



Årsringsutvecklingen hos tall i relation till graden av kronskada vid brand

Undersökning på naturvårdsbrända områden i Västerbotten

Erik Dahlin

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp

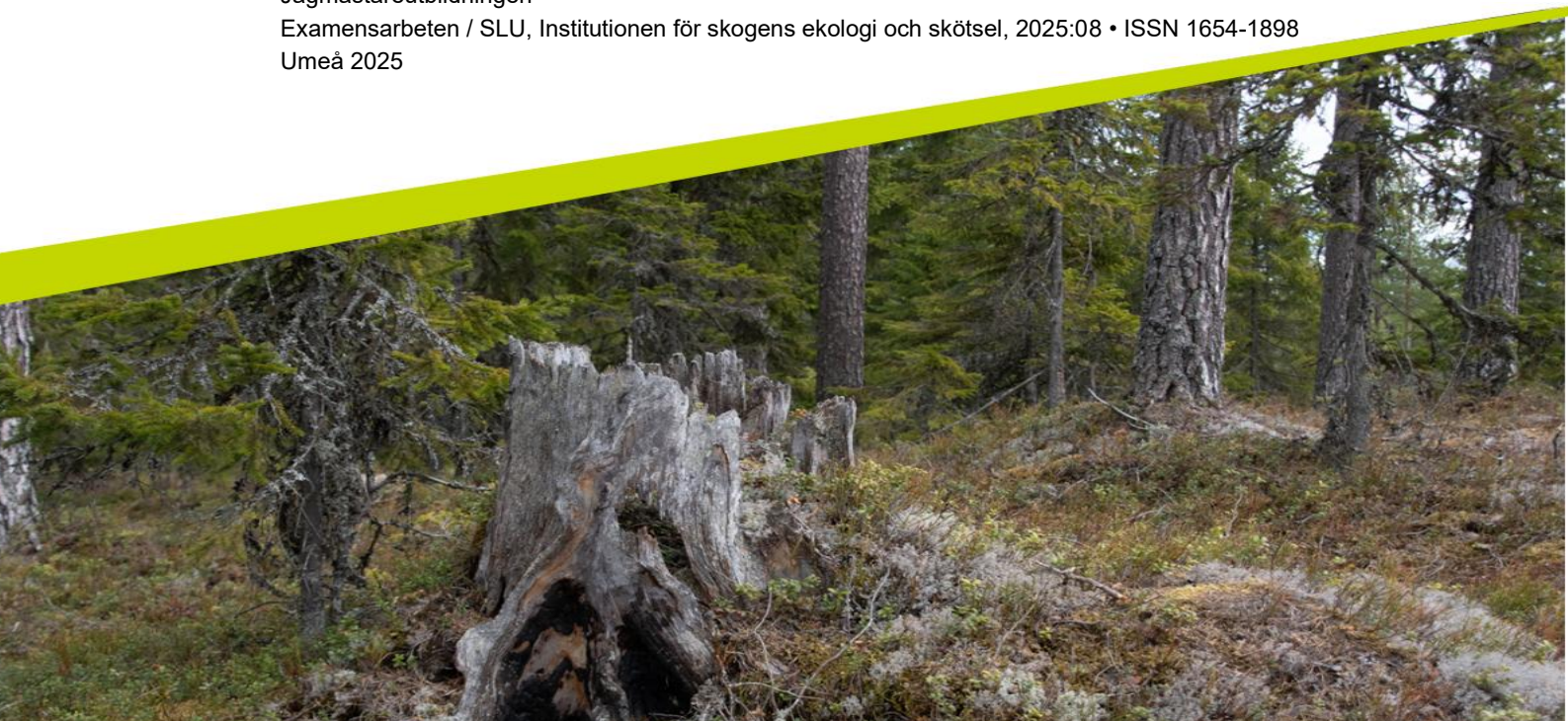
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Skogens ekologi och skötsel

Jägmästareutbildningen

Examensarbeten / SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, 2025:08 • ISSN 1654-1898

Umeå 2025



Årsringsutvecklingen hos tall i relation till graden av kronskada vid brand - Undersökning på naturvårdsbrända områden i Västerbotten

