



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



Självföryngring av contortatall efter brand

Natural regeneration of lodgepole pine after fire

JONAS ERIKSSON



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2024:21

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Självföryngring av contortatall efter brand

Natural regeneration of lodgepole pine after fire

Jonas Eriksson

Handledare: Tommy Abrahamsson, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

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

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2024

Omslagsbild: Självföryngrade contortaplantor i Fågelsjö brandområde . Foto: Jonas Eriksson

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

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2024:21

Nyckelord: *Pinus contorta*, spridning, Härjedalen



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Contortatall (*Pinus contorta*) introducerades i Sverige på 1970-talet och idag finns det cirka 600 000 hektar skog där contortatallen är det dominerade trädslaget. Trädet har en förmåga till självföryngring, vilket har väckt oro på grund av potentiella ekologiska risker. Syftet med denna studie var att undersöka hur olika typer av bränder påverkar självföryngringen av contortatall i svenska skogsekosystem. Studien genomfördes i Fågelsjö brandområde, där inventeringar utfördes i bestånd som drabbats av olika typer av bränder samt i ett bestånd som inte brunnit.

Inventeringen visade att antalet självföryngrade contortaplantor var signifikant högre i bestånd där både trädkronor och mark har brunnit jämfört med bestånd där endast marken har brunnit. Resultaten indikerar att kronbränder skapar bättre förutsättningar för fröspridning och etablering. Vid jämförelse mellan äldre och yngre contortabestånd visade sig självföryngringen vara högre i äldre bestånd, vilket kan bero på större fröbank.

Resultaten från denna studie har flera praktiska tillämpningar för skogsförvaltning och naturvård. Förståelsen av hur olika typer av bränder påverkar självföryngringen av contortatall kan hjälpa skogsförvaltare att utveckla bättre strategier för att hantera och kontrollera spridningen av arten. En tidigare studie hävdar att kontrollerade hyggesbränningar kan vara ett effektivt verktyg för att begränsa contortatallens utbredning medan resultat från denna studie visar att naturliga bränder kan främja dess spridning. Särskilt i äldre bestånd som drabbats av kronbrand antyder resultaten att man kan förvänta sig en jämn och tät föryngring, vilket kan vara en ekonomisk fördel genom kostnadsfri föryngring i vissa bestånd.

Sammanfattningsvis bidrar denna studie med insikter om hur olika typer av bränder påverkar självföryngringen av contortatall. Vidare forskning rekommenderas för att undersöka långsiktiga effekter av bränder och olika klimatförhållanden på spridningen av contortatall.

Nyckelord: Pinus contorta, spridning, Härjedalen

Abstract

Lodgepole pine (*Pinus contorta*) was introduced in Sweden in the 1970s, and today there are approximately 600 000 hectares of forest where lodgepole pine is the dominant tree species. The tree has the ability to self-regenerate, which has raised concerns due to potential ecological risks. The aim of this study was to investigate how different types of forest fires affect the self-regeneration of lodgepole pine in Swedish forest ecosystems. The study was conducted in the fire affected area near Fågelsjö, where inventories were carried out in stands affected by various types of fires as well as in a stand that had not burned at all.

The inventory showed that the number of self-regenerated lodgepole pine seedlings was significantly higher in stands where both crowns and ground had burned compared to stands where only ground had burned. The results indicate that crown fires create better conditions for seed dispersal and establishment. Comparing older and younger lodgepole pine stands, self-regeneration was higher in older stands, which may be due to a larger seed bank.

The results of this study have several practical applications for forest management and conservation. Understanding how different types of fires affect self-regeneration of lodgepole pine can help forest managers develop better strategies to manage and control the spread of the species. A previous study claims that controlled prescribed burns can be an effective tool to limit the spread of lodgepole pine, while results from this study show that natural fires may promote its spread.

Particularly in older stands affected by crown fires, the results suggest that a uniform and dense regeneration can be expected, which could be an economic advantage through cost-free regeneration in certain stands.

In summary this study provides insights into how different types of forest fires affect the self-regeneration of lodgepole pine and can help forest managers develop strategies to manage the species depending on the fire type. Further research is recommended to examine the long-term effects of forest fires and different climate conditions on the spread of lodgepole pine.

Keywords: *Pinus contorta*, dispersal, Härjedalen

Förord

Jag vill rikta ett stort tack till Holmen Skog som möjliggjort detta arbete genom att tillhandahålla material och information om de försöksområden som studien omfattar.

Jag vill också särskilt tacka Olov Norgren som inte bara förslog ämnet för mig utan även bidrog med värdefull hjälp i att formulera och fastställa arbetets frågeställningar. Ett stort tack riktas även till Anders Ryberg som delade med sig av inventeringsdata från tidigare års inventeringar av brandområdet vilket har varit mycket värdefullt för denna studie.

Jag vill även uttrycka min tacksamhet till Evelina Gunnarsson som varit till stor hjälp genom att ta fram flygfoton, framställa kartor och diskutera frågor som uppstått under fältarbetet.

Sist men inte minst vill jag tacka min handledare på Skogsmästarskolan Tommy Abrahamsson för hans stöttande och den hjälp jag fått med att besvara alla frågor som uppstått under arbetets gång.

Uppsala
Augusti 2024

Jonas Eriksson

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND OCH PROBLEMBESKRIVNING	1
1.2 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	2
2. MATERIAL OCH METODER	3
2.1 STUDIEOMRÅDE.....	3
2.2 BESTÅNDSBESKRIVNING.....	3
2.3 PROVYTORNAS PLACERING	3
2.4 INVENTERINGSMETOD	4
2.5 SKOGSSTYRELSENS FASTA PROVYTOR	4
2.6 DATAINSAMLING OCH ANALYS.....	5
2.7 JÄMFÖRELSE AV BESTÅND	5
3. RESULTAT	6
3.1 SJÄLVFÖRYNGRING VID OLIKA BRANDTYPER	6
3.2 SJÄLVFÖRYNGRING I ÄLDRE OCH YNGRE BESTÅND.....	8
3.3 PLANTORNAS SEPARERING	8
3.4 SPRIDNING TILL ANGRÄNSANDE TALLBESTÅND	10
3.5 UTVECKLING AV PLANTANTAL I FASTA PROVYTOR	11
4. DISKUSSION	12
4.1 HUVUDRESULTAT	12
4.2 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE STUDIER	12
4.3 FÖRDJUPAD ANALYS AV HUVUDRESULTATEN	12
4.4 PRAKTISKA TILLÄMPNINGAR OCH SKOGSFÖRVALTNING	13
4.5 ANTAL PLANTOR I FÖRBAND	13
4.6 SPRIDNING TILL ANGRÄNSANDE TALLBESTÅND	14
4.7 PLANTANTAL I SKOGSSTYRELSENS FASTA PROVYTOR	14
4.8 KRITISK GRANSKNING AV STUDIEN.....	14
4.9 BEHOV AV FORTSATT FORSKNING	15
4.10 SLUTSATSER.....	15
REFERENSER	16
BILAGOR	18
BILAGA 1. KARTOR	18
BILAGA 2. STEG FÖR STEG REDOVISNING HUR JAG FÅTT FRAM RESULTATEN AV DE STATISTISKA TESTERNA (Z-TEST OCH KORRELATION).....	19
BILAGA 3. INSAMLADE DATA	20

1. Inledning

1.1 Bakgrund och problembeskrivning

År 1970 började contortatalen (*Pinus contorta*) planteras i större omfattning i Sverige, och idag finns det cirka 600 000 hektar skog där contortatalen är det dominerande trädslaget. Contortatalen föryngras vanligtvis genom plantering, men den kan också sås med framgång (Bergsten & Sahlén 2013). Dessutom har det observerats att contortatall har förmågan att självföryngra sig (Engelmark 2011).

Denna förmåga till självföryngring har väckt oro på grund av de ekologiska risker det innebär. Spridningen från planterade contortabestånd till omgivande skogar kan potentiellt leda till förändringar i ekosystem. Särskild uppmärksamhet riktas mot risken för spridning av contortatall till skyddade områden, myrmarker och fjällkedjan (Engelmark 2011).

Skogforsk publicerade år 2020 en rapport om contortatallens självföryngringsförmåga och konstaterade att contortatalen har en förmåga att naturligt sprida sig inom hela det område där den är planterad i Sverige. Däremot är självspridningen begränsad och relativt långsam. Rapporten noterade även att självspridningen av contortatall främst sker på störd mark såsom hjulspår, markberedningar och vägkanter (Jacobsson & Hannerz 2020).

Det är därför av intresse att undersöka hur en störning som skogsbränder påverkar contortatallens spridning. Detta är särskilt intressant med tanke på att contortatallens kottar ofta är serotina, vilket innebär att de öppnar sig vid värme och sprider frön, som vid exempelvis skogsbränder (Elfving & Norgren 1995). Det kan även vara av intresse för större skogsägare som är certifierade enligt Forest Stewardship Council (FSC) att undersöka hur contortatalen sprids på bränd mark med tanke på kravet att en andel motsvarande fem procent av den föryngringsavverkade marken ska brännas (FSC 2024).

Hyggesbränning är en gammal metod för att förbereda marken för en ny generation skog där bränning av avverkningsrester och markvegetation minskar konkurrensen för kommande plantor. I en studie konstaterade Carlstedt (2009) att hyggesbränning ger tillräckligt lång exponeringstid för att fröna i kottarna ska dödas. Hyggesbränning kan därför enligt Carlstedt vara en säker metod för att eliminera risken för spontan självföryngring av contortatall efter avverkning av bestånden.

Flera utländska studier har även undersökt hur contortatall påverkas av brand. Studierna har bland annat kommit fram till att contortatalen är en trädart som är starkt beroende av brand för sin föryngring och som dessutom kan påverka både brandmönster och de ekosystem contortatalen finns i och sprids till. En av dessa studier (Schoennagel et al. 2003), undersökte hur brandintervall påverkar tätheten av contortaplantor efter brand i Yellowstone nationalpark.

Resultaten visade att kortare brandintervaller minskar frötillgången och leder till lägre planttäthet, medan längre brandintervaller möjliggör ackumulering av fler serotina kottar, vilket resulterar i högre planttäthet efter brand.

