOTESPRÖVNING AV MEDELHÖJDerna	9
3.2 ANTALET BOKPLANTOR	9
3.2.1 BOKPLANTORS MEDELANTAL	9
3.2.2 ANTAL BOKPLANTOR I FÖRHÅLLANDE TILL AVSTÅNDET FRÅN FRÖTRÄDEN	10
3.2.3 HYPOTESPRÖVNING AV MEDELANTALET BOKPLANTOR	11
3.3 AVSTÅND OCH VÄDERSTRECK	11
3.3.1 BOKPLANTORNAS HÖJD I OLIKA VÄDERSTRECK PÅ 5 OCH 10 METER	11
3.3.2 BOKPLANTORNAS ANTAL I OLIKA VÄDERSTRECK PÅ 5 OCH 10 METER	12
4. DISKUSSION	14
4.1 MÄTNING AV HÖJDER OCH RÄKNING AV ANTAL	14
4.1.1 BOKPLANTORNAS ANTAL OCH HÖJD PÅ AVSTÅNDEN 5 OCH 10 METER	14
4.1.2 BOKPLANTORNAS HÖJD OCH ANTAL I OLIKA VÄDERSTRECK	15
4.2 PÅVERKANDE FAKTORER FÖR BOKPLANTORNA	15
4.2.1 ANTAL, HÖJD, AVSTÅND OCH VÄDERSTRECK	15
4.2.2 FEL I MÄTNINGEN	16
4.3 STYRKOR OCH SVAGHETER	16
4.4 VIDARE FORSKNING	18
4.5 SLUTSATSER	18
REFERENSER	19

BILAGOR	21
BILAGA 1 HÄCKEBERGA, ANTAL PLANTOR	21
UPPSTÄLLNING VID HYPOTESPRÖVNING FÖR TVÅ SAMPEL	21
BILAGA 2 SKABERSJÖ, ANTAL PLANTOR	22
UPPSTÄLLNING VID HYPOTESPRÖVNING FÖR TVÅ SAMPEL	22
BILAGA 3 HÄCKEBERGA, MEDELHÖJD	23
UPPSTÄLLNING VID HYPOTESPRÖVNING FÖR TVÅ SAMPEL	23
BILAGA 4 SKABERSJÖ, MEDELHÖJD	24
UPPSTÄLLNING VID HYPOTESPRÖVNING FÖR TVÅ SAMPEL	24

1. Inledning

1.1 Bok (*Fagus sylvatica*)

Europeisk bok (*Fagus sylvatica*) är ett av de dominerande lövträdslagen i stora delar av Centraleuropa och utgör ekologiskt, ekonomiskt och kulturhistoriskt betydelsefulla komponenter i tempererade skogsekosystem. Arten kännetecknas av hög skuggtålighet vilket möjliggör bildandet av täta och relativt homogena bestånd där bok ofta fungerar som klimaxträd, alltså det trädslaget som klarar sig bäst i både överlevnad, konkurrens och etablering inom ett visst område. Dess konkurrensförmåga och långa livslängd bidrar till stabila skogsstrukturer och lång kontinuitet i beståndsdynamiken. I stora delar av Europa representerar bokskogar därmed ett sent successionsstadium och spelar en central roll i naturliga skogsekosystem (Vološčuk et al. 2013).

Utbredningsområdet för bok sträcker sig över stora delar av Europa och breder där ut sig ner till breddgrad 40. I Norden är boken ett relativt vanligt trädslag i de södra delarna av Danmark, Sverige och Norge och dessa länder har etablerade bestånd av bokskogar. I Sverige förekommer bokskogar mest i Skåne, Halland och Blekinge där man kan få, ur skogsskötselsynpunkt, skogar med god produktion av virke. Bokens nordligaste utbredning är svår att fastställa exakt då enstaka träd förekommer på bördiga marker. Boken förekommer naturligt upp till den 60:e breddgraden, med undantag för enstaka träd som lyckats etablera sig längre norrut (Simak 1993).

Europeiska bokskogar representerar några av de mest intakta tempererade lövskogsekosystemen på kontinenten. Vološčuk, Pichler och Pichlerová (2013) beskriver hur urskogar av bok i Karpaterna och Tyskland har utvecklats under lång tid utan större mänsklig påverkan och därmed behållit sin naturliga struktur och dynamik. Dessa skogar kännetecknas av flerskiktade bestånd, hög förekomst av död ved och naturliga luckbildningsprocesser vilket skapar en stabil och komplex miljö som gynnar biologisk mångfald. Författarna menar att naturskogar av detta slag har ett betydande ekologiskt och kulturhistoriskt värde och betraktas som ett gemensamt naturarv i Europa.

Betydelsen av varierande bokskogar belyses ytterligare av Hofmeister et al. (2016), publicerad i *Biodiversity and Conservation*. Studien visar att stora och gamla bokträd fungerar som så kallade "livbåtar" för lavdiversitet i centraleuropeiska skogar. Äldre träd erbjuder en variation av mikrohabitat genom sin grova barkstruktur, sprickbildning, grenarkitektur och långvariga substratkontinuitet. Dessa egenskaper skapar stabila livsmiljöer för epifytiska lavar som lever på andra träd eller växter, utan att ta näring upp näring från värdorganismen. Resultaten understryker att bevarandet av grova trädindivider är avgörande för att upprätthålla biologisk mångfald även i produktionsskogar.

Utöver sin ekologiska roll är bok även av stor ekonomisk betydelse. Bokvirket är eftertraktat på grund av sin jämna struktur, relativt höga densitet, goda hållfasthet och bearbetningsförmåga. Det används i möbelframställning, golv tillverkning, fanér och andra produkter med höga krav på både mekaniska egenskaper, noggrann

kvalitetsklassning och effektiv hantering av råvaran. Små defekter eller felaktig sortering kan leda till betydande värdeförluster vilket innebär att precision i mätning och uppföljning är avgörande för lönsamheten (Marence et al. 2020).

1.2 Bokens ollon

Boken är en så kallad sambyggare då hon- och hanblommor finns på samma träd. För bokens del sitter blomsamlingarna i bladvecken på kvisten där honblommorna sitter närmare årskvisten och hanblommorna sitter något längre ner. Hanblomställningen hänger på ett ungefär 5 centimeter långt luddigt och svajigt skaft som svajar med vinden och på så sätt sprider pollen. Honblomställningarna ser lite annorlunda ut och sitter således ovan för hanblommorna. De sitter parvis i en rödnyansfärgad svepskål som på dess utsida har taggiga och smått vassa utväxter. Innanför denna kapsel bildas två bokollon som sedan faller till marken (Simak 1993).

Blomningen sker i samband med att de första löven kommer på våren och blomningstiden kan variera från syd- till nordsidan inom ett bestånd, men det kan variera mellan träden hur mycket och när de blommar. Blommorna utvecklas oftast i en ordning där honblommorna utvecklas först och sedan hanblommorna. På gammal svenska kallas detta "*metandri*". Tiden då blommorna är receptiva varar ungefär två veckor men kan variera lokalt. Störningskällor för blomningen är väderlek, kyligt väder och frost (Simak 1993). Blomningen sker vanligtvis inte varje år men ungefär två till tre gånger under en tioårsperiod vilket också enligt Simak återspeglas i bokens tillväxt året efter ollonsättning.

Ollonspridningen beror på hur många ollon trädet har satt och hur vädret är vid tidpunkten för fall. Vind kan få ollon som väger lite mindre att röra sig ett tiotal meter ifrån trädet. Djur, vatten och främst fåglar är andra faktorer som påverkar hur långt ollonet hamnar från trädet. En studie har gjorts i Västergötland 1976 på ollonspridning där man satte ut trattar för att fånga upp ollonen. Trattarna placerades på likadana avstånd i alla väderstreck och kunde på så sätt samla ollonen som föll ned på marken. Resultatet visade att 96 procent av ollonen föll direkt under kronan till marken medan de resterande 4 procent föll utanför trädets krona (Simak 1993).