Annual ring development in scots pine in relation to the degree of crown damage during fire - Investigation of nature conservation burned areas in the county of Västerbotten, Sweden

Erik Dahlin

Handledare: Anders Granström, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Examinator: Johnny Schimmel, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad Nivå, A2E

Kurstitel: Masterarbete i Skogsvetenskap, A2E - Skogens ekologi och skötsel

Kurskod: EX0958

Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2025

Omslagsbild: Erik Dahlin

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Serietitel: Examensarbeten / SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Delnummer i serien: 2025:08

ISSN: 1654-1898

Nyckelord: *Pinus sylvestris*, brand, naturvårdsbränning, kronförlust, årsringar, tillväxt, stamkvistning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Sammanfattning

Jag har undersökt hur tillväxten hos tall (*Pinus sylvestris*) påverkas av brand. Utvärderingen gjordes via mätning av årsringsbredder på träd med varierande grad av kronförlust i branden inom sex områden i Västerbotten, som naturvårdsbränts 3-23 år tidigare. Direkt efter brand minskade tillväxten i snitt till nivån 75%, jämfört med 5-årsperioden före brand, för att sen återhämta sig. Återhämtningen stod i relation till hur stor andel av kronan som förlorats vid brandtillfället. Ju större kronförlust, desto längre tid för återhämtning. Tiden för återhämtning var ca 6-8 år för kronförlust mindre än 50%. Vid en större kronförlust hade återhämtningen inte kommit tillbaka till ursprungsnivån 10 år efter branden. Dessa resultat stämmer väl överens med studier som gjorts för stamkvistning. Kronskadornas omfattning beror på brandens intensitet i närheten av trädet samt trädets höjd.

Nyckelord: *Pinus sylvestris*, brand, naturvårdsbränning, kronförlust, årsringar, tillväxt, stamkvistning

Abstract

I have investigated how the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris*) is affected by fire. The evaluation was made by measuring the width of annual rings on trees in six areas in Västerbotten, which had been burned for conservation purposes 3-23 years earlier, and which had varying degree of crown scorch. Immediately after the fire, growth decreased on average to 75%, compared to the 5-year period before the fire, and then gradually recovered. The recovery was related to the proportion of the crown that had been lost in the fire. The greater the crown loss, the longer the recovery time. The recovery time was about 6-8 years for crown loss of less than 50%. In the case of a greater crown loss, recovery had not returned to the original level even 10 years after the fire. These results are in agreement with results from stem pruning studies. The extent of crown damage depends on the intensity of the fire in the vicinity of the tree and the height of the tree.

Keywords: *Pinus sylvestris*, fire, controlled burning, crown loss, annual rings, growth, stem pruning

Tack

Först vill jag tacka min handledare Anders Granström som har varit ett otroligt bra på att ge kritik och utveckla mina idéer och teorier. Att vara ute i fält och prata och diskutera har varit fantastiskt givande och utvecklat mitt sätt att se på brand och skog!

Jag vill även tacka Sveaskog och Holmen som låtit mig inventera deras skogar. Det här arbetet skulle inte varit möjligt utan deras medgivande.

Tack till Lars Östlund som hjälpte mig med slipning av mina borrhärdar så jag hade möjlighet att analysera dem och till Magdalena Fassl som hjälpte mig med programmen CooRecorder och CDendro!

Tack också till mina föräldrar som varit pelare i att få detta jobb avklarat och sist men inte minst till Åke Blomqvist som har varit ett underbart moraliskt stöd för mig genom arbetet!