I en studie av Taylor et al. (2017) undersöktes hur spridning av contortatall påverkar mängden brännbart material och brandmönster i Patagonien och Nya Zeeland. De fann att mängden brännbart material och markvärme under simulerade bränder ökar med contortatallens ålder och täthet. Ett positivt samband mellan contortatallspridning och brand identifierades, där högre mängd brännbart material leder till högre markvärme under brand, vilket främjar högre täthet av contortatall efter brand. Ett tröskelvärde identifierades även, där tätheten måste vara över 1 000 träd per hektar före brand för att tätheten ska öka signifikant efter brand.

Davis et al. (2019) undersökte hur brand påverkar spridningen av contortatall i Patagonien genom en simulationsmodell. Studien visade att brand inte är nödvändig för att starta spridningen, men bränder i områden med minst 10 år gammal contortatall ökar både utbredningen och tätheten av träden. I studien konstaterade författarna ett samband mellan ålder, beståndstäthet och brand, där äldre och tätare bestånd främjar större bränder, vilket leder till ännu tätare etablering och vidare spridning efter brand. Studierna ovan betonar vikten av att förstå de komplexa interaktionerna mellan brand, självföryngring och spridning för att kunna förutse och hantera skogsekosystemens respons på bränder, särskilt med hänsyn till förväntade förändrade brandmönster på grund av klimatförändringar.

I ett område söder om Sveg som 2018 drabbades av en stor skogsbrand har Skogsstyrelsen (2021) genomfört tre inventeringar av bland annat självföryngring av contortaplantor vid fem fasta 20 x 20 meter stora provytor år 2019, 2020 och 2021. Arbetet är gjort med tanke på att det återkommande ska gå att följa utvecklingen på de ytor som självföryngrats.

1.2 Syfte och frågeställningar

Arbetet syftar specifikt till att undersöka hur skogsbrand påverkar självföryngring av contortatall i svenska skogsekosystem. Genom att analysera självföryngringen hos contortatall i samband med skogsbrand ökar även förståelsen för artens spridningsförmåga. Examensarbetet behandlar följande frågeställningar:

1. Gynnar brand contortatallens självföryngring?
2. Påverkar kombinerade kron- och markbränder självföryngringen av contortatall på ett annorlunda sätt än enbart markbränder?
3. Påverkar contortatallens ålder vid en skogsbrand självföryngringen?
4. I vilken omfattning självföryngrar sig contortatallen efter brand i tidigare tallbestånd?
5. Hur många contortaplantor har överlevt och tillkommit i Skogsstyrelsens försöksytor sedan 2018?

2. Material och metoder

2.1 Studieområde

Studien utfördes i Fågelsjö brandområde, beläget cirka 10 kilometer väster om Fågelsjö. Området som brann 2018 var cirka 4000 hektar stort. Dessutom inventerades ett contortabestånd som avverkats men inte brunnit alls 50 kilometer norr om Sveg.

2.2 Beståndsbeskrivning

I brandområdet inventerades fem stycken olika bestånd med olika historik och behandlingar efter branden. Dessutom inventerades ett bestånd utanför brandområdet som inte brunnit alls, se Tabell 1. Inventeringen av bestånden utfördes under juni och juli 2024.

Tabell 1. Inventerade bestånd i Fågelsjöbrandområde. Beståndet 689042-8738 som ej brunnit är beläget norr om Sveg. Tabellen visar areal, beståndshistorik samt åtgärd efter branden eller avverkning.

Bestånd	Areal (ha)	Beståndshistorik	Åtgärd
685047-6606	46	35-årig contorta. I halva beståndet brann mark och träd, i andra halvan brann enbart mark.	Avverkad
685047-6013	17	35-årig contorta. I hela beståndet brann mark och träd.	Avverkad
685047-5514	47	28-årig tall. I hela beståndet brann mark och träd.	Avverkad och planterad med tall 2021
685046-4175	36	13-16-årig contorta. I hela beståndet brann mark och träd.	Avverkad och planterad med tall 2022
685047-5702	2	31-årig contorta. Bara mark brann.	Avverkad
689042-8738	45	36-årig contorta. Ej brunnit.	Avverkad och planterad med tall 2022

2.3 Provytornas placering

Provytornas positioner i bestånden fastställdes genom att ett rutnät applicerades på kartor över bestånden, där rutnätets hörn markerade platser för cirkelprovytor. Alla bestånd förutom 5702 och 6606 (KB) inventerades med cirka 40 cirkelprovytor, se Tabell 2.

Tabell 2. Antalet provvytor i inventerade bestånd och beståndsdelar. (KB) hänvisar till den del av bestånd 685047-6606 där både trädkronor och mark har brunnit. (MB) Hänvisar till den del av beståndet där enbart marken har brunnit.

Bestånd	Areal (ha)	Antal cirkelprovytor
685047-6606 (KB)	24	21
685047-6606 (MB)	22	43
685047-6013	17	40
685047-5514	47	40
685046-4175	36	35
685047-5702	2	15
689042-8738	45	40

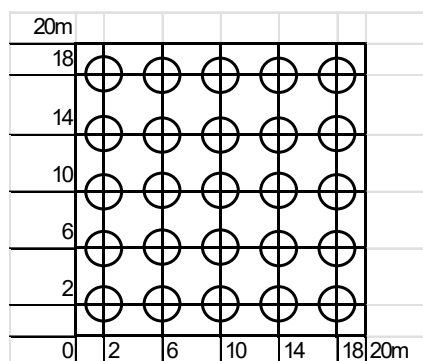
2.4 Inventeringsmetod

Inventeringen utfördes med cirkelprovytor med en radie på 1,78 meter, vilket ger en provyta på 10 kvadratmeter. Flygfoton från Holmen Skog användes för att identifiera områden där mark och träd brunnit från områden där endast marken brunnit. Provytorerna fastställdes av en mätstav där inventeraren roterade ett varv med mätstaven i provytans centrum.

I varje cirkelprovvyta räknades antalet plantor av contortatall och vanlig svensk tall. Höjden på den högsta contortaplantan i varje cirkelprovvyta mättes med en tumstock. Utöver det totala antalet tallplantor i cirkelprovvytan räknades även antalet plantor som kunde separeras med en 60-centimeters radie (potentiella huvudplantor).

2.5 Skogsstyrelsens fasta provvytor

Skogsstyrelsens fem fasta provvytor på 20x20 i meter i brandområdet återinventerades för att undersöka överlevnaden av plantorna sedan tidigare inventeringar. I varje fast provyta lades 25 stycken cirkelprovytor ut enligt ett rutnätsystem som mättes fram med hjälp av två måttband, se Figur 1. De 25 inventerade cirkelprovytorerna täckte cirka 62,5% av försöksytan. Antalet plantor i provvytorerna jämfördes sedan med Skogsstyrelsens tidigare inventeringar. Antalet plantor i ytorna räknades upp till plantor per hektar.



Figur 1. Placering av cirkelprovytor i Skogsstyrelsens fasta provvytor. I varje fast provyta placerades 25 cirkelprovytor som täckte cirka 62,5% av ytan.

2.6 Datainsamling och analys

För att notera insamlad data och koppla data till koordinater i bestånden användes ArcGis Field Maps. Den insamlade datan exporterades sedan till Microsoft Excel för sammanställning och analyser av medelvärden och testning med z-test.

Korrelationer beräknades med hjälp av funktionen dataanalys i Excel. Eftersom stickprovsstorlekar generellt var stora (>30) användes z-tester vid jämförelser av medelvärden även när fördelningen av plantor inte var normalfördelade.

2.7 Jämförelse av bestånd

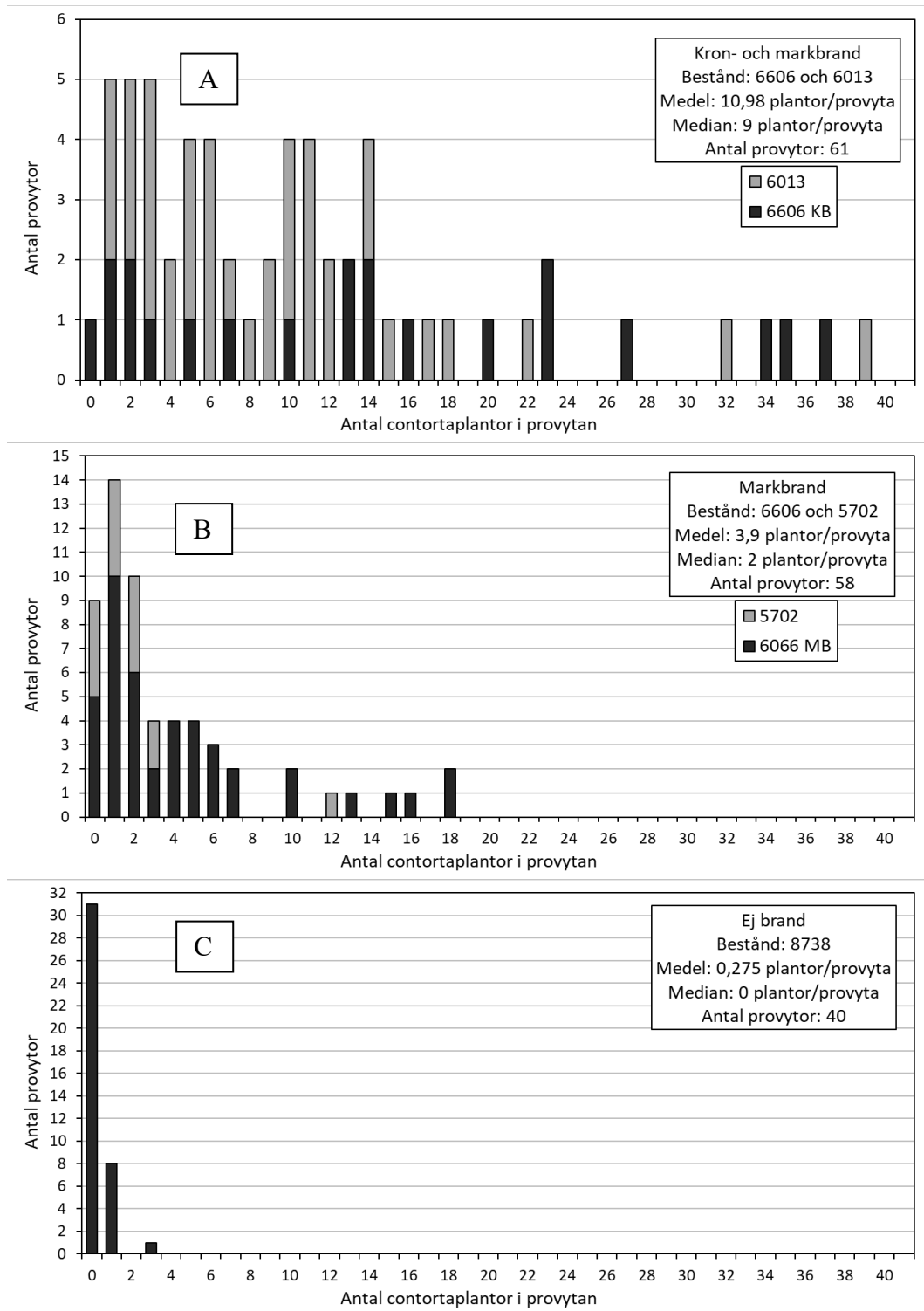
För att undersöka effekterna av olika brandtyper och behandlingar jämfördes antalet självföryngrade contortaplantor i bestånd som drabbats av olika typer av brand, med olika historik och olika behandlingar efter branden. Bestånd där både mark och träd brunnit jämfördes med bestånd där endast marken brunnit, samt med ett bestånd som inte brunnit alls.