1.3 Föryngring

Boken är beroende av näringsrika jordarter för etablering och föryngring, där kalkhaltiga brunjordar och lerjordar generellt anses vara särskilt gynnsamma. Jordarten får inte bli för fin då lera inte släpper genom vatten så som andra jordarter. Boken trivs inte i vattenmassor men den kräver jord med god vattenhushållning. Kuperad terräng är att föredra då variation i landskapet ger boken både skugga och sol (Almgren et al. 1986). Boken som trädslag tål skugga mer än andra ädellövträdslag och trivs i skuggan under hela dess omloppstid. Under dygnets timmar föredrar boken mestadels skugga, men behöver sol för att kunna utvecklas och växa (Shönning 2018). Nedbrytningen av förna är viktig då humuslagret inte får vara alltför tjockt. Låga temperaturer gynnar inte nedbrytningen, vilket i sin tur skapar tjocka lager av råhumus. Antingen drabbas

ollonen av torka, frost eller betning om de ligger exponerade i förnan på löven som inte brutits ned (Övergaard et al. 2009)

I skogsbruket idag bereder man marken för att ollonen skall kunna gro. Det finns olika metoder och skolor för hur detta skall gå till. Den vanligaste metoden för bok är en typ av trakthyggesbruk som kallas naturlig föryngring (Björklund 2020). En utglesning påbörjas i beståndet där utvalda träd avverkas motormanuellt med motorsåg. Alla träd kan inte huggas på en och samma gång, utan de träd som lämnas kvar bildar något som kallas skärm, skärmträdställning. Detta görs för att börja släppa ned ljus på marken. Ljushuggning är ett annat namn för samma förfarande vilket är en förutsättning för att föryngringen skall bli lönsam. Efter utglesningen och tillräckligt ljus når marken, behöver man markbereda och blottlägga lite mineraljord i det översta lagret. Efter att ollonen fallit till marken ska man mylla ned ollonen i det översta lagret av mineraljord med växtdelar och lite humus så att ollonen får bättre möjligheter till god genomträngning i jordmånen (Skogskunskap 2025).

När väl boken satt ollon, kan det resultera i hundratusentals och till och med flera miljoner ollon per hektar. Från ett bokbestånd som har studerats under flera år i Skåne av SLU har man kunnat följa ollonfallen från ollonår till ollonår. 1995 föll det i ett bestånd i medeltal 9,1 miljoner ollon per hektar och hösten 2006 föll det 8 miljoner ollon. Med så många ollon som faller till marken får man också en bra föryngring. Alla kommer inte att gro, men hundratusentals ollon kommer att börja växa och skapa förutsättningar för ny skog (Övergaard et al. 2007).

Med en god föryngring riskerar man också stora skador i den om man inte skyddar föryngringen. På marker med mycket höga viltstammar är riskerna överhängande för stora skador. En åtgärd som att hägna in beståndet är mycket effektivt för att skydda föryngringen (Skogskunskap 2007).

1.4 Syfte och frågeställningar

Trots omfattande kunskap om bokskogars ekologi finns fortfarande begränsad kunskap om hur föryngringens etablering påverkas av avståndet och riktningen till fröträd i naturliga bestånd. Syftet med denna studie är att analysera om avståndet och riktningen från fröträdet till bokplantan har någon avsevärd betydelse för bokplantornas höjd och deras antal. Studiens hypoteser var: i) att avståndet kommer påverka antalet plantor på så vis att om plantor växer närmare fröträdet blir de fler till antalet, och ii) att plantornas höjd kommer vara högre ju längre ut från fröträdet ollonen fallit, och iii) att i väderstreck syd växer det fler plantor och att de är högre.

De frågeställningar som testas till denna studie är följande:

- Hur påverkas plantans höjd av olika avstånd till fröträdet?
- Hur påverkas föryngringens antal av avståndet till fröträdet?
- Har plantans placering avseende väderstreck någon betydelse för både antal och höjd?

2. Material och metod

2.1 Kvantitativ studie

Totalt ingick 20 träd fördelade på två olika bestånd. Kvadratiska provytor 1×1 m lades ut med tre mätpunkter per riktning med centrum på 5, 10 och 15 meter från fröträdet. Totalt blev det alltså 12 provytor per träd. Inom varje provyta räknades antalet plantor och höjden mättes på de tio högsta plantorna. Utifrån data som insamlats har sedan medelvärde och standardavvikelse beräknats för alla höjder och plantantal i samtliga riktningar och för alla riktningar sammanlagt per träd. Med detta datamaterial och dess storlek blev denna studie uttryckt i statistiska termer följaktligen en kvantitativ studie (Persson 2017).

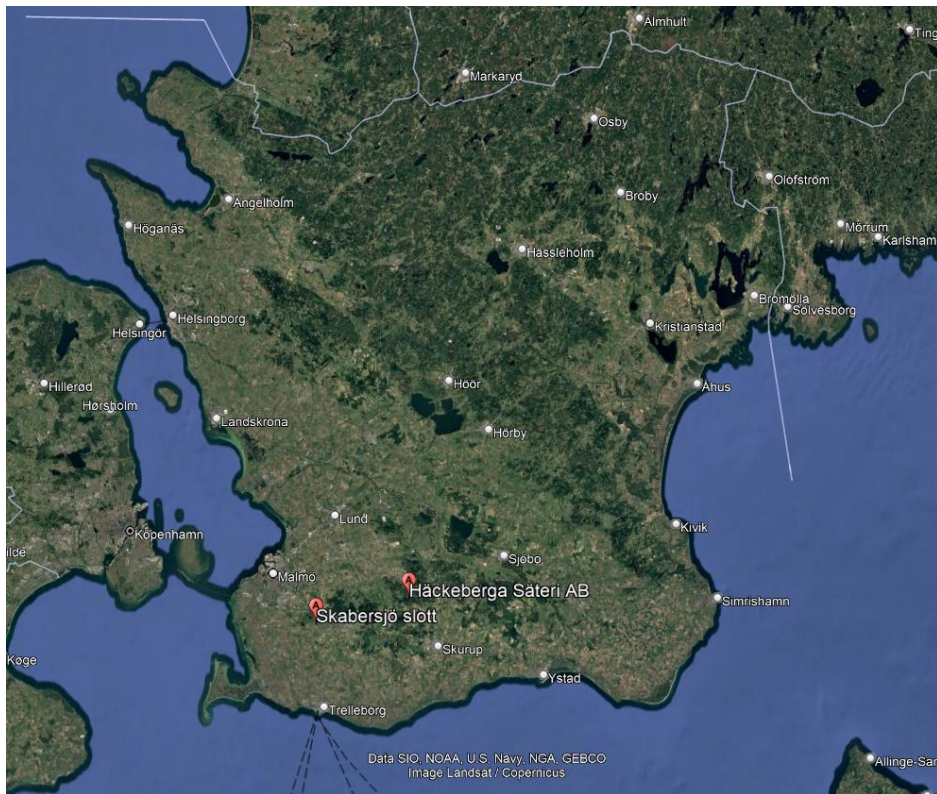
Det insamlade datamaterialet från fältblanketterna analyserades med hjälp av Microsoft Excel. Materialet till studien används till att kunna bekräfta fakta. Det som nyttjades i huvudsak var facklitteratur samt hemsidor såsom Google, Google Scholar och Primo. Beståndsdata hämtades ifrån skogsbruksplaner från respektive bestånd. Tiden för studiens genomförande var vecka 13, mars 2026.

2.2 Bestånd för studien

Häckeberga säteri och Skabersjö gods är båda belägna i södra Skåne och omfattar ca 4 000 hektar skogs- och åkermark vardera. Till studien valdes två bokbestånd, ett på vardera av gårdarna där kraven var att de skulle ha god föryngring med många plantor och god marktäckning.