Figurförteckning

Figur 1. Karta över områden i Västerbotten som studerats.	11
Figur 2. Exempel på tall i Karingberget med omfattande kronskador. Området brändes 2014.	12
Figur 3. Definition av mätningar som gjordes under fältarbetet.	13
Figur 4. Illustration på hur en borkkära limmats fast på en "trästicka och därefter slipats plan för att årsringarna skall framträda tydligt.	14
Figur 5 Exempel på trästicka med hel borkkära fastlimmad, som slipats plan.	14
Figur 6. Exempel på mätning av bredden på årsringar med början vid barken år 2024 Provet togs i Norsträsket, som brändes 6 juni år 2016. Notera att redan brandårets årsring är mindre, jämfört med de föregående åren, men att den stora reduktionen kom först året därefter.	15
Figur 7 a-f. Årsringsutvecklingen 1984-2024 för de olika områdena (medelvärde för respektive område). Brandåret är inritat som ett orange streck. Två naturvårdsbränningar har skett på Omdrev.	16
Figur 8. Utveckling av årsringsbredden efter brand (mm) jämfört med medelvärde 5 år före brand. En triangel markerar medelvärdet för de fem sista åren före brand. För ett område som brändes 2014 innebär det att medelvärdet är beräknat för perioden 2009-2013. För respektive område är det en medelvärdeskurva av alla provtagna träd som visas. En kvadrat anger sista mätpunkten för området (vilket i samtliga fall var 2024).	17
Figur 9. Procentuell utveckling av årsringsbredder under 10 år efter brand jämfört med utgångsläget. Utgångsläget är beräknat som ett medelvärde av årsringsbredden i alla provtagna träd under de senaste 5 åren före brandtillfället och har satts till 100% och markerats med en triangel. Punkterna för respektive område, visar medelvärdet av årsringsbredden hos alla provtagna träd i området vid olika år efter branden i relation till utgångsläget. En kvadrat anger sista mätpunkten för respektive område.	18
Figur 10 a-f. Procentuell utveckling av årsringar under 10 år efter brand för respektive område jämfört utgångsläget. Utgångsläget är beräknat som ett medelvärde av årsringsbredden i alla provtagna träd under de senaste 5 åren före brandtillfället och har satts till 100%. Varje träd representeras av en färgad linje och svart linje är medelvärdet för alla provtagna träd inom området.	19
Figur 11, Procentuell årsringsutveckling för tallar med olika kronförluster, indelat i grupper 0-25%, 26-35%, 36-55%, 56-70% och mer än 70% förlust. Triangel är startpunkt 100%. (Se figur 11 för ytterligare förklaringar).	20

Figur 12. Procentuell utveckling av årsringsbredden i respektive område, sorterat efter graden av kronförlust (a-e). Triangel markera startpunkten som är satt till 100% och baseras på medelvärdet 5 år före brandtillfället. Kvadrat markerar sista mätpunkten i respektive område. Svart linje visar medelvärde för alla områdena i respektive kronförlustgrupp.	21
Figur 13 a-h. Punktdiagram där varje träs relativa årsringsbredd vid olika år efter brand, ställt mot dess kronförlust, med trendlinje för utveckling. Observera att alla punkter ej syns vid denna 200% skala. Se figur 19 i bilaga för en automatskalad figur.....	22
Figur 14. Visar trendlinjens skärningspunkt av y-axeln vid de olika åren efter brand i Figur 13 a-h.	23
Figur 15. Procentuell årlig diametertillväxt efter stamkvistning på ett 11-årigt bestånd (Omarbetat efter Bennet, 1954 se Callin, 1965).	25
Figur 16. Procentuell årlig diametertillväxt efter stamkvistning på ett 25–35-årigt bestånd (Omarbetat efter Vuokila 1960 se Callin, 1965).	25
Figur 17 Antal provtagna träd i olika åldersklasser	31
Figur 18 Automatisk Skalning av Figur 13 i rapport för att visa datapunkter >200%	32

Innehållsförteckning

Innehåll

Sammanfattning	3
Abstract	4
Tack.....	5
Figurförteckning.....	6
1. Bakgrund och syfte	9
2. Metodbeskrivning	11
2.1 Fältarbete	11
2.2 Utvärdering av borrhärdor	13
3. Resultat	16
3.1 Översikt över årsrings-utveckling i de olika områdena 1984-2024...16	
3.2 Utveckling av årsringar efter brand i de olika områdena.....17	
3.3 Relativ årsringsbredd mot kronförlust	19
3.3.1 Indelat utefter graden av kronförlust	19
3.3.2 Relativ årsringsbredd avsatt mot kronförlust.....21	
4. Diskussion.....	24
5. Slutsats	27
Referenser	28
Populärvetenskaplig sammanfattning	30
Bilagor.....	31