För att undersöka vilken effekt olika brandtyper hade på tätheten av självföryngrade contortaplantor jämfördes antalet plantor som kunde separeras med 60 cm i de olika bestånden. Syftet var att undersöka om de var tillräckligt spridda i provytorna för att flera plantor ska kunna utvecklas till unga träd. Avståndet mellan plantor på 60 centimeter används också av Skogsstyrelsen (2022) vid taxering av återväxt.

3. Resultat

3.1 Självföryngring vid olika brandtyper

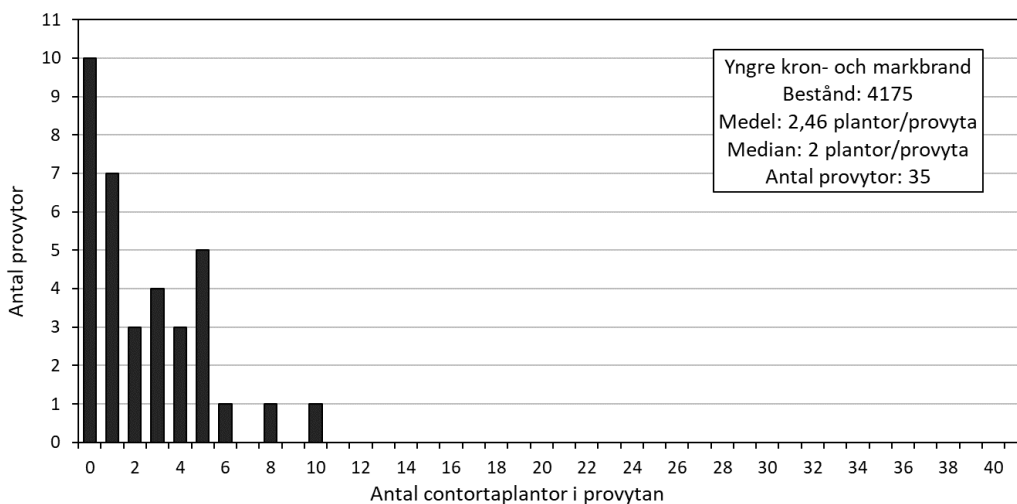
Inventeringen visade att antalet självförygrade contortaplantor varierar beroende på typen av brand som drabbat bestånden. Antalet självförygrade contortaplantor var signifikant högre i bestånd där både trädkronor och mark har brunnit (medel=10,98 n=61) än i bestånd där endast marken har brunnit (medel=3,9 n=58) ($z=5,12$ $p<0,001$ z-test). Dessutom var antalet självförygrade contortaplantor i obränt bestånd (medel=0,275 n=40) signifikant lägre än i bestånd med markbrand ($z=5,89$ $p<0,001$ z-test), se Figur 2. Medelvärdet av de högsta contortaplantorna i varje provyta skilde sig inte signifikant mellan bestånd som drabbats av kombinerad kron- och markbrand och enbart markbrand ($z=0,77$ $p>0,05$ z-test).



Figur 2. Antal självföryngrade contortaplantor i provytor som drabbats av (A) kron- och markbrand, (B) markbrand och (C) ej drabbats av brand. I (A) och (B) har data från två bestånd med liknande ålder och brandhistorik slagits samman.

3.2 Självföryngring i äldre och yngre bestånd

Vid jämförelse mellan äldre (35 år) och yngre (13-16 år) contortabestånd där både träd och mark brunnit, visar resultaten att antalet självföryngrade contortaplantar var signifikant lägre i det yngre beståndet (medel för yngre bestånd=2,46 n=35) ($z=6,48$ $p<0,001$ z-test), se Figur 3 och 2A.

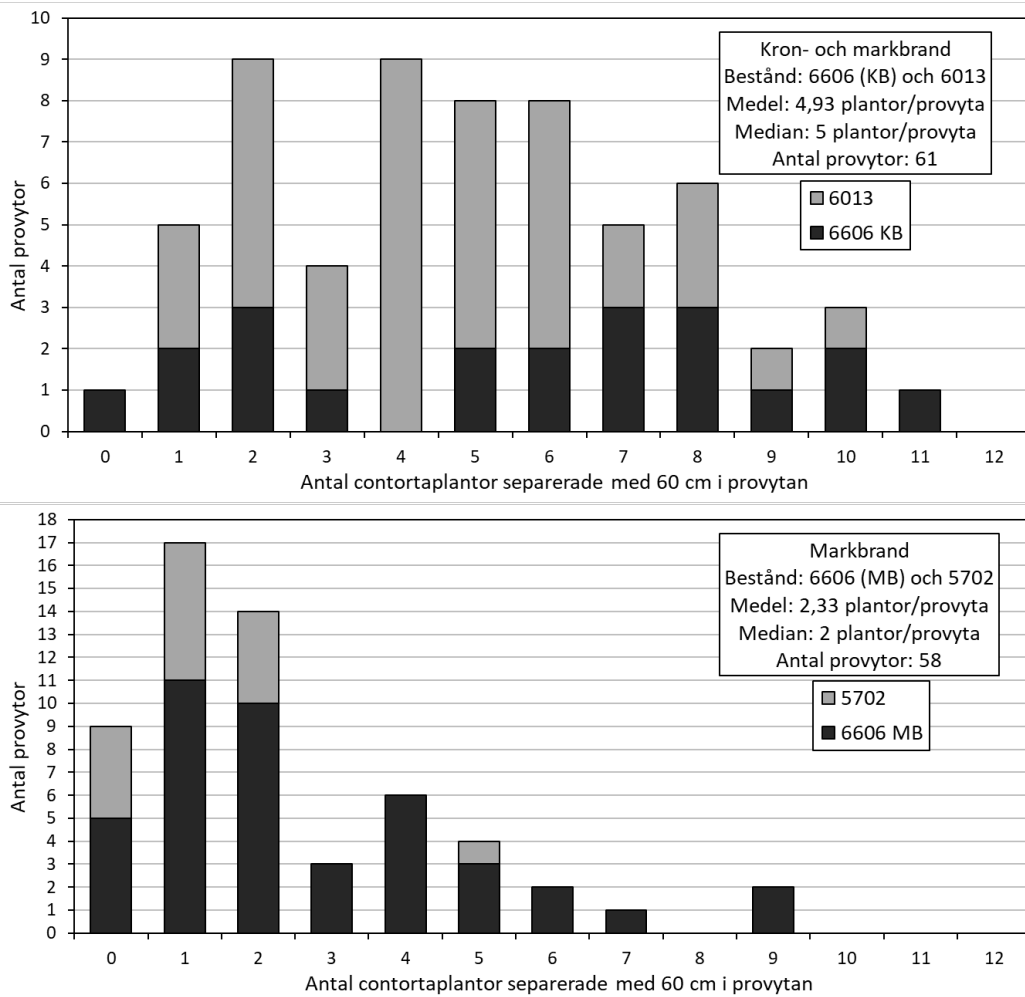


Figur 3. Antalet självföryngrade contortaplantar i ett yngre (13-16 år) bestånd som drabbats av kron- och markbrand. Antalet självföryngrade contortaplantar var lägre i det yngre beståndet jämfört med de två äldre (35 år) bestånden, se Figur 2A.