Beståndet på Skabersjö omfattar 10,2 hektar och åldern på fröträden är cirka 130 år. Den senaste avverkningen som skedde var säsongen 2019 – 2020 och då markbereddes beståndet också med bandschaktare. Beståndet har ett ståndortsindex på bok 32 och en bonitet på $9,8 \text{ m}^3\text{sk}/\text{år}$. Den senaste genomförda åtgärden var en lövröjning av främst björk under 2024.

Beståndet på Häckeberga omfattar 8,5 hektar och åldern på fröträden är cirka 143 år. Föryngringen blev etablerad 2020 och det markbereddes med bandschaktare. Den senaste avverkningen gjordes 2024. Beståndet har ett ståndortsindex på bok 32.



Figur 2. Kartbild från Google Earth pro över Skåne och var gårdarna befinner sig.

2.3 Utrustning och tillvägagångssätt

Utrustning för denna studie som användes var följande:

- Tumstock
- Måttband upp till 15 meter
- Kvadratruta byggd av vattenrör, se Figur 3.
- Anteckningsmateriel

Träden i bestånden valdes avsiktligt ut subjektivt för att hitta de träd som representerade beståndet bäst. För varje träd identifierades väderstrecken i ordningen syd, öst, norr och väst. Mätningen genomfördes även i denna ordning. Med hjälp av måttbandet mättes 15 meter i riktning syd och utgjorde den första mätrutan. Därefter stegades 5 meter till nästa ruta med centrum på 10 meter och slutligen en provyta på 5 meter närmast trädet. Sedan gjordes exakt samma mätning i resterande väderstreck.

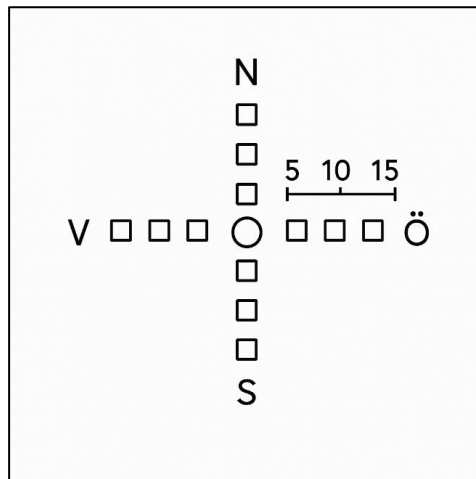


Figur 3. Kvadratrutan som användes för mätningen. Byggt med vattenrör och silvertejp.

2.4 Mätningen

Var femte meter lades ut en ruta som är en kvadratmeter stor, se figur 3. I denna ruta räknades alla plantor och höjderna på de tio högsta plantorna mättes med hjälp av tumstock. För mätningens skull nyttjades heltalcentimeter för att undvika decimaler. Rutan delades upp på mitten med hjälp av en tumstock så att räkningen i rutan kunde fördelas på två personer och därmed underlättas.

Eftersom det har skett skogsskötselåtgärder i bestånden så var bestånden inte helt täckta med plantor. Det fanns inte många träd som kunde leverera data i alla riktningar på alla tre mätpunkter. Stickvägar, basvägar, kärr, avverkningsrester och olika typer av buskar och mindre träd förekom i de båda bestånden med provytor med antingen för få eller för små plantor. Dessa provytor fick representera noll i datamaterialet. Efter att mätningen i syd med dess tre rutor blev räknade, fortsatte sedan mätningen i resterande väderstreck enligt ordningen öst, norr och slutligen väst, se figur 4.



Figur 4. AI genererad bild som visar upplägget med trädet i mitten och tre provytor i varje väderstreck.

2.5 Analys och bearbetning av fältmaterialet

Det insamlade datamaterialet från fältblanketterna analyserades med hjälp av Microsoft Excel för framställning av diagram och statistiska uträkningar såsom standardavvikelse för alla höjder och antal i både samtliga riktningar och för alla riktningar sammanlagt per träd. Likaså beräknades medelvärdet för höjder och antal. Detta skapade sedan förutsättningar för att kunna presentera resultatet med diagram och tabeller. Vidare i bearbetning av datamaterialet gjordes så kallade signifikanstest med hjälp av hypotesprövning som beskrivs i Bilaga 1.

2.6 Avgränsningar

Studien avgränsades till tio träd per bestånd och för varje träd undersöktes tre provytor inom 15 meter från fröträdet i respektive väderstreck för att begränsa mängden data. Ett annat beslut om avgränsning som gjordes i fält, var att endast räkna de tio högsta plantorna. Alla rutor hade inte tio plantor att mäta höjden på och i så fall mättes höjden på alla plantor med en höjd över 15 centimeter. Detta gjordes för att minska mängden data då föryngringen var god. Det var inte tidsmässigt möjligt att mäta höjden på alla plantor. Beräkningar i resultatdelen begränsades till 5 och 10 meter då avståndet 15 meter innebar osäkerhet om plantorna verkligen tillhör fröträdet på det avståndet.

3. Resultat

3.1 Bokplantornas medelhöjd

3.1.1 Mätning av bokplantor

Enligt modellen för denna fältstudie mättes i två olika bestånd, de tio högsta plantornas höjder vid tio fröträd i alla fyra väderstreck på tre olika avstånd. Totalt hade detta gett ett datamaterial på sammanlagt 2 400 plantor att mäta höjd på. Men som nämnts i kapitel två blev det flera provytor som inte hade några plantor i sig som gick att räkna för denna studie. Totalt på de båda bestånden mättes 1 605 plantor som ger ett bortfall på 795 plantor och motsvarar 33,2 procent. Som nämnts i kapitel två kan det finnas plantor i de rutor som inte blev mätta, men utifrån studiens avgränsningar var de antingen för små eller för få.

3.1.2 Antalet mätta bokplantor per bestånd

Sampelstorleken för höjderna är beräknad på antalet mätta plantor som ska vara 10 per provyta. Tabell 1 visar bland annat sampelstorlek på Härkeberga och Skabersjö och som nämns i kapitel två gav en del av rutorna inga plantor medan vissa provytor gav ett mindre antal plantor än tio. Enligt tabell 1 på Härkeberga är sampelstorleken på 5 meter totalt 328 mätta plantor. På 10 meter totalt 254 plantor och på 15 meter 235 plantor. Tabellen visar även sampelstorleken på Skabersjö och på 5 meter mättes totalt 359 plantor, på 10 meter mättes totalt 234 plantor och på 15 meter mättes totalt 288.

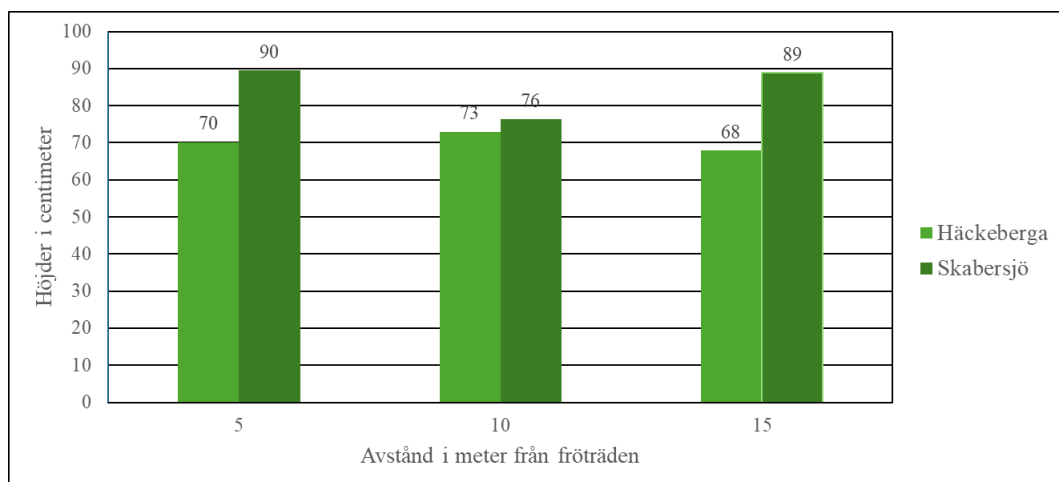
Tabell 1. Visar spridning och säkerhet i medelfel och relativt medelfel kopplat till medelhöjderna per provyteavstånd.