1. Bakgrund och syfte

De boreala skogarna har påverkats av brand genom historien. Bränderna i de svenska skogarna har varit historiskt lågintensiva vilket har gjort det möjligt för äldre tall att överleva upprepade bränder. Med den moderna skogsindustrins utveckling och effektiv brandbekämpning har skogsbränder i Sverige minskat dramatiskt. När värdet av virket ökade under senare delen av 1800-talet blev brandbekämpning viktig för skogsbruket och ett ekonomiskt argument för att på olika sätt motverka bränder (Hellberg et al., 2004; Nilsson, 2005). På torr och frisk mark i Sverige har det historiskt brunnit omkring 1% av arealen per år, med brandintervaller 10 till mer än 250 år, beroende på var i Sverige trakten ligger (Wikars & Niklasson, 2006.) Men i dag så brinner årligen (i medeltal) bara ca 3200 ha (Sjöström & Granström 2023), dvs en areal motsvarande mindre än 0,016% av den svenska skogsarealen.

I och med att bränderna har minskat avsevärt har detta haft stor ekologisk påverkan på naturen. Branden har varit en av de viktigaste ekologiska störningarna i svensk natur. Eftersom bränderna i hög grad har försvunnit som störning så har populationen av många pyrofila arter (mer eller mindre brandberoende arter) minskat starkt och är nu rödlistade eller är starkt hotade. På 1990-talet infördes naturvårdsbränning i Sverige (Nilsson, 2005), med inspiration från USA, som en åtgärd för att återskapa och restaurera de brandpräglade skogarna som historiskt har funnits. Den första naturvårdsbränningen i Sverige genomfördes av Stora Enso i Hälsingland 1990 och den första naturvårdsbränningen i ett naturreservat genomfördes 1993 i Västernorrland (Ibid.)

I och med att certifieringen, FSC och PEFC (*FSC Principer och kriterier*, 2024; *Svenska PEFC-Standarden*, 2024) inkluderar ett visst krav på bränning, innebär det att naturvårdsbränningar ökat under senare år. Enligt FSC och PEFC ska större skogsägare med över 5000 hektar genomföra naturvårdsbränningar på minst 5% av förnygringsarealen på torr och frisk mark. Vid certifiering kan arealen multipliceras med en uppräkningsfaktor beroende på lämnad volym på området som naturvårdsbränts (ibid.) Många brandberoende arter har gynnats med dessa åtgärder av restaurering av brand.

Vår inhemska tall-art (*Pinus sylvestris*) har flera anpassningar för att överleva lågintensiva bränder. Dess skorp bark är ett skydd för floemet och kambiet mot brandens värme. I partier där kambiet ändå skadas genererar tallen kåda i försvar (Krokene et al., 2008). Även vid andra skador (Munters, 2024) genereras kåda för

att täppa till sår och skydda mot insekter och svampar. Vidare innebär tallens kvistrensning och högt ansatta krona minskad risk för kronbrand.

Liksom alla olika växters barr/löv dör tallens barr vid 60°C (Michaletz & Johnson, 2008). De varma rökgaser som genereras av elden stiger snabbt och blandas upp med luften omkring vilket leder till att temperaturen sjunker med ökande höjd över flammorna. Ju högre brandintensitet desto längre flammor och desto högre upp i trädkronorna dör barren. Det innebär att graden av kronskador inom ett och samma bandområde kan variera starkt, beroende på hur elden gått fram. Barrdödsgränsen är permanent eftersom tallen inte kan återbilda nya barr när knopparna dött värmedöden. Kronförluster bör leda till nedsatt vitalitet och minskad tillväxt, men jag har inte hittat några studier som analyserar detta för svenska förhållanden.