3.3 Plantornas separering

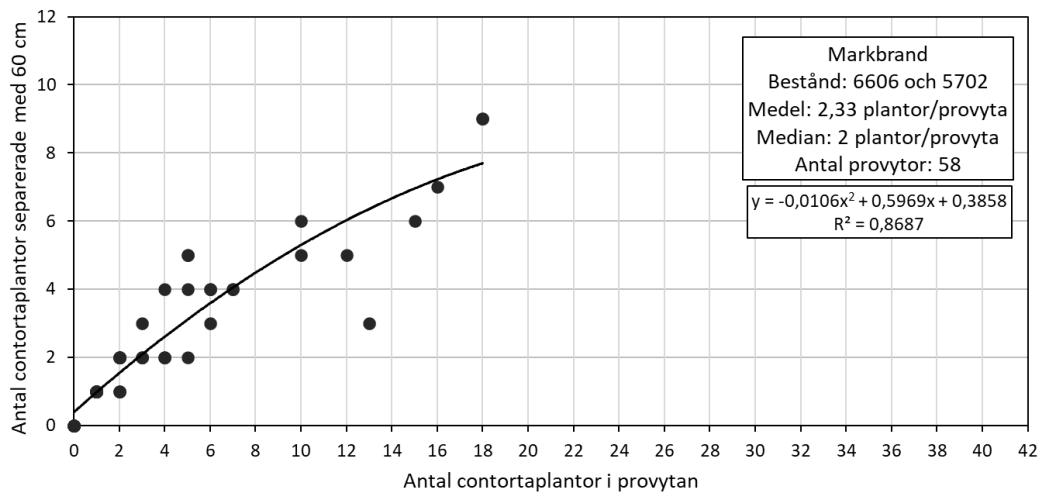
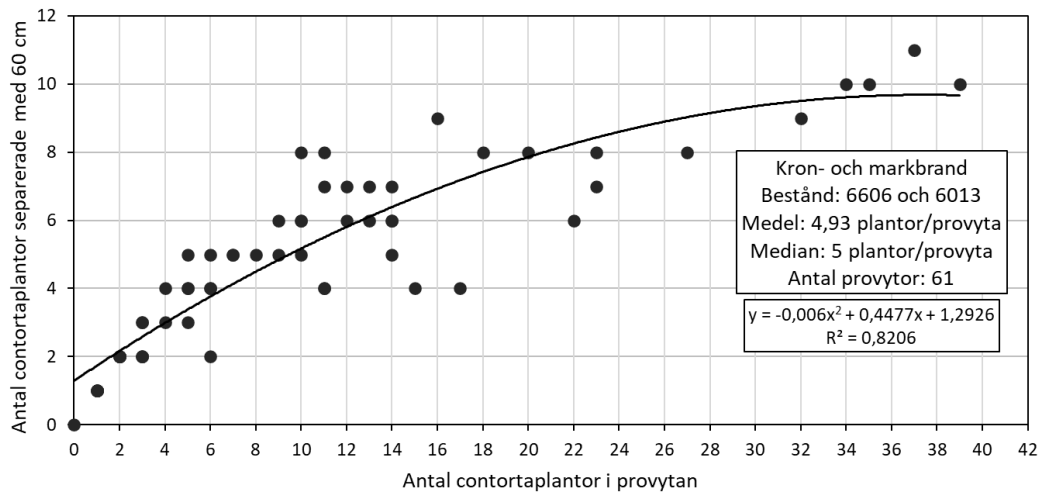
Vid inventeringen räknades även antalet plantor som kunde separeras från andra plantor med 60 centimeters mellanrum (huvudplantor). Separeringen studerades för att undersöka om plantorna var tillräckligt spridda i ytan för att flera plantor ska kunna utvecklas till unga träd. Inventeringen visade att två likåldriga bestånd som drabbats av brand där både trädens kronor och marken brunnit i genomsnitt hade 4,93 contortaplantar ($n=61$) som kunde separeras med 60 centimeters mellanrum inom den 10 kvadratmeter stora cirkelprovytan. I två likåldriga bestånd som enbart drabbats av markbrand var medelvärdet signifikant lägre, (medel=2,33 $n=58$) ($z=5,84$ $p<0,001$ z-test), se Figur 4.

Inventeringen från denna studie kan jämföras direkt med en återväxttaxering av Skogsstyrelsen genom att sätta ett tak på antalet räknade plantor per provyta till maximalt fem. Med denna metod uppmättes medelantalet plantor till 3,87 per hektar i bestånden som drabbats av kombinerad kron- och markbrand. Medelantalet var 2,12 plantor per hektar i bestånden som enbart drabbats av markbrand. Analysen visar även att 54 procent av provytorna i bestånden som drabbats av kron- och markbrand innehöll fem eller fler plantor. I jämförelse hade 16 procent av provytorna i bestånden som enbart drabbats av markbrand fem eller fler plantor.



Figur 4. Antalet contortplantor som kan separeras med 60 cm i provytor i bestånd som drabbats av kron- och markbrand respektive av enbart markbrand.

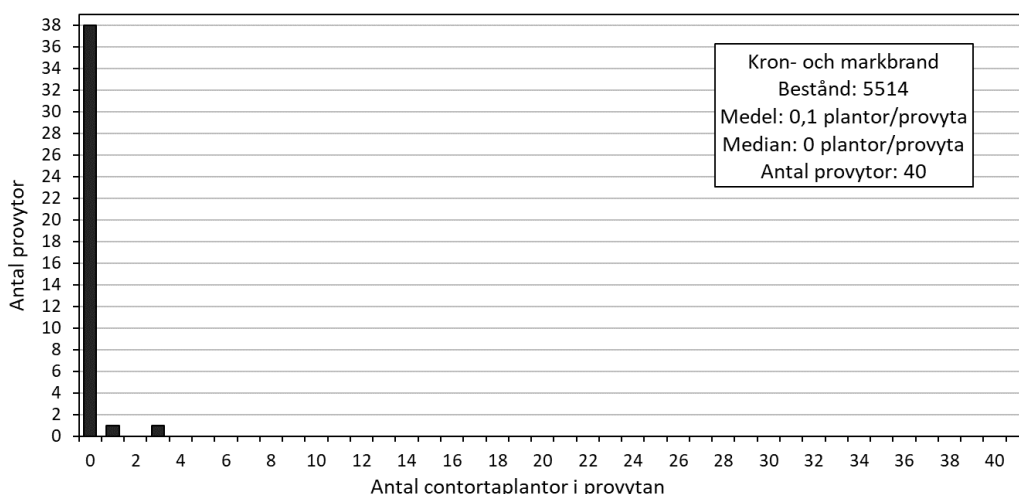
Antalet plantor i provytorerna som kunde separeras med 60 centimeter från en annan planta var korrelerad ($r_s=0,90$ $n=61$ $p<0,01$ respektive $r_s=0,96$ $n=58$ $p<0,01$ Spearman korrelation) med det totala antalet plantor i provytan. Däremot visar data att ökningen av antalet plantor som kan separeras med 60 centimeter inte sker i samma takt vid högre plantantal som vid lägre plantantal i provytan, se Figur 5.



Figur 5. Antalet contortplantor som kan separeras med 60 cm i provytor i bestånd som drabbats av kron- och markbrand respektive av enbart markbrand. Antalet punkter i figuren är lägre än antalet provytor (n=61 respektive n=58) på grund av överlappande värden.

3.4 Spridning till angränsande tallbestånd

Ett tallbestånd och ett äldre contortabestånd som gränsar till varandra brann samtidigt. För att studera eventuell spridning till tallbeståndet inventerades antalet självföryngrade contortplantor. Inventeringen visade att contorttalen inte spridit sig i någon större utsträckning till tallbeståndet. Totalt hittades endast fyra contortplantor i provytor, se Figur 6.



Figur 6. Antal självföryngrande contortaplantor i ett tallbestånd som brann samtidigt som angränsande contortabestånd. Endast fyra självföryngrande contortaplantor observerades i provytorna. Spridningen av contortaförn från angränsande contortabestånd var uppenbarligen mycket låg.

3.5 Utveckling av plantantal i fasta provytor

Inventeringsdata och data från Skogsstyrelsens tidigare års inventeringar av fasta provytor visar att antalet contortaplantor per hektar har ökat över tid, förutom i yta A1 där en liten minskning noterades mellan 2021 och 2024, se Tabell 3.

Provytorna A1 och A2 var belägna i ett bestånd av äldre contortaskog medan provytorna B3, B4 och B5 var belägna i ett bestånd som tidigare bestod av yngre contortaskog. Skillnaden i plantantal mellan dessa ytor överensstämmer med resultaten från mina egna provytor, där äldre och yngre bestånd uppvisade olika grader av självföryngring. På grund av att inventeringsdata delvis saknas för år 2021 och saknas helt för år 2022 samt 2023 går det ej att fastställa om ökningen av antalet contortaplantor varit kontinuerlig.

Tabell 3. Antal contortaplantor per hektar i Skogsstyrelsens fasta provytor i Fågelsjö brandområde. Data från 2019 till 2021 är hämtat från Skogsstyrelsen (2021).

Yta	År			
	2019	2020	2021	2024
A1	12 125	14 800	21 125	20 320
A2	8 725	9 500	11 300	13 680
B3	275	975	-	2 360
B4	475	1 675	-	4 720
B5	400	1 600	-	2 960

4. Diskussion

4.1 Huvudresultat

Resultaten från denna studie visar bland annat att antalet självföryngrade plantor av contortatall är högre efter brand och är olika beroende på typen av brand som drabbat beståndet. Det genomsnittliga antalet självföryngrade contortaplantor var signifikant högre i bestånd där både trädkronor och mark har brunnit jämfört med bestånd där endast marken har brunnit. Detta antyder att kombinerad kron- och markbrand skapar bättre förutsättningar för fröspridning och etablering av contortaplantor jämfört med enbart markbränder.

4.2 Jämförelse med tidigare studier

Resultaten överensstämmer med tidigare studier som visar att contortatallens serotina kottar öppnar sig vid den höga temperaturen som uppstår under bränder, vilket främjar fröspridning och efterföljande etablering (Schoennagel et al. 2003). Taylor et al. (2017) fann liknande resultat i Patagonien och Nya Zeeland, där större mängd brännbart material och högre markvärme under bränder ökade tätheten av självföryngrade contortaplantor. Davis et al. (2019) konstaterade också att äldre och tätare contortabestånd främjar större bränder och därmed ökar spridningen och etableringen av contortatall efter brand. Dessa studier indikerar att bränder generellt gynnar contortatallens spridning, vilket är i linje med artens naturliga ekologi.

Samtidigt som de tidigare studierna betonar contortatallens beroende av brand för spridning och föryngring, fokuserar de mer på naturliga bränder och deras effekter på lång sikt. Carlstedts (2009) studie kompletterar de tidigare studierna genom att visa att hyggesbränning kan vara en effektiv metod för att minska risker för spontan självföryngring av contortatall. Detta betonar vikten av att skilja mellan olika typer av bränder på grund av deras specifika effekter på frönas överlevnad och plantornas etablering.

4.3 Fördjupad analys av huvudresultaten

Det högre antalet självföryngrade plantor vid kron- och markbrand kan bero på flera faktorer. Förutom att serotina kottar öppnas av värmen, kan eventuellt även markens näringsinnehåll förändras genom att askan från den brända vegetationen tillför näringsämnen som främjar frögroning och planttillväxt. En annan möjlig förklaring kan vara att de serotina kottarna inte uppnått tillräckligt hög temperatur för att öppna sig och släppa frön när enbart marken under träden brunnit jämfört med när även trädkronorna brunnit. Mikroklimatet kan också förändras efter en brand, till exempel genom ökad ljusmängd och temperatur vid markytan, vilket gynnar groning och tillväxt.

Vid jämförelse mellan äldre och yngre contortabestånd där både träd och mark brunnit, visade resultaten att antalet självföryngrade contortaplantor var signifikant lägre i det yngre beståndet.

Detta kan bero på att äldre bestånd har en större fröbank och bättre förmåga att sprida frön jämfört med yngre bestånd (Davis et al. 2019).