Avstånd m	Medelhöjd cm	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Härkeberga					
5	70	26,38	328	1,46	2,1%
10	73	29,57	254	1,86	2,5%
15	68	27,94	235	1,82	2,7%
Skabersjö					
5	90	24,66	359	1,30	1,5%
10	76	32,20	234	2,11	2,8%
15	89	31,74	288	1,87	2,1%

3.1.3 Bokplantornas höjd i förhållande till avstånd från fröträden

I figur 3 presenteras medelhöjderna per avstånd för de båda bestånden och tabell 1 visar medelhöjdernas säkerhet kopplat till spridning och medelfel samt relativt medelfel. Figur 3 visar att medelhöjderna på 10 meter är precis likadana, likaså i tabell 1, men som tabell 1 visar är det skillnad i både antalet mätta plantor och i standardavvikelse. På Härkeberga är standardavvikelsen på 10 meter 29,57 och på Skabersjö är den 32,20. Skillnaden mellan medelhöjderna är bara några tiondelar.

Tabell 1 visar även att det på 5 meter kunde uppmätas fler plantor än på de andra avstånden med nästan 100 plantor fler som mättes. De provytor som hade högst plantor låg på 10 meters avstånd från fröträdet på Härkeberga och på avståndet 15 meter på Skabersjö.



Figur 3. Diagram som visar medelhöjderna på de båda bestånden för avstånden 5, 10 och 15 meter.

3.1.4 Hypotesprövning av medelhöjderna

Medelhöjder presenteras i bilaga 3 och 4 som visar att med ett test med hypotesprövning kan man se hur höjderna på 5 och 10 meter signifikant skiljer sig åt i de båda bestånden för sig. Enligt bilaga 3 på Häckeberga presenteras ett Z-värde som inte överstiger något av signifikansnivåerna alltså ($p > 0,05$). Detta betyder att det inte finns någon avsevärd skillnad mellan medelhöjderna på 5 och 10 meter på Häckeberga. Förhållandet mellan avstånd och höjd på 5 och 10 meter är synnerligen litet och inte signifikant.

För avstånden 5 och 10 meter på Skabersjö presenteras enligt bilaga 4 ett Z-värde på 5,376 som överstiger samtliga signifikans nivåer i tabellen. Förhållandet mellan medelhöjden och avstånden 5 och 10 meter på Skabersjö är signifikant stor ($p < 0,001$). Det är alltså högre plantor på 5 meter än 10 meter i beståndet på Skabersjö.

3.2 Antalet bokplantor

3.2.1 Bokplantors medelantal

För varje provyta som lades ut, och på samtliga avstånd från fröträdet, räknades samtliga plantor som befann sig innanför kvadratrutan som utgjorde provytan. Med tio träd, fyra riktningar och tre avstånd blev det totalt 120 provytor med 40 provytor per avstånd från fröträdet. Då det totala antalet plantor räknades i kvadratrutan blev det en stor variation i antalet plantor. Den provyta som det räknades flest plantor i fanns i beståndet på Häckeberga och låg på 15 meters avstånd från fröträdet. Där fanns 172 plantor. För alla avstånd sammanlagt på Häckeberga är det totala antalet plantor i medeltal 55 stycken. Omräknat blir det totalt 550 000 bokplantor per hektar.

För Skabersjö räknades det i medeltal 31 stycken plantor vilket är något färre plantor än Häckeberga. Per hektar blir det ett medelantal på 310 000 plantor. Provytan på Skabersjö som det räknades flest plantor i var på 5 meter med totalt 119 plantor.

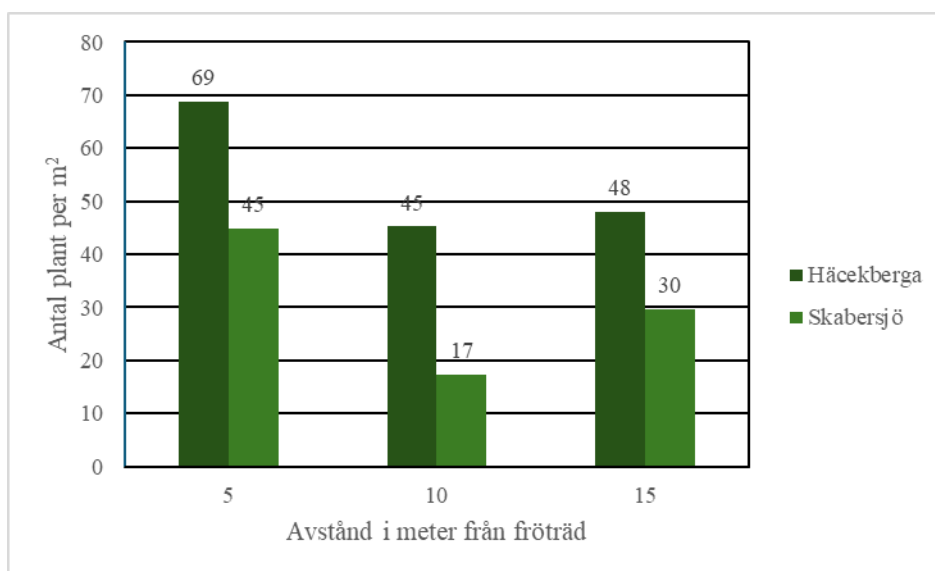
3.2.2 Antal bokplantor i förhållande till avståndet från fröträden

Tabell 3 visar i kolumnen "Antal n" det totala antalet plantor som räknades i bestånden per avstånd samt medelantalet plantor per provyta. I en kvadratmeter har alltså Häckeberga flest antal plantor på 5 meter med 69 i medeltal. Samt Skabersjö med 45 plantor i medeltal på 5 meter. Spridningen per avstånd i antalet plantor visas i kolumnen standardavvikelse med medelfel och relativt medelfel. Resultatet visar att antalet plantor är störst med högre säkerhet på avståndet närmast trädet och att osäkerheten i relativt medelfel ökar och varierar mer desto längre ifrån trädet provytorna lades.

Tabell 2. Visar spridning och säkerhet i medelfel och relativt medelfel kopplat till medelantalet bokplantor per avstånd.

Avstånd m	Medelantal plant/m ²	Standardavvikelse plant/m ²	Antal	Medelfel	Relativt medelfel
Häckeberga					
5	69	48,56	2 750	0,93	1,3%
10	45	48,53	1 809	1,14	2,5%
15	48	51,55	1 918	1,18	2,5%
Skabersjö					
5	45	30,67	1 795	0,72	1,6%
10	17	20,94	697	0,79	4,6%
15	30	29,72	1 184	0,86	2,9%

Medelantalet plantor presenteras i figur 4 där detta redovisas för de olika avstånden. Som visas är det i stort sett samma medelantal på 10 och 15 meter på Häckeberga. Även om man inte kan utläsa något samband visar siffrorna att det varierar i bestånden men generellt sett ligger jämnt.



Figur 4. Diagram som visar medelantalet bokplantor per kvadratmeter på respektive avstånd från fröträden på Häckeberga och Skabersjö.

3.2.3 Hypotesprövning av medelantalet bokplantor

I bilaga 1 och 2 presenteras två test av medelantalet plantor på 5 och 10 meter på Håckeberga och Skabersjö. Som bilaga 1 visar på Håckeberga är Z-värdet 2,273 vilket betyder att det finns en statistisk skillnad och med 95 procent säkerhet att antalet plantor är fler på 5 meter än på 10 meters avstånd ($p < 0,05$). Förhållandet mellan antalet plantor och dess avstånd från fröträdet är alltså signifikant med 95 procent säkerhet.

Som bilaga 2 visar för avstånden 5 och 10 meter på Skabersjö är Z-värdet betydligt högre än tabellvärden på de olika signifikansnivåerna med ett värde på 5,051. Det är alltså signifikant fler plantor i Skabersjö på avståndet 5 än på avståndet 10 meter från fröträdet.