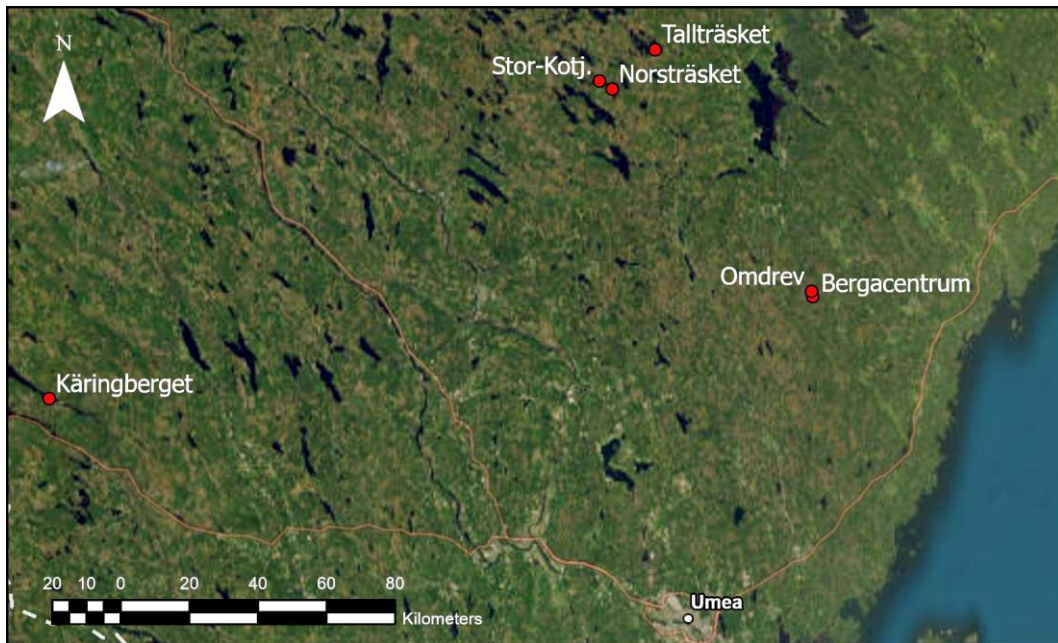
Jag har studerat sambandet mellan kronförlust och tillväxt de närmaste åren efter brand. Uppkvistning vid brand har dock vissa paralleller med stamkvistning av tall eftersom man i båda fallen reducerar kronvolymen underifrån, även om stamkvistning bara görs på relativt unga träd. Det finns flera undersökningar där man varierat graden av stamkvistning och analyserat tillväxtreaktionen. (Callin, 1965) sammanställde olika kvistnings undersökningar. Sammanfattningsvis visar studier att med 50% borttagning av den gröna kronan gick diametertillväxten ner till 60% första året för att efter 4 år återhämta sig i tillväxt. Vid mer än 50% stamkvistning tog det längre tid för tillväxten att komma tillbaka till 100%.

Syftet med mitt arbete är att undersöka effekten av brand på tillväxten hos tallar genom att mäta årsringarnas bredd före och efter en brand. Det är även av ekologiskt intresse att se hur stora kronförlust tallar kan klara av. I brist på "vilda" bränder har jag utnyttjat naturvårdsbrända områden.

2. Metodbeskrivning

2.1 Fältarbete

Efter diskussion med David Rönnblom, naturvårdsspecialist på Holmen Skog AB och med egen bränningsfirma, valdes 6 områden i Västerbotten ut för fältarbete. Samtliga bränningar genomfördes av David, över åren 2001–2021 (Figur 1).



Figur 1. Karta över områden i Västerbotten som studerats.

Ett tiotal tallar provtogs på respektive område. Dessa valdes ut för att representera ett vitt spektrum vad gäller kronskador. Information om varje träd samlades in: diameter, övre sothöjd, nedre sothöjd, höjd till nedersta levande gren, nedersta gren som bedömts ha dött i branden, kronförlust, och barktjocklek i brösthöjd (Tabell 1). Bilder togs också på alla träd (exempel i Figur 2.) För definitioner se Figur 3.

Kronförlust har bedömts visuellt, alltså hur stor den gröna kronan var vid mättillfället jämfört med bedömd krona före brand. Kronan före brand har bedömts utifrån hur de döda grenarna sett ut. Stora grenar med många "små tunna kvistar" kvar har bedömts ha dött vid brandtillfället från hettan, medan grenar nedanför som inte har några "små tunna kvistar" kvar har bedömts vara resultatet av naturlig kvistrensning, långt före branden.

Tabell 1. Data för de olika brännorna och provtagna träd.