Medelvärdet av de högsta contortaplantorna i varje provyta visade ingen signifikant skillnad mellan bestånd som drabbats av kron- och markbrand och de som endast drabbats av markbrand. Detta resultat indikerar att medan kronbränder verkar främja en högre täthet av självföryngrade plantor, påverkar de inte nödvändigtvis tillväxttakten hos de högsta plantorna. En möjlig tolkning är att tillväxttakten hos contortaplantor är mer beroende av andra faktorer såsom markens näringsinnehåll och mikroklimat snarare än typ av brand.

Mätningar i det avverkade contortabeståndet där ingen brand inträffat visade en mycket sparsam självföryngring. Detta stödjer befintlig kunskap om att brand troligtvis är en nödvändig faktor för att uppnå en betydande självföryngring av contortatall.

4.4 Praktiska tillämpningar och skogsförvaltning

Resultaten från denna studie har flera praktiska tillämpningar för skogsförvaltning och naturvård. Att förstå hur olika typer av bränder påverkar självföryngringen av contortatall kan hjälpa skogsförvaltare att utveckla bättre strategier för att hantera och kontrollera spridningen av arten. Kontrollerade hyggesbränningar kan vara ett effektivt verktyg för att hantera och kontrollera spridningen av contortatall där det är önskvärt att begränsa dess utbredning (Carlstedt, 2009), medan naturliga bränder kan bidra till dess spridning. För större FSC-certifierade skogsägare är detta särskilt relevant, då kravet på att en andel motsvarande fem procent av den föryngringsavverkade marken ska brännas (FSC 2024) kan kombineras med strategier för att begränsa spridningen av contortatall.

Resultaten i denna studie visar även att vid en eventuell skogsbrand i contortabestånd skulle man kunna förvänta sig en kostnadsfri föryngring i vissa bestånd, vilket är en ekonomisk fördel. Studien visar även att bränder generellt sett inte förväntas medföra ökade röjningskostnader i branddrabbade icke-contortabestånd som ligger nära eller gränsar till contortabestånd som också brunnit, eftersom spridningen av contortatall till angränsande bestånd verkar vara begränsad.

4.5 Antal plantor i förband

Inventeringen visade att antalet contortaplantor som kunde separeras från andra plantor med 60 centimeters mellanrum var signifikant högre i bestånd där både trädkronor och mark hade brunnit jämfört med bestånd där endast marken brunnit. Inte så förvånande visade sig antalet contortaplantor och antalet plantor som kunde separeras med 60 centimeter vara korrelerade men sambandet var inte linjärt. En slutsats som kan tas av detta resultat är däremot att contortabestånd som drabbats av kron- och markbrand med stor sannolikhet får en god föryngring men även eventuellt högre röjningskostnader vid höga stamantal.

I bestånd där enbart marken brunnit var plantorna glesare spridda, vilket kan vara gynnsamt för deras tillväxt och utveckling till friska träd. En glesare fördelning minskar konkurrensen om resurser såsom ljus, vatten och näringsämnen, vilket kan leda till en friskare etablering av contortatallarna. I dessa glesare bestånd kan även röjningskostnaderna potentiellt bli lägre.

4.6 Spridning till angränsande tallbestånd

Resultaten visade att contortatallarna inte spridit sig i någon större utsträckning till angränsande tallbestånd som brann samtidigt. Detta kan indikera att spridningen av contortatall främst sker inom bestånd där de redan är etablerade, och att spridningen till närliggande områden är begränsad. Det är dock viktigt att notera att även om spridningen var begränsad i denna studie, kan olika mark- och klimatförhållanden i andra områden leda till andra resultat. Därför behövs ytterligare studier för att förstå artens spridning i olika miljöer.

4.7 Plantantal i Skogsstyrelsens fasta provytor

Inventeringsdata visade en ökning av antalet contortaplantor per hektar över tid förutom i en yta där en liten minskning noterades. Denna ökning indikerar att contortatallarna har en god förmåga till självföryngring och överlevnad över tid, även om vissa variationer kan förekomma beroende på specifika beståndsförhållanden. Även resultaten från de fasta provytorna bekräftar tidigare studier som har visat på contortatallens förmåga att självföryngra och etablera sig efter brand (Taylor et al. 2017; Davis et al. 2019).

4.8 Kritisk granskning av studien

En styrka med denna studie är den omfattande datainsamlingen och användningen av både cirkelprovytor och fasta provytor för att mäta självföryngringen av contortatall. Dock finns det vissa begränsningar. För det första kan variationer i markförhållanden och väderförhållanden mellan åren påverka resultaten. För det andra är studien begränsad till ett specifikt geografiskt område, vilket kan påverka tillämpbarheten av resultaten.

En ytterligare begränsning är svårigheten att skilja contortatall från vanlig svensk tall (*Pinus sylvestris*), särskilt när plantorna är unga. Dessa två arter kan ha liknande utseende i tidiga tillväxtstadierna vilket kan leda till felaktig identifiering. För att minimera denna risk jämfördes flera olika kännetecken, men det finns fortfarande en möjlighet att några plantor kan ha identifierats felaktigt. Detta kan påverka noggrannheten i datainsamlingen och därmed resultaten.

För att ytterligare validera resultaten skulle det vara fördelaktigt att genomföra liknande studier i andra områden med varierande klimat- och markförhållanden. Dessutom kan en längre tidsuppföljning ge bättre insikter om de långsiktiga effekterna av olika brandtyper på självföryngring och spridning.

4.9 Behov av fortsatt forskning

Framtida forskning bör fokusera på att undersöka långsiktiga effekter av brand på självföryngringen av contortatall över olika geografiska områden och under olika klimatförhållanden. Det skulle också vara värdefullt att vidare studera effekten av olika intensiteter och frekvenser av bränder på självföryngringen och spridningen av contortatall. Även ytterligare studier av effekter av hyggesbränning skulle vara värdefulla.

Specifika forskningsfrågor kan inkludera:

1. Hur påverkar markens egenskaper och mikroklimat efter brand självföryngringen av contortatall?
2. Hur påverkar klimatförändringar frekvensen och intensiteten av bränder, och vad innebär detta för spridningen av contortatall i framtiden?

4.10 Slutsatser

1. Självföryngringen av contortatall är signifikant högre i bestånd där både kron- och markbränder har inträffat jämfört med enbart markbränder.
2. Äldre contortabestånd visar högre självföryngring jämfört med yngre bestånd efter brand.
3. Antalet plantor som kan separeras med 60 centimeter är korrelerat med antalet plantor i provytan och därmed högre i bestånd där både trädkronor och mark brunnit jämfört med enbart marken.
4. Spridningen till angränsande tallbestånd är begränsad, vilket kan indikera att spridningen av contortatall främst sker i etablerade bestånd.
5. Antalet contortaplantor per hektar ökar över tid, vilket visar på artens goda självföryngringsförmåga och överlevnad.

Dessa slutsatser kan användas för att utveckla effektiva skogsbruksstrategier och naturvårdsåtgärder för att hantera spridningen av contortatall i svenska skogar.

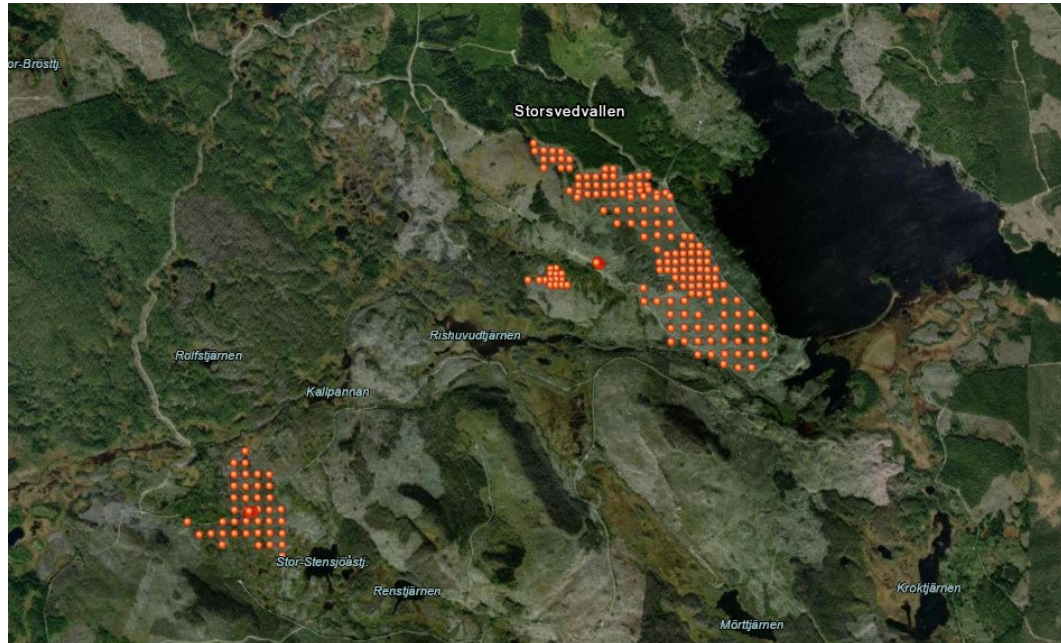
Referenser

- Bergsten, U., Sahlén, K. (2013). *Sådd*. Andra omarbetade upplagan. Skogsstyrelsens förlag. https://pub.epsilon.slu.se/4617/1/5_Sadd.pdf
- Carlstedt, F. (2009). *Kan risken för spontan contortaföryngring elimineras genom hyggesbränning?* (2009:2) SLU. Skogligt magisterprogram/Jägmästarprogrammet. https://stud.epsilon.slu.se/12337/1/carlstedt_f_171018.pdf
- Davis, K. T., Maxwell, B. D., Caplat, P., Pauchard, A. and Nuñez, M. A. (2019). Simulation model suggests that fire promotes lodgepole pine (*Pinus contorta*) invasion in Patagonia. *Biol Invasions*. 21, 2287–2300. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01975-1>
- Elfving, B., Norgren, O. (1995). *Tall eller contorta*. (Fakta Skog nr 15, 1995). SLU. <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog95/4s95-15.pdf>
- Engelmark, O. (2011). Contortatall i Sverige – ett storskaligt ekologiskt experiment. (Fakta Skog nr 9, 2011). SLU. https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog11/faktaskog_09_2011.pdf
- FSC (2024). *Brandgynnade arter får en andra chans*. <https://se.fsc.org/se-sv/brandgynnade-arter-far-en-andra-chans> [2024-04-20]
- Jacobsson, S., Hannerz, M. (2020). *Contortatallens självspredning i svensk skogsmark*. (1046-2020). Skogforsk. https://www.skogforsk.se/cd_20200417165726/contentassets/f9fb6396eb44453a83c2e70d90b6c6b8/arbetsrapport-1046-2020.pdf
- Schoennagel, T., Turner, M. G. and Romme, W. H. (2003). The Influence of Fire Interval and Serotiny on Postfire Lodgepole Pine Density in Yellowstone National Park. *Ecology*. 84 (11), 2967-2978. <https://www.jstor.org/stable/3449966>
- Skogsstyrelsen (2022). *Handbok Taxering av återväxt*. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/bruka-skog/ny-skog-efter-avverkning/handbok---taxering-av-atervaxt.pdf>
- Skogsstyrelsen (2021). *Exkursion på och kring uppföljningsytor efter skogsbrand 2018. Fågelsjö brandområde*. Skogsstyrelsen

Taylor, K. T., Maxwell, B. D., McWethy, D. B., Pauchard, A., Nuñez, M. A. and Whitlock, C. (2017). Pinus contorta invasions increase wildfire fuel loads and may create a positive feedback with fire. *Ecology*. 98 (3), 678-687. <https://www.jstor.org/stable/26164895>

Bilagor

Bilaga 1. Kartor



Figur 7. Karta över Fågelsjö brandområde med provtytor. Röda punkter avser cirkelprovtytor.