3.3 Avstånd och väderstreck

3.3.1 Bokplantornas höjd i olika väderstreck på 5 och 10 meter

I tabell 4 och 5 presenteras medelhöjderna i de olika väderstrecken för både Skabersjö och Håckeberga. Tabell 3 visar medelhöjden per väderstreck på Håckeberga och de högsta plantorna mättes i väst och befann sig på 10 meter med en medelhöjd på 86 centimeter.

Tabell 3. Medelhöjdernas spridning och säkerhet i samtliga väderstreck på Håckeberga

Avstånd m	Medelhöjd	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga syd					
5	72	29,32	82	3,24	4,47%
10	69	24,15	86	2,60	3,77%
15	67	31,94	58	4,19	6,21%
Avstånd m	Medelhöjd	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga öst					
5	81	28,77	73	3,37	4,17%
10	73	28,62	64	3,58	4,93%
15	61	20,92	53	2,87	4,71%
Avstånd m	Medelhöjd	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga nord					
5	64	22,46	91	2,35	3,68%
10	64	30,23	49	4,32	6,75%
15	62	31,15	46	4,59	7,45%
Avstånd m	Medelhöjd	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga väst					
5	65	21,94	82	2,42	3,70%
10	86	33,80	55	4,56	5,29%
15	78	22,36	76	2,56	3,31%

Tabell 5 visar att på Skabersjö växer de högsta plantorna i nord på 15 meter med en medelhöjd på 98 centimeter. Efter väderstrecket nord är det väst som har ett medelantal på 96 plantor på 5 meter.

Tabell 4. Medelhöjdernas spridning och säkerhet i samtliga väderstreck på Skabersjö.

Avstånd m	Medelhöjd cm	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö syd					
5	83	25,03	77	2,85	3,42%
10	76	24,79	73	2,90	3,82%
15	90	31,16	79	3,51	3,88%
Avstånd m	Medelhöjd cm	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö öst					
5	92	21,76	100	2,18	2,37%
10	68	32,35	46	4,77	6,98%
15	87	28,72	81	3,19	3,67%
Avstånd m	Medelhöjd cm	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö nord					
5	87	23,92	101	2,38	2,74%
10	76	32,94	65	4,09	5,38%
15	98	37,97	65	4,71	4,81%
Avstånd m	Medelhöjd cm	Standardavvikelse höjd	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö väst					
5	96	26,92	81	2,99	3,12%
10	84	39,04	50	5,52	6,57%
15	81	26,84	63	3,38	4,17%

3.3.2 Bokplantornas antal i olika väderstreck på 5 och 10 meter

I tabell 3 och 4 visas samtliga medelantal i alla väderstreck på alla träd som mättes på Håckeberga samt Skabersjö. I tabell 5 visade det sig att antalet plantor är relativt jämn fördelade i alla väderstreck och avstånd. De antalen som sticker ut är i väderstreck syd på 10 meter där medelantalet 35 plantor är mycket mindre jämfört med de andra avstånden i samma riktning med 78 plantor på 5 meter respektive 56 plantor på 15 meter. Även den nordliga riktningen sticker ut på grund av att det är väldigt mycket plantor vid 5 meter med 68 plantor och vid 10 meter räknades 42 plantor samt 24 plantor på 15 meter.

Den riktning det växte flest plantor var i syd på 5 meters avstånd där det totala antalet uppgick till 775 plantor för båda bestånden och där det växte minst plantor var också i syd dock istället på 10 meter.

Tabell 5. Medelantalets spridning och säkerhet i samtliga väderstreck på Håckeberga.

Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga syd					
5	78	58,33	775	2,10	2,70%
10	35	32,45	345	1,75	5,06%
15	56	66,13	560	2,79	4,99%
Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga öst					
5	58	50,15	581	2,08	3,58%
10	50	55,93	499	2,50	5,02%
15	44	47,56	441	2,26	5,14%
Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga nord					
5	69	44,34	693	1,68	2,43%
10	42	55,76	419	2,72	6,50%
15	24	32,40	236	2,11	8,94%
Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Håckeberga väst					
5	70	46,05	701	1,74	2,48%
10	49	55,07	493	2,48	5,03%
15	68	51,33	681	1,97	2,89%

I tabell 6 redovisas medelantalet bokplantor i samtliga väderstreck på Skabersjö där avståndet 10 meter sticker ut med färre antal plantor och större relativt medelfel. I öst och väst på 10 meter är medelantalet elva respektive nio plantor i medelantal och totalt räknades 110 plantor i öst och 86 plantor i väst. Detta gav ett relativt medelfel på 13,82 procent i öst och 16,21 procent i väst vilket visar hög osäkerhet kring medelantalet. Som nämns i kapitel två är den huvudsakliga anledningen körspår eller avverkningsrester som skapar denna störning.

Tabell 6. Medelantalets spridning och säkerhet i samtliga väderstreck på Skabersjö.

Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö syd					
5	43	36,52	427	1,77	4,14%
10	28	22,71	277	1,36	4,93%
15	37	37,40	374	1,93	5,17%
Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö öst					
5	52	28,03	522	1,23	2,35%
10	11	15,94	110	1,52	13,82%
15	26	23,00	258	1,43	5,55%
Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö nord					
5	42	22,28	421	1,09	2,58%
10	22	26,19	224	1,75	7,81%
15	35	31,92	345	1,72	4,98%
Avstånd m	Medelantal st	Standardavvikelse antal	Antal n	Medel fel	Relativt medelfel
Skabersjö väst					
5	50	35,46	502	1,58	3,15%
10	9	12,93	86	1,39	16,21%
15	22	28,08	216	1,91	8,85%

4. Diskussion

4.1 Mätning av höjder och räkning av antal

4.1.1 Bokplantornas antal och höjd på avstånden 5 och 10 meter

Medelantalet bokplantor för de båda bestånden presenteras i tabell 2 med antalet bokplantor i medeltal för både Häckeberga och Skabersjö. I beståndet på Häckeberga på avståndet 5 meter är antalet bokplantor 69 i medeltal med ett totalt antal räknade plantor på 2 750, på 10 meter 48 plantor med totalt antal på 1 912 samt på 15 meter 48 plantor i medeltal med 1 918 totalt. För beståndet på Skabersjö är medelantalet på avståndet 5 meter 45 plantor med totalt 1 795 räknade plantor. På 10 meter är det 17 plantor med totalt 697 plantor samt på 15 meter är det 30 plantor i medeltal med 1 184 plantor räknade.

Studiens första hypotes var att antalet bokplantor är fler ju närmare fröträdet de växer och denna hypotes testades med hjälp av ett signifikanstest. Resultatet i skillnad i medelantalet plantor mellan 5 och 10 meter på Häckeberga gav att ($p < 0,05$) vilket betyder att med 95 procent säkerhet är det fler plantor på 5 meter än 10 meter på Häckeberga. För beståndet på Skabersjö blev resultatet i skillnad att ($p < 0,001$) vilket betyder att det är signifikant fler plantor på 5 meter än på 10 meter i beståndet på Skabersjö.

Medelhöjderna för båda bestånden som kan utläsas i tabell 1 på både Häckeberga och Skabersjö är väldigt likartad för samtliga avstånd. För beståndet på Häckeberga är medelhöjden på 5 meter 70 cm med 328 mätta plantor, på 10 meter 73 cm med 254 plantor och på 15 meter 68 cm med 235 plantor. I beståndet på Skabersjö är medelhöjden för avståndet 5 meter 90 cm med 359 plantor mätta, för 10 meter 76 cm med 234 plantor och för 15 meter 89 cm med 288 plantor.