Figur 8. Karta över bestånd 8738 med provtytor. Röda punkter avser cirkelprovtytor.

Bilaga 2. Steg för steg redovisning hur jag fått fram resultaten av de statistiska testerna (z-test och korrelation).

z-test

Följande exempel är min jämförelse av medelvärden för stickprover från kron- och markbrand och enbart markbrand. Först beräknade jag medelvärden, varians och antal observationer av de två stickprov jag ville jämföra. Eftersom mina stickprov är >30 använde jag z-test. När jag har stora stickprov behöver inte värdena i stickproven vara normalfördelade. Därefter beräknade jag ett z-värde enligt formel.

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$z = (10,984 - 3,897) / \text{roten ur}(94,416/61) + (21,428/58) = 5,12$$

Jag jämför sedan z-värdet med de kritiska värdena 1,96, 2,58 och 3,29 för $p < 0,05$, $p < 0,01$ respektive $p < 0,001$

Mitt z-värde är större än 3,29 vilket innebär att $p < 0,001$

Jag drar slutsatsen att medelvärdena i de två stickproven är signifikant skilda.

Korrelation

Jag undersökte om antalet plantor i provytorna var korrelerat med antalet plantor som kunde separeras med 60 centimeter. Eftersom sambandet inte verkade vara linjärt använde jag spearman-korrelation. Jag rangordnade värdena i respektive stickprov i Microsoft Excel och därefter beräknade Excel ut korrelation med de rangordnade värdena.

Jag fick ett r_s -värde på 0,90 vilket vid jämförelse med kritiska tabellvärden för stickprov på 61 observationer innebar att $p < 0,001$.

Bilaga 3. Insamlade data

Insamlade data. Plantor 60 cm avser antalet plantor som kunde separeras med 60 centimeter. Höjd avser den högsta contortaplantan i provytan. Koordinater är angivna i decimalgrader.

Provyta	Brandtyp	Antal plantor	Contortaplantar	Tallplantor	Plantor 60 cm	Höjd (cm)	Bestånd	x-koordinat	y-koordinat
1	Kron och mark	11	11	0	4	81	6013	14,45523833	61,83809667
2	Kron och mark	11	11	0	4	66	6013	14,454	61,837475
3	Kron och mark	11	11	0	7	54	6013	14,45282667	61,83687
4	Kron och mark	6	6	0	2	30	6013	14,45159833	61,83683833
5	Kron och mark	9	9	0	5	53	6013	14,45036833	61,83627167
6	Kron och mark	1	1	0	1	37	6013	14,450425	61,83568833
7	Kron och mark	5	5	0	4	55	6013	14,45161833	61,83626333
8	Kron och mark	9	9	0	6	57	6013	14,45282667	61,83627667
9	Kron och mark	10	10	0	6	51	6013	14,454065	61,836885
10	Kron och mark	1	1	0	1	43	6013	14,45529833	61,83744667
11	Kron och mark	3	3	0	3	67	6013	14,45654	61,83742833
12	Kron och mark	11	11	0	8	47	6013	14,45528	61,836895
13	Kron och mark	6	6	0	4	73	6013	14,45407	61,83632333
14	Kron och mark	10	10	0	5	67	6013	14,45278667	61,83566167
15	Kron och mark	3	3	0	2	49	6013	14,45165333	61,83567833
16	Kron och mark	4	4	0	4	47	6013	14,45283167	61,83513667
17	Kron och mark	18	18	0	8	40	6013	14,45408167	61,835715
18	Kron och mark	7	7	0	5	58	6013	14,4553	61,83628167
19	Kron och mark	15	15	0	4	85	6013	14,45650167	61,83689667
20	Kron och mark	32	32	0	9	120	6013	14,457735	61,836905
21	Kron och mark	5	5	0	5	39	6013	14,45655667	61,83629
22	Kron och mark	10	10	0	8	43	6013	14,455315	61,83571333
23	Kron och mark	12	12	0	6	62	6013	14,45408	61,835135
24	Kron och mark	12	12	0	7	82	6013	14,45531333	61,83510167
25	Kron och mark	14	14	0	6	69	6013	14,45660667	61,83571167
26	Kron och mark	3	3	0	3	28	6013	14,45774667	61,83628833
27	Kron och mark	4	4	0	3	55	6013	14,45776167	61,83570667
28	Kron och mark	1	1	0	1	63	6013	14,45901333	61,83571833
29	Kron och mark	3	3	0	2	36	6013	14,45895667	61,83510167
30	Kron och mark	6	6	0	5	60	6013	14,457785	61,83512833
31	Kron och mark	2	2	0	2	59	6013	14,456525	61,83510833
32	Kron och mark	2	2	0	2	79	6013	14,45407833	61,83453333
33	Kron och mark	8	8	0	5	35	6013	14,455325	61,83453
34	Kron och mark	39	39	0	10	71	6013	14,45529667	61,83398667
35	Kron och mark	17	17	0	4	51	6013	14,45656167	61,83395167
36	Kron och mark	6	6	0	4	37	6013	14,45654167	61,83453667
37	Kron och mark	14	14	0	6	88	6013	14,4578	61,83452667
38	Kron och mark	5	5	0	4	85	6013	14,45787667	61,83398
39	Kron och mark	22	22	0	6	65	6013	14,459	61,83456
40	Kron och mark	2	2	0	2	79	6013	14,46026	61,83457833
46	Mark	7	7	0	4	67	6606 MB	14,45135333	61,84122333
47	Mark	4	4	0	2	66	6606 MB	14,45001333	61,84121

48	Mark	5	5	0	2	37	6606 MB	14,44859333	61,84175
49	Mark	7	7	0	4	60	6606 MB	14,44874333	61,84150167
50	Mark	13	13	0	3	59	6606 MB	14,44744333	61,84144167
51	Mark	2	2	0	2	33	6606 MB	14,44599902	61,84128477
52	Mark	5	5	0	5	69	6606 MB	14,444715	61,841235
53	Mark	15	15	0	6	99	6606 MB	14,44336167	61,841145
54	Mark	4	4	0	4	77	6606 MB	14,44205167	61,84120667
55	Mark	0	0	0	0		6606 MB	14,44077333	61,84115167
56	Mark	1	1	0	1	15	6606 MB	14,43937333	61,84116
57	Mark	2	2	0	2	28	6606 MB	14,43938	61,84181
58	Mark	3	3	0	3	26	6606 MB	14,44071	61,84181833
59	Mark	1	1	0	1	22	6606 MB	14,442115	61,841765
60	Mark	1	1	0	1	24	6606 MB	14,44335167	61,8418
61	Mark	0	0	0	0		6606 MB	14,44468667	61,84181167
62	Mark	18	18	0	9	99	6606 MB	14,44600833	61,84183167
63	Mark	1	1	0	1	23	6606 MB	14,447345	61,84183667
64	Mark	2	2	0	2	30	6606 MB	14,44863333	61,84247833
65	Mark	1	1	0	1	17	6606 MB	14,447325	61,8425
65	Mark	2	2	0	2	38	6606 MB	14,446055	61,842365
66	Mark	6	6	0	4	86	6606 MB	14,44335	61,842465
67	Mark	1	1	0	1	116	6606 MB	14,44331667	61,84299167
68	Mark	1	1	0	1	67	6606 MB	14,442095	61,84299833
69	Mark	5	5	0	4	39	6606 MB	14,44201833	61,84245
70	Mark	10	10	0	5	87	6606 MB	14,44068	61,84242
71	Mark	1	1	0	1	32	6606 MB	14,43931	61,84243333
72	Mark	3	3	0	2	77	6606 MB	14,43800333	61,84179667
73	Mark	2	2	0	1	76	6606 MB	14,43802167	61,84129
74	Mark	10	10	0	6	57	6606 MB	14,43665333	61,841395
75	Mark	0	0	0	0		6606 MB	14,438025	61,84238333
76	Mark	4	4	0	2	77	6606 MB	14,43666167	61,84306
77	Mark	4	4	0	2	61	6606 MB	14,435365	61,84304833
78	Mark	2	2	0	2	147	6606 MB	14,43664833	61,84368833
79	Mark	18	18	0	9	44	6606 MB	14,43534833	61,84369667
80	Mark	0	0	0	0		6606 MB	14,43401667	61,84367667
81	Mark	1	1	0	1	32	6606 MB	14,43271	61,84367667
82	Mark	16	16	0	7	91	6606 MB	14,43268833	61,84305333
83	Mark	6	6	0	3	118	6606 MB	14,43134333	61,84428
84	Mark	1	1	0	1	49	6606 MB	14,43113667	61,84483833
85	Mark	6	6	0	4	89	6606 MB	14,43268667	61,8443
86	Mark	5	5	0	5	105	6606 MB	14,43403167	61,84428833
87	Mark	0	0	0	0		6606 MB	14,43534333	61,84424
41	Kron och mark	3	3	0	2	80	6606 KB	14,45418833	61,83810167
42	Kron och mark	2	2	0	2	20	6606 KB	14,45213167	61,83809167
43	Kron och mark	1	1	0	1	42	6606 KB	14,45013	61,83716
44	Kron och mark	10	10	0	6	42	6606 KB	14,45009	61,83821833
45	Kron och mark	23	23	0	7	57	6606 KB	14,44804333	61,83807667
88	Kron och mark	0	0	0	0		6606 KB	14,45210333	61,83907167
89	Kron och mark	23	23	0	8	78	6606 KB	14,45009	61,83903833
90	Kron och mark	27	27	0	8	61	6606 KB	14,44801333	61,839065
91	Kron och mark	14	14	0	7	80	6606 KB	14,44604167	61,839045
92	Kron och mark	14	14	0	5	38	6606 KB	14,44396167	61,83903333
93	Kron och mark	13	13	0	7	78	6606 KB	14,452085	61,840025
94	Kron och mark	16	16	0	9	37	6606 KB	14,45004333	61,84001
95	Kron och mark	34	34	0	10	60	6606 KB	14,44801667	61,84001333

96	Kron och mark	5	5	0	3	44	6606 KB	14,44597833	61,840015
97	Kron och mark	35	35	0	10	47	6606 KB	14,44395333	61,839995
98	Kron och mark	20	20	0	8	54	6606 KB	14,44186167	61,839995
99	Kron och mark	13	13	0	6	35	6606 KB	14,43781333	61,84093667
100	Kron och mark	37	37	0	11	62	6606 KB	14,44596333	61,84096
101	Kron och mark	7	7	0	5	100	6606 KB	14,447985	61,84098333
102	Kron och mark	2	2	0	2	56	6606 KB	14,449995	61,84093
103	Kron och mark	1	1	0	1	34	6606 KB	14,45199667	61,84098667
104	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,462325	61,83349833
105	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,46031167	61,83346167
106	Kron och mark	1	0	1	1		5514	14,458275	61,83346333
107	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,45417667	61,83344667
108	Kron och mark	3	1	2	3	16	5514	14,45211167	61,83343667
109	Kron och mark	1	0	1	1		5514	14,45206667	61,83440167
110	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,45004667	61,833425
111	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,44799	61,83439167
112	Kron och mark	1	0	1	1		5514	14,44801667	61,83341667
113	Kron och mark	1	0	1	1		5514	14,45209833	61,83247333
114	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,454195	61,83247833
115	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,45638167	61,83246167
116	Kron och mark	1	0	1	1		5514	14,460335	61,83249667
117	Kron och mark	4	0	4	4		5514	14,46245167	61,83250667
118	Kron och mark	4	0	4	4		5514	14,464415	61,832515
119	Kron och mark	5	0	5	5		5514	14,46651167	61,83155833
120	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,46444167	61,83154333
121	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,46240333	61,83154
122	Kron och mark	0	0	0	0		5514	14,46032833	61,831565
123	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,45830333	61,83152833
124	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,45626167	61,831515
125	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,454205	61,83150833
126	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,452155	61,83149667
127	Kron och mark	6	3	3	4	19	5514	14,45216333	61,83052
128	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,45426	61,83056333
129	Kron och mark	0	0	0	0		5514	14,45625	61,83054333
130	Kron och mark	0	0	0	0		5514	14,458285	61,83058167
131	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,460355	61,83057167
132	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,46243	61,83056333
133	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,46448667	61,83059
134	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,46651667	61,83061833
135	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,46653333	61,82961667
136	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,46447	61,82960333
137	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,46242833	61,829605
138	Kron och mark	4	0	4	3		5514	14,46038	61,829595
139	Kron och mark	1	0	1	1		5514	14,458305	61,82958
140	Kron och mark	1	0	1	1		5514	14,45627333	61,82959167
141	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,46025833	61,828875
142	Kron och mark	2	0	2	2		5514	14,462465	61,82862333
143	Kron och mark	3	0	3	3		5514	14,464545	61,82865333
144	Kron och mark	0	0	0	0		4175	14,38691333	61,8226
145	Kron och mark	0	0	0	0		4175	14,38696667	61,82175
146	Kron och mark	3	0	3	3		4175	14,38522667	61,82175667
147	Kron och mark	5	4	1	3	108	4175	14,38521833	61,82091833
148	Kron och mark	3	2	1	3	34	4175	14,38699333	61,82092667
149	Kron och mark	11	10	1	7	44	4175	14,3888	61,82093667

150	Kron och mark	0	0	0	0		4175	14,39058167	61,82089833
151	Kron och mark	9	5	4	6	37	4175	14,39065	61,82008667
152	Kron och mark	3	3	0	3	61	4175	14,38879833	61,82008667
153	Kron och mark	3	1	2	3	26	4175	14,38701833	61,82005667
154	Kron och mark	1	0	1	1		4175	14,38522667	61,82007333
156	Kron och mark	3	2	1	2	44	4175	14,387055	61,81921333
158	Kron och mark	4	0	4	3		4175	14,390665	61,81922
159	Kron och mark	6	1	5	5	50	4175	14,38525667	61,81835167
160	Kron och mark	6	6	0	4	59	4175	14,38708167	61,81835167
161	Kron och mark	2	1	1	2	17	4175	14,38886167	61,81837
162	Kron och mark	2	1	1	2	75	4175	14,39060333	61,81835
163	Kron och mark	9	8	1	6	63	4175	14,39245	61,81837667
164	Kron och mark	6	5	1	3	60	4175	14,392485	61,81753667
165	Kron och mark	8	4	4	5	107	4175	14,390655	61,81752
166	Kron och mark	3	1	2	2	43	4175	14,388905	61,81753
167	Kron och mark	4	1	3	4	70	4175	14,38706667	61,81754
168	Kron och mark	0	0	0	0		4175	14,38528667	61,81750833
169	Kron och mark	2	0	2	2		4175	14,38346833	61,81749167
171	Kron och mark	4	2	2	4	20	4175	14,37989833	61,816555
173	Kron och mark	5	4	1	4	52	4175	14,38350667	61,81665333
175	Kron och mark	3	1	2	2	46	4175	14,387105	61,81666167
176	Kron och mark	7	5	2	5	64	4175	14,388895	61,81666667
177	Kron och mark	11	3	8	6	61	4175	14,390695	61,816665
178	Kron och mark	3	3	0	2	12	4175	14,39256833	61,816645
179	Kron och mark	5	5	0	5	33	4175	14,39256667	61,81582333
180	Kron och mark	1	0	1	1		4175	14,39261667	61,81502333
181	Kron och mark	8	5	3	7	61	4175	14,39072667	61,81583
182	Kron och mark	0	0	0	0		4175	14,38895667	61,81581333
183	Kron och mark	8	3	5	6	100	4175	14,38340833	61,81584333
184	Mark	0	0	0	0		5702	14,43453333	61,83580667
185	Mark	2	2	0	2	24	5702	14,43370667	61,83578
186	Mark	1	1	0	1	14	5702	14,43367167	61,83538833
187	Mark	2	2	0	1	61	5702	14,43454667	61,83537667
188	Mark	12	12	0	5	35	5702	14,43539667	61,83539167
189	Mark	1	1	0	1	9	5702	14,43539333	61,834975
190	Mark	0	0	0	0		5702	14,43454	61,83498667
191	Mark	2	2	0	1	35	5702	14,43369	61,83498167
192	Mark	1	1	0	1	10	5702	14,43283167	61,83497667
193	Mark	1	1	0	1	13	5702	14,43197	61,83496667
194	Mark	2	2	0	2	20	5702	14,43025333	61,83496333
195	Mark	0	0	0	0		5702	14,4337	61,83457833
196	Mark	3	3	0	2	32	5702	14,43454833	61,83458333
197	Mark	3	3	0	2	42	5702	14,43542333	61,83458167
198	Mark	0	0	0	0		5702	14,43626	61,83458833
325	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,54610167	62,21002833
326	Obrunnet	0	0	0	0		8738	13,54608333	62,21092833
327	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,54416167	62,21091667
328	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,54420667	62,21003167
329	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,544235	62,20911833
330	Obrunnet	0	0	0	0		8738	13,544275	62,20820667
331	Obrunnet	2	0	2	2		8738	13,542375	62,2082
332	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,540395	62,20816333
333	Obrunnet	4	0	4	4		8738	13,540355	62,20996667
334	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,53853833	62,2108