Med hjälp av signifikanstest har vi prövat hypotes 2 om att plantornas höjd kommer vara högre ju längre ut de växer från fröträdet och därvid har vi jämfört medelhöjderna på avstånden 5 och 10 meter i båda bestånden. Resultatet är att på Häckeberga är ($p > 0,05$) vilket betyder att det inte finns någon signifikant skillnad mellan avstånden i medelhöjd på Häckeberga. För beståndet på Skabersjö kan vi bevisa att det finns en signifikant skillnad mellan 5 och 10 meter i bokplantornas medelhöjd eftersom ($p < 0,001$). Med andra ord är plantorna på avståndet 5 meter med 99,9 procent säkerhet högre i medeltal. Eftersom vi inte kan bevisa något på Häckeberga mellan medelhöjd och avstånd kan vi inte därför heller påstå att det är generellt högre plantor på 5 meter än 10 meter. Hur det blev en signifikant skillnad på Skabersjö har förmodligen att göra med hur beståndet ser ut och vilka åtgärder som gjorts.

4.1.2 Bokplantornas höjd och antal i olika väderstreck

Bokplantornas placering i olika väderstreck dels totalt sett antal plantor och höjd, dels på de olika avstånden presenteras i tabell 3 och 4. Riktningarna där högst plantor har mätts är i väst och öst på Håckeberga. På Skabersjö växer de högsta plantorna i nord och väst.

I tabell 5 och 6 presenteras medelantalet plantor på samtliga avstånd i alla fyra väderstrecken. Totalt sett hade Håckeberga fler plantor att räkna och i västlig riktning räknade vi fler plantor per kvadratmeter än i de andra väderstrecken. I västlig riktning är medelantalet 62,5 plantor per provyta. Vår hypotes var att det skulle vara fler plantor i syd men på Håckeberga är medelantalet 56 plantor i syd. Även om det räknades fler plantor i något av väderstrecken så är skillnaden inte statistiskt signifikant och plantorna är generellt sett väldigt jämnt fördelade.

På Skabersjö räknades medelantalet i syd till 36 plantor per provyta. Riktningen som hade flest efter syd var norr med 33 plantor i medeltal. Till skillnad från Håckeberga där väst hade näst flest plantor blev resultatet för västlig riktning på Skabersjö 27 plantor. Det är inte någon signifikant skillnad på Skabersjö mellan syd och de andra riktningarna heller utan skillnaden är liten i medelantal och riktningarna är väldigt jämna.

4.2 Påverkande faktorer för bokplantorna

4.2.1 Antal, höjd, avstånd och väderstreck

Vår första frågeställning var: *"Hur påverkas plantans antal av olika avstånd till fröträdet?"*. Med stöd av vår första hypotes kan vi i denna studie bevisa att på två olika bestånd med i stort sett likadana förutsättningar är medelantalet plantor fler på 5 meter än på 10 meter. Bokplantor tål inte frost speciellt bra och speciellt på våren när de börjat växa och är redo att sätta löv är detta en kritisk tid för bokplantorna. Dödligheten ökar kraftigt med kalla vinternätter under tiden som plantorna sätter löv och om de inte dör så påverkar frosten plantorna (Muffer et.al 2023). Kan det vara så då att plantor som står på 5 meter har lite bättre skydd från fröträdet med hjälp av dess breda krona som kan skugga dem bättre och ge något bättre frostskydd. Som det visar sig genom denna studie trivs plantorna bra på 5 meter.

Studiens andra hypotes kan inte bevisas som den första. På Håckeberga finns det ingen statistisk skillnad och höjderna är i stort sett likadana oberoende av avstånd från fröträden. På Skabersjö är det en tydlig signifikant skillnad mellan höjderna på avstånden 5 och 10 meter. För vår andra frågeställning *"Hur påverkas plantans höjd av olika avstånd till fröträdet?"* går det att bevisa att avståndet påverkar plantan på Skabersjö men inte på Håckeberga. Vad detta kan bero på är svårt att bestämma men att frost och solljus har en påverkan är nästan säkert. En sak som beståndet i Håckeberga visar är att om man sköter skogen och avverkar med tanke på hur mycket ljus varje planta får per dygn så blir förmodligen höjderna också jämna därefter.

Effekter av ljushuggningar och låga gallringsuttag i skedet för föryngringsetablering skapar mycket bra förutsättningar för att föryngringen skall bli lyckad. Faktorer såsom gräs och undervegetation kan påverka plantorna negativt. Vad vi lärt oss av skogvaktarna på både Häckeberga och Skabersjö så strävar de efter samma sak; nämligen att påverka föryngringen med ljus i rätt skede så att de växer. En studie genomförd av (Collet et al. 2000) visar att efter man avverkat och släppt ner mera ljus växer bokplantorna mer under de första tre åren. En annan avgörande faktor för just bokplantor är ståndorten och jorden de växer i. Är det för lerigt får de inte något rotsystem och etableras inte och är det för sura jordarter så mår inte plantorna bra. De kräver alkaliska och kalkhaltiga jordarter på friska till fuktiga marker för att må som bäst (Harley 1949).

För denna studies sista fråga ”*Har plantans placering beroende på väderstreck någon betydelse för både antal och höjd?*” får vi inte något signifikant resultat. Vi får alltså inte stöd för vår sista hypotes. Det är dock ett positivt resultat för markägaren. Om man har lyckats etablera en föryngring som i princip inte ger någon skillnad oavsett var plantan står betyder det att antalet plantor och deras höjder är jämnt fördelade över beståndet.

4.2.2 Fel i mätningen

För att kunna vägleda läsaren genom resultatet är det några saker som man behöver känna till. För det första att räkna och mäta plantor på tre olika avstånd i ett bestånd innebär att det är många plantor som kommer räknas och mätas. Att påstå att en specifik planta en gång var ett ollon från just exakt ett enskilt träd krävs både undersökningar och analyser som vi inte kan eller har förmåga att göra. I denna studie har vi mätt och räknat plantor på 5, 10 och 15 meter och under tiden som vi mätte i fält kom vi fram till att på avståndet 15 meter kan vi inte försäkra oss om att dessa plantor tillhör ett visst träd. Därför har vi valt att inte jämföra data för 15 meter men avståndet finns kvar i tabeller och diagram i kapitel 3 då det ger tydliga bilder och mönster.

För det andra så skiljer sig många siffror åt i tabellerna för medelhöjderna. Vi skulle mäta de tio högsta plantorna i varje provyta, vilket för de båda bestånden hade gett totalt 2 400 plantor med 800 plantor på varje avstånd. Så är inte fallet då vissa provytor hade färre plantor att mäta eller inga alls.

Träden i bestånden valdes avsiktligt ut subjektivt för att hitta de träden som enligt vår bästa bedömning representerade beståndet bäst. Detta kan ha påverkat resultatet, men gjordes för att få meningsfulla resultat på det begränsade antal fröträd som studien omfattade. Annars kunde några icke representativa träd ge missvisande resultat och påverka vilka slutsatser som kan dras. Om ett mycket större antal fröträd hade mätts så hade inget sådant urval behövts göras.

4.3 Styrkor och svagheter

En tydlig styrka med studien är att datainsamlingen genomfördes direkt i de aktuella bestånden genom fältbaserade inventeringar. Detta gav en god helhetsbild av beståndens faktiska struktur och möjliggjorde observationer som hade varit svåra att identifiera enbart genom digital analys eller fjärrdata. Tack vare

inventeringen så kunde variationer i föryngringens etablering kopplas till lokala markförhållanden och topografiska skillnader. Det som lades märke till var exempelvis att fröträd belägna på högt liggande partier eller hållmarker ofta hade få plantor eller inga plantor i sin närhet medan fröträd i slänter eller dalgångar visade sig ha betydligt större plantuppslag. Dessa observationer bidrog till en djupare förståelse för vilka miljöfaktorer som påverkar bokföryngringens etablering.