335	Obrunnet	0	0	0	0		8738	13,54026333	62,21177167
336	Obrunnet	0	0	0	0		8738	13,53835	62,21175667
337	Obrunnet	2	1	1	2	7	8738	13,53639167	62,212625
338	Obrunnet	2	0	2	2		8738	13,53830667	62,21265167
339	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,54022667	62,21266333
340	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,54016333	62,213565
341	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,53825	62,213545
342	Obrunnet	2	0	2	2		8738	13,53633333	62,21352333
343	Obrunnet	0	0	0	0		8738	13,53432667	62,21442167
344	Obrunnet	4	3	1	3	6	8738	13,53628667	62,21439667
345	Obrunnet	3	1	2	3	4	8738	13,53818333	62,21444167
346	Obrunnet	3	1	2	3	20	8738	13,540125	62,21447167
347	Obrunnet	3	0	3	3		8738	13,53816833	62,215325
348	Obrunnet	2	0	2	2		8738	13,53624167	62,21532167
349	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,53431333	62,21527167
350	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,53268833	62,21526167
351	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,53234833	62,216165
352	Obrunnet	2	0	2	2		8738	13,53422833	62,21618833
353	Obrunnet	4	1	3	4	13	8738	13,5362	62,21621
354	Obrunnet	2	1	1	2	19	8738	13,53811333	62,21623667
355	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,53614333	62,21710667
356	Obrunnet	3	0	3	3		8738	13,53421667	62,21708833
357	Obrunnet	3	1	2	3	9	8738	13,53232167	62,21706833
358	Obrunnet	3	1	2	3	9	8738	13,530375	62,21705
359	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,52845667	62,21703
360	Obrunnet	2	0	2	2		8738	13,52841	62,21792167
361	Obrunnet	2	1	1	2	10	8738	13,530335	62,21795833
362	Obrunnet	0	0	0	0		8738	13,53226167	62,217975
363	Obrunnet	1	0	1	1		8738	13,53415667	62,21804
364	Obrunnet	2	0	2	2		8738	13,53609333	62,21800333
224	Kron och mark	23	23	0	10	58	A1	14,44095833	61,83635833
225	Kron och mark	6	6	0	5	47	A1	14,44097	61,83633333
226	Kron och mark	5	5	0	5	50	A1	14,44107167	61,83630333
227	Kron och mark	17	17	0	7	54	A1	14,44107333	61,83628333
228	Kron och mark	7	7	0	5	43	A1	14,441165	61,83625667
229	Kron och mark	17	17	0	5	72	A1	14,44107167	61,83620833
230	Kron och mark	15	15	0	7	67	A1	14,44103333	61,83626
231	Kron och mark	14	14	0	7	81	A1	14,44097	61,83627
232	Kron och mark	11	11	0	6	72	A1	14,44091	61,83629833
233	Kron och mark	23	23	0	9	48	A1	14,44086167	61,83632333
234	Kron och mark	28	23	5	6	60	A1	14,44105333	61,8362
235	Kron och mark	38	38	0	11	57	A1	14,44100833	61,83621167
236	Kron och mark	8	8	0	6	54	A1	14,44091833	61,83624667
237	Kron och mark	28	28	0	7	68	A1	14,44087167	61,83625667
238	Kron och mark	16	16	0	7	43	A1	14,44083	61,83629
239	Kron och mark	7	7	0	5	47	A1	14,44107833	61,83618333
240	Kron och mark	24	24	0	6	58	A1	14,44091667	61,83620667
241	Kron och mark	19	19	0	6	40	A1	14,44085167	61,83621333
242	Kron och mark	33	33	0	6	56	A1	14,44083667	61,83623333
243	Kron och mark	20	20	0	8	43	A1	14,440785	61,83625667
244	Kron och mark	80	80	0	12	48	A1	14,44095167	61,83611167
245	Kron och mark	13	13	0	5	68	A1	14,44091	61,83614
246	Kron och mark	8	8	0	6	50	A1	14,44085167	61,83616667
247	Kron och mark	26	26	0	7	55	A1	14,440785	61,83621833

248	Kron och mark	27	27	0	7	37	A1	14,44070833	61,836215
199	Kron och mark	13	13	0	5	37	A2	14,44128	61,83601167
200	Kron och mark	6	6	0	4	26	A2	14,44120333	61,83603333
201	Kron och mark	6	6	0	5	39	A2	14,441115	61,836055
202	Kron och mark	19	19	0	9	32	A2	14,44109833	61,83608
203	Kron och mark	8	8	0	4	47	A2	14,44102333	61,83609833
204	Kron och mark	16	16	0	7	48	A2	14,441405	61,83605667
205	Kron och mark	9	9	0	5	44	A2	14,44125167	61,83606833
206	Kron och mark	10	10	0	6	57	A2	14,44120167	61,83609333
207	Kron och mark	7	7	0	4	43	A2	14,441115	61,83611
208	Kron och mark	4	4	0	3	56	A2	14,44107833	61,83613667
209	Kron och mark	4	4	0	4	46	A2	14,44114	61,83614833
210	Kron och mark	9	9	0	5	48	A2	14,44118	61,83615167
211	Kron och mark	41	41	0	11	60	A2	14,44124333	61,83611833
212	Kron och mark	10	10	0	6	34	A2	14,44130333	61,83609833
213	Kron och mark	35	35	0	10	33	A2	14,44136667	61,83607333
214	Kron och mark	2	2	0	2	48	A2	14,441415	61,836105
215	Kron och mark	21	21	0	7	32	A2	14,441335	61,83614667
216	Kron och mark	19	19	0	7	45	A2	14,441285	61,83615
217	Kron och mark	19	19	0	6	48	A2	14,44121833	61,83620333
218	Kron och mark	17	17	0	6	33	A2	14,44119	61,83619333
219	Kron och mark	7	7	0	4	30	A2	14,441465	61,83614167
220	Kron och mark	8	8	0	4	50	A2	14,44137	61,83616833
221	Kron och mark	10	10	0	6	59	A2	14,44131167	61,83620167
222	Kron och mark	20	20	0	7	42	A2	14,44129833	61,83622167
223	Kron och mark	22	22	0	7	38	A2	14,44119	61,83624833
249	Kron och mark	4	0	4	4		B3	14,38819	61,818315
250	Kron och mark	5	4	1	4	58	B3	14,38813333	61,81830667
251	Kron och mark	5	5	0	5	51	B3	14,38804333	61,8183
252	Kron och mark	6	6	0	4	68	B3	14,38799167	61,818295
252	Kron och mark	10	8	2	7	92	B3	14,38790833	61,8183
253	Kron och mark	7	5	2	6	90	B3	14,38797167	61,81824
254	Kron och mark	3	2	1	3	43	B3	14,38800667	61,81826333
255	Kron och mark	6	2	4	5	59	B3	14,38808	61,81828333
256	Kron och mark	3	1	2	2	22	B3	14,38815833	61,81828667
257	Kron och mark	4	0	4	4		B3	14,38824	61,81829333
258	Kron och mark	9	5	4	8	55	B3	14,38800667	61,81821667
259	Kron och mark	2	1	1	2	67	B3	14,38803667	61,81821667
260	Kron och mark	5	2	3	4	33	B3	14,38807833	61,81822333
261	Kron och mark	5	2	3	5	75	B3	14,38815667	61,818245
262	Kron och mark	4	1	3	4	80	B3	14,38824	61,81825
263	Kron och mark	2	0	2	2		B3	14,38793	61,81812667
264	Kron och mark	2	1	1	2	46	B3	14,38805167	61,81819
265	Kron och mark	2	1	1	2	40	B3	14,388125	61,81818833
266	Kron och mark	6	1	5	4	43	B3	14,38820833	61,818195
267	Kron och mark	3	2	1	3	29	B3	14,38825167	61,81820667
268	Kron och mark	5	3	2	3	35	B3	14,38797	61,81812667
269	Kron och mark	5	2	3	5	58	B3	14,38807167	61,81814667
270	Kron och mark	3	2	1	3	64	B3	14,38814667	61,81815333
271	Kron och mark	5	2	3	5	73	B3	14,388175	61,81814833
272	Kron och mark	6	1	5	4	34	B3	14,38828	61,81816833
273	Kron och mark	5	0	5	5		B4	14,38759333	61,81825833
274	Kron och mark	7	4	3	6	43	B4	14,38762167	61,81828
275	Kron och mark	5	5	0	3	39	B4	14,38771167	61,81828167

276	Kron och mark	5	2	3	4	69	B4	14,387795	61,81828333
277	Kron och mark	10	7	3	6	74	B4	14,387845	61,81830333
278	Kron och mark	5	2	3	5	50	B4	14,38757667	61,818255
279	Kron och mark	10	8	2	4	89	B4	14,38764167	61,81823833
280	Kron och mark	0	0	0	0		B4	14,387695	61,81826167
281	Kron och mark	0	0	0	0		B4	14,38780333	61,81826333
282	Kron och mark	6	3	3	6	117	B4	14,38786167	61,81827667
283	Kron och mark	5	3	2	5	55	B4	14,38786333	61,81823333
284	Kron och mark	7	5	2	4	48	B4	14,38782333	61,81822
285	Kron och mark	4	2	2	4	56	B4	14,38773667	61,81823833
286	Kron och mark	9	4	5	4	117	B4	14,38767667	61,818215
287	Kron och mark	4	1	3	4	78	B4	14,38758333	61,81820833
288	Kron och mark	9	8	1	6	70	B4	14,38794833	61,81817167
289	Kron och mark	13	10	3	6	73	B4	14,387825	61,81820167
290	Kron och mark	13	9	4	7	94	B4	14,387755	61,81819667
291	Kron och mark	10	7	3	6	86	B4	14,38768333	61,81818667
292	Kron och mark	6	6	0	3	78	B4	14,38762667	61,818175
293	Kron och mark	9	6	3	5	78	B4	14,38793	61,81819167
294	Kron och mark	7	5	2	5	77	B4	14,38784167	61,81816
295	Kron och mark	7	6	1	4	82	B4	14,38777	61,81815833
296	Kron och mark	8	5	3	5	99	B4	14,38770667	61,81814833
297	Kron och mark	10	10	0	4	95	B4	14,38763167	61,81814
298	Kron och mark	2	0	2	2		B5	14,38725833	61,818085
299	Kron och mark	12	7	5	7	92	B5	14,38734167	61,81807167
300	Kron och mark	8	5	3	5	119	B5	14,38744167	61,8181
301	Kron och mark	10	7	3	7	117	B5	14,38746667	61,81811
302	Kron och mark	5	4	1	4	70	B5	14,38756333	61,81811833
303	Kron och mark	5	3	2	3	95	B5	14,38753167	61,81814167
306	Kron och mark	5	3	2	3	48	B5	14,38746167	61,81813833
307	Kron och mark	3	0	3	3		B5	14,38736	61,81814
308	Kron och mark	8	5	3	5	93	B5	14,38731	61,81813167
309	Kron och mark	4	3	1	3	52	B5	14,38725167	61,81811833
310	Kron och mark	5	3	2	3	15	B5	14,38749667	61,81822
311	Kron och mark	2	1	1	2	87	B5	14,387445	61,81817333
312	Kron och mark	6	3	3	5	97	B5	14,38737333	61,81818167
313	Kron och mark	5	4	1	4	78	B5	14,38730333	61,81816
314	Kron och mark	3	1	2	3	34	B5	14,387235	61,81815833
315	Kron och mark	10	7	3	6	70	B5	14,38748667	61,81823833
316	Kron och mark	7	6	1	5	89	B5	14,38744167	61,81820667
317	Kron och mark	5	4	1	3	110	B5	14,38733667	61,81822
318	Kron och mark	1	0	1	1		B5	14,38729833	61,81819667
319	Kron och mark	4	0	4	4		B5	14,38720667	61,81819833
320	Kron och mark	3	2	1	3	53	B5	14,387225	61,818235
321	Kron och mark	5	2	3	3	25	B5	14,38731333	61,81820667
322	Kron och mark	2	0	2	2		B5	14,38735167	61,81824
323	Kron och mark	6	3	3	6	85	B5	14,38741333	61,81824833
324	Kron och mark	3	1	2	3	75	B5	14,38750333	61,81825667

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.