Ytterligare en styrka är studiens relativt omfattande datamaterial. Det stora antalet provytor och mätningar ökar resultatens trovärdighet och minskar risken för att enskilda avvikelser skulle påverka resultaten i någon större utsträckning. Fältarbetet gav även möjlighet att anpassa metodiken efter de förhållanden som observerades i bestånden, vilket bidrog till en mer ändamålsenlig datainsamling. Bestånden som valdes för studien hade dessutom relativt lättnavigerad terräng, vilket underlättade inventeringsarbetet och minskade risken för att vegetationen skulle förhindra insamlingen eller att svår terräng skulle påverka möjligheten att registrera plantor inom provytorna. Detta bidrog till en mer konsekvent och tillförlitlig datainsamling.

Samtidigt finns också flera svagheter och potentiella felkällor i studien. Datainsamlingen baserades på manuella mätningar och visuella bedömningar, vilket innebär att vissa mätfel kan ha uppstått. Exempelvis finns en risk att enskilda plantor räknades dubbelt eller missades helt vid inventeringen. Höjdmätningarna kan även ha påverkats av osäkerheter eftersom plantorna inte alltid växte rakt upp och därför ibland behövde rätas ut manuellt för att en uppskattad höjd skulle kunna registreras.

En annan begränsning är att studien baserades på stickprov snarare än totalinventeringar av bestånden. Resultaten innehåller därför en viss osäkerhet beträffande hur väl de representerar hela beståndens föryngring. Det begränsade antalet undersökta träd och bestånd påverkar också möjligheten att generalisera resultaten till andra bokskogar eller ståndortsförhållanden.

Vidare var tidsramen för studien begränsad vilket påverkade både mängden insamlade data och möjligheten att genomföra upprepade mätningar över längre tidsperioder. Eftersom bokföryngring påverkas av variationer i klimat, ljusförhållanden och ollonår hade längre tidsserie kunnat ge ett mer heltäckande resultat (Övergaard 2007).

Ytterligare ekologiska och metodologiska faktorer kan också ha påverkat resultaten. Mikroklimat och markfuktighet kan ha stor betydelse för etablering där slänter och dalgångar ofta tenderar att ha mer gynnsamma fuktförhållanden medan höjdparter och hållmarker är torrare, mer vindutsatta och därmed mer känsliga för frost och uttorkning. Även konkurrens från annan vegetation såsom gräs, hallon, sly men även från fröträdet i sig beträffande ljus, vatten och näring kan ha påverkat resultaten.

Fröträdens individuella egenskaper kan också ha bidragit till variation eftersom olika träd kan ha varierande fröproduktion beroende på kronstorlek, vitalitet,

ålder, genetiska skillnader och tidigare ollonår. Ljusförhållanden utgör en viktig faktor där skillnader i kronöppning och ljusinsläpp mellan väderstreck kan ha påverkat plantornas etablering och tillväxt.

Variationer i ollonproduktionen mellan olika år är också en central faktor eftersom bok kännetecknas av kraftiga så kallade ollonår, vilket innebär att föryngringens omfattning kan vara starkt tidsberoende. Markberedning och tidigare skötselåtgärder kan dessutom ha påverkat etableringen genom att skapa både gynnsamma och ogynnsamma mikromiljöer. En ytterligare osäkerhet är den rumsliga kopplingen mellan plantor och specifika fröträd särskilt på större avstånd då spridningen via vind och djur samt överlappande kronområden kan göra det svårt att avgöra exakt ursprung. Det är även möjligt att föryngringen består av plantor från olika etableringsår, vilket innebär att höjdvariationer inte enbart kan förklaras av avstånd till fröträd. Slutligen påverkas resultaten även av statistiska begränsningar såsom variationer mellan provytor, bortfall i vissa mätningar samt osäkerhet i vissa riktningar.

4.4 Vidare forskning

För framtida studier hade det varit värdefullt att undersöka ett större antal fröträd och även inkludera fler bestånd med liknande ståndortförhållanden och skogsskötselåtgärder. Ett större datamaterial hade kunnat minska osäkerheten i resultaten och ge bättre möjligheter att identifiera statistiskt säkerställda samband mellan avstånd, väderstreck och antalet plantor.

Det hade varit intressant att genomföra longitudinella studier där samma föryngringar följs över flera år för att undersöka hur tillväxt, överlevnad och konkurrens förändras över tid. Eftersom bokföryngring påverkas starkt av exempelvis klimatvariationer, frost, ljusförhållanden och ollonår skulle tidsserier kunna ge en mer fördjupad förståelse för vilka faktorer som har störst betydelse för etablering.

Vidare forskning skulle även kunna inkludera fler ståndorsfaktorer såsom markfuktighet, jordart, lutning och ljusinsläpp för att analysera hur dessa variabler samverkar med avståndet till fröträdet. Även jämförelser mellan naturlig föryngring och planterad bokföryngring hade varit relevanta för att bättre förstå vilka metoder som ger bäst etablering och tillväxt under olika förhållanden.

4.5 Slutsatser

Studiens huvudsakliga slutsatser är följande:

- Det växer i medeltal ett större antal plantor på 5 meter än på 10 meter från fröträden i de båda bestånden.
- Plantor på Skabersjö är högre på 5 meter än på 10 meter medan det inte är någon skillnad på Häckeberga.
- Det gick i studien inte att visa att det skulle växa fler eller högre plantor söder om fröträdet jämfört med övriga väderstreck.
- För en markägare är skogsskötsel och skogsvård vid rätt tidpunkt viktigast för att få en lyckad föryngring av bok med många och höga plantor.

Referenser

Almgren, G., Ekeland, K. & Widén, M. (1986). *Ädellövskog: ekologi och skötsel*. Ny uppl. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Björklund, O. (2020). *Naturlig förnygring av bok i södra Sverige – markberedning eller ej?* Kandidatarbete, Sveriges lantbruksuniversitet.
https://stud.epsilon.slu.se/16020/1/bjorklund_o_200831.pdf (2026-05-10).

Collet, C., Lanter, O. & Pardos, M. (2001). Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. *Annals of Forest Science*, 58, ss. 127–134.
<https://doi.org/10.1051/forest:2001112>

Hofmeister, J., Hošek, J., Malíček, J., Palice, Z., Syrovátková, L., Steinová, J. & Černajová, I. (2016). Large beech (*Fagus sylvatica*) trees as 'lifeboats' for lichen diversity in Central European forests. *Biodiversity and Conservation*, 25(6), ss. 1073–1090.
<https://doi.org/10.1007/s10531-016-1106-x>

Harley, J.L. (1949). Soil conditions and the growth of beech seedlings. *Journal of Ecology*, 37, ss. 28–37.
<https://doi.org/10.2307/2256728>

Muffler, L., Weigel, R., Beil, I., Leuschner, C., Schmeddes, J. & Kreyling, J. (2024). Winter and spring frost events delay leaf-out, hamper growth and increase mortality in European beech seedlings, with weaker effects of subsequent frosts. *Ecology and Evolution*, 14, e70028.
<https://doi.org/10.1002/ece3.70028>

Marence, J., Sega, B. & Gornik Bučar, D. (2020). Monitoring the quality and quantity of beechwood from tree to sawmill product. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 41(1), ss. 119–128.
<https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.613>

Persson, S. (2017). *Forskningslitteracitet – en introduktion till att förstå, värdera och använda vetenskaplig kunskap*. Forskning i korthet nr 1. Malmöuniversitet.
<http://mau.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1559464> (Hämtad 10 maj 2026).

Schönning, M. (2018). *Skonsam förnygringsmetodik för bok- och ekskogar*. Examensarbete, Lunds universitet.
<http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8947936> (Hämtad 10 maj 2026).

Simak, M. (1993). *Bokollon i skogsbruk (Fagus sylvatica L.)*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel.
Skogskunskap (2025). *Förnygra bok*.
<https://www.skogskunskap.se/skota-skog/foryngra/foryngra-lovskog/foryngring-av-bok/>

Vološčuk, I., Pichler, V. & Pichlerová, M. (2013). The primeval beech forests of the Carpathians and ancient beech forests of Germany: joint natural heritage of Europe. *Folia Oecologica*, 40, ss. 295–303.

<https://ife.sk/wp-content/uploads/2016/10/Voloscuk.pdf>

Övergaard, R., Gemmel, P. & Karlsson, M. (2007). Tätare och rikligare ollonår ökar chansen för lyckade bokföryngringar. *Fakta Skog*, 13. Sveriges lantbruksuniversitet.

https://pub.epsilon.slu.se/3582/1/FaktaSkog_13_2007.pdf

Bilagor

Bilaga 1 Häckeberga, antal plantor

Uppställning vid hypotesprövning för två sampel

μ_A = Medelantalet plantor på 5 meter

μ_B = Medelantalet plantor på 10 meter

$$\begin{cases} H_0: \mu_A = \mu_B \\ H_1: \mu_A \neq \mu_B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H_0: \mu_A - \mu_B = 0 \\ H_1: \mu_A - \mu_B > 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{5 meter och 10 meter har } \textit{samma} \\ \text{5 meter har } \textit{högre} \text{ medelvärde än 10} \end{array}$$

Vi antar att H_0 är sann.

5 meter: $\bar{x} = 69$ $s = 48,56$ $n = 40$

10 meter: $\bar{x} = 44$ $s = 49,22$ $n = 40$

Formel 6.2.3 väljs ty sampelnen stora. Kravet är då normalfördelade mätvärden samt att standardavvikelsen är ungefär lika stor i de två sampelnen. Här ligger den större standardavvikelsen 1,3 procent över den lägre vilket får anses vara OK.

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad \text{Om } H_0 \text{ sann} = Z = \frac{(69-44)-(0)}{\frac{48,56^2}{40} + \frac{49,22^2}{40}} = 2,273$$

P%	z
5	1,64
2,5	1,96
1	2,33
0,5	2,58
0,1	3,09
0,05	3,29

95 % $z = 1,96$

99% $z = 2,58$

99,9% $z = 3,29$

5 % nivå enkelsidigt test, z -värde $1,96 \Rightarrow z \approx 2,273$. H_0 förkastas.

Det beräknade testvärdet (2,273) klarar här att slå tabellvärdet (1,96). Resultatet är därför signifikant. Vi har tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och kan därför dra en bestämd slutsats. Alltså att på Häckeberga finns det en signifikant skillnad med 95 % säkerhet att mellan antalet plantor på 5 meter jämfört med 10 meter.

Bilaga 2 Skabersjö, antal plantor

Uppställning vid hypotesprövning för två sampel

μ_A = Medelantalet plantor på 5 meter

μ_B = Medelantalet plantor på 10 meter

$$\begin{cases} H_0: \mu_A = \mu_B \\ H_1: \mu_A \neq \mu_B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H_0: \mu_A - \mu_B = 0 \\ H_1: \mu_A - \mu_B > 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{5 meter och 10 meter har } \textit{samma} \\ \text{5 meter har } \textit{högre} \text{ medelvärde än 10} \end{array}$$

Vi antar att H_0 är sann.

5 meter: $\bar{x} = 47$ $s = 30,24$ $n = 40$

10 meter: $\bar{x} = 17$ $s = 20,94$ $n = 40$

Formel 6.2.3 väljs ty sampelnen stora. Kravet är då normalfördelade mätvärden samt att standardavvikelsen är ungefär lika stor i de två sampelnen. Här ligger den större standardavvikelsen 31 procent över den lägre vilket får anses vara OK.

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad \text{Om } H_0 \text{ sann} = Z = \frac{(47-17)-(0)}{\frac{30,24^2}{40} + \frac{20,94^2}{40}} = 5,051$$

P%	z
5	1,64
2,5	1,96
1	2,33
0,5	2,58
0,1	3,09
0,05	3,29

95 % $z = 1,96$

99% $z = 2,58$

99,9% $z = 3,29$

0,001 % nivå enkelsidigt test, z-värde (3,29) $\Rightarrow z \approx 5,051$. H_0 förkastas.

Det beräknade testvärdet (5,051) klarar här att slå tabellvärdet (3,29). Resultatet är därför signifikant. Vi har tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och kan därför dra en bestämd slutsats. Alltså att på Skabersjö finns det en signifikant skillnad med 99,9 % säkerhet att mellan antalet plantor på 5 meter jämfört med 10 meter.

Bilaga 3 Håckeberga, medelhöjd

Uppställning vid hypotesprövning för två sampel

μ_A = Medelhöjd på plantor på 5 meter

μ_B = Medelhöjd på plantor på 10 meter

$$\begin{cases} H_0: \mu_A = \mu_B \\ H_1: \mu_A \neq \mu_B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H_0: \mu_A - \mu_B = 0 \\ H_1: \mu_A - \mu_B > 0 \end{cases}$$

5 meter och 10 meter har *samma* medelvärde
5 meter har *högre* medelvärde än 10 meter

Vi antar att H_0 är sann.

5 meter: $\bar{x} = 70$ $s = 26,38$ $n = 328$

10 meter: $\bar{x} = 73$ $s = 29,57$ $n = 359$

Formel 6.2.3 väljs ty sampelnen stora. Kravet är då normalfördelade mätvärden samt att standardavvikelsen är ungefär lika stor i de två sampelnen. Här ligger den större standardavvikelsen 11 procent över den lägre vilket får anses vara OK.

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad \text{Om } H_0 \text{ sann} = Z = \frac{(70-73)-(0)}{\frac{26,38^2}{328} + \frac{29,57^2}{359}} = -1,110$$

P%	z
5	1,64
2,5	1,96
1	2,33
0,5	2,58
0,1	3,09
0,05	3,29

95 % $z = 1,96$

99% $z = 2,58$

99,9% $z = 3,29$

5 % nivå enkelsidigt test, z-värde (1,96) $\Rightarrow z \approx -1,110$. H_0 accepteras.

Det beräknade testvärdet (-1,110) klarar här inte att slå tabellvärdet (1,96). Resultatet är därför inte signifikant. Vi har inte tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och kan därför inte dra en bestämd slutsats. Alltså på Håckeberga finns det ingen skillnad mellan medelhöjderna på 5 meter jämfört med 10 meter.

Bilaga 4 Skabersjö, medelhöjd

Uppställning vid hypotesprövning för två sampel

μ_A = Medelantalet plantor på 5 meter

μ_B = Medelantalet plantor på 10 meter

$$\begin{cases} H_0: \mu_A = \mu_B \\ H_1: \mu_A \neq \mu_B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H_0: \mu_A - \mu_B = 0 \\ H_1: \mu_A - \mu_B > 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{5 meter och 10 meter har } \textit{samma} \\ \text{5 meter har } \textit{högre} \text{ medelvärde än 10} \end{array}$$

Vi antar att H_0 är sann.

5 meter: $\bar{x} = 90$ $s = 24,66$ $n = 359$

10 meter: $\bar{x} = 76$ $s = 32,20$ $n = 234$

Formel 6.2.3 väljs ty sampelnen stora. Kravet är då normalfördelade mätvärden samt att standardavvikelsen är ungefär lika stor i de två sampelnen. Här ligger den större standardavvikelsen 23 procent över den lägre vilket får anses vara OK.

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad \text{Om } H_0 \text{ sann} = Z = \frac{(90-76)-(0)}{\frac{24,66^2}{359} + \frac{32,20^2}{234}} = 5,376$$

P%	z
5	1,64
2,5	1,96
1	2,33
0,5	2,58
0,1	3,09
0,05	3,29

95 % $z = 1,96$

99% $z = 2,58$

99,9% $z = 3,29$

0,001 % nivå enkelsidigt test, z-värde (3,29) $\Rightarrow z \approx 5,376$. H_0 förkastas.

Det beräknade testvärdet (5,051) klarar här att slå tabellvärdet (3,29). Resultatet är därför signifikant. Vi har tillräcklig säkerhet i våra sampel för att ifrågasätta H_0 och kan därför dra en bestämd slutsats. Alltså att på Skabersjö finns det en signifikant skillnad med 99,9 % säkerhet att mellan medelhöjden på plantor på 5 meter jämfört med 10 meter.

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.