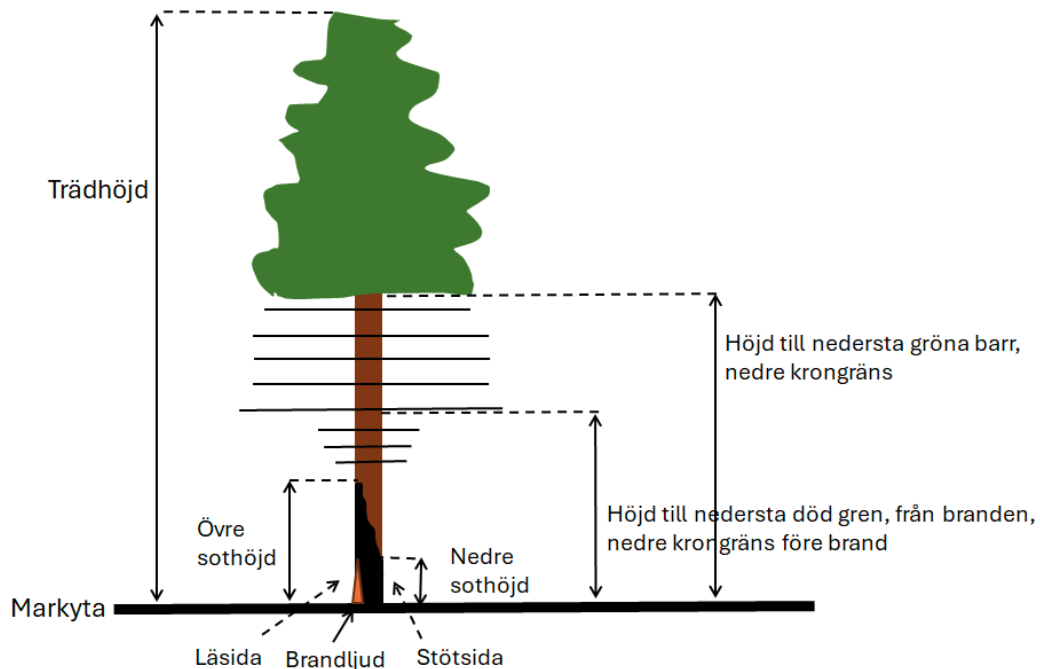
Plats	Markägare	Brandår datum	Antal träd	Ålder	Höjd (m)	Diameter (cm)	Barktjocklek (cm)	Kronförlust %	Övre sothöjd (m)	Nedre sothöjd (m)	Till grönt (m) Nedre krongräns	Till död gren (m) Nedre krongräns före brand
Omdrev	Holmen	juni 2001 och 2021-07-02	10	68-163	8-15	10-26	0.4-3	1-85	0.2-2.7	0.14-0.5	3.5-10	0-6.6
Stor-kotj	Holmen	2007-06-18	7	110-159	12-18	15-26	0.8-2.6	3-70	1.1-6	0-2	8.2-14	7.3-123
Kärringberget	Sveaskog	2014-07-11	12	16-219	7-19	9-32	0.6-2.1	0-75	0.6-4.1	0.2-2	2.5-16	0-10.3
Norsträsket	Holmen	2016-06-06	10	71-144	12-18	15-28	0.8-2.8	3-80	1.1-4.1	0.2-4.5	7.6-12	2.8-7.8
Bergacentrum	Holmen	2017-06-15	11	77-167	11-21	16-28	0.4-1.8	0-90	0.2-3.1	0.05-8.6	6-16	0-12
Tallträsket	Holmen	2019-07-24	10	79-154	15-23	20-41	0.6-2.2	3-85	0.3-3.3	0.05-1.95	0.3-20	2.4-13



Figur 2. Exempel på tall i Kärringberget med omfattande kronskador. Området brändes 2014.

Diametern korsklavades i brösthöjd (dbh). Barktjocklek mättes i brösthöjd med mätare från Haglöfs. Om trädet hade ett synligt brandljud noterade jag dess höjd och andel av stammens omkrets.

Haglöfs höjdmätare EC II-D användes för att ta diverse höjdmått på tallarna, såsom total trädhöjd, höjd till nedersta gröna barr (nedre krongräns), höjd till nedersta gren som bedömts ha dött i branden (alltså ursprunglig nedre krongräns före brand), nedre sothöjd samt övre sothöjd Figur 3).



Figur 3. Definition av mätningar som gjordes under fältarbetet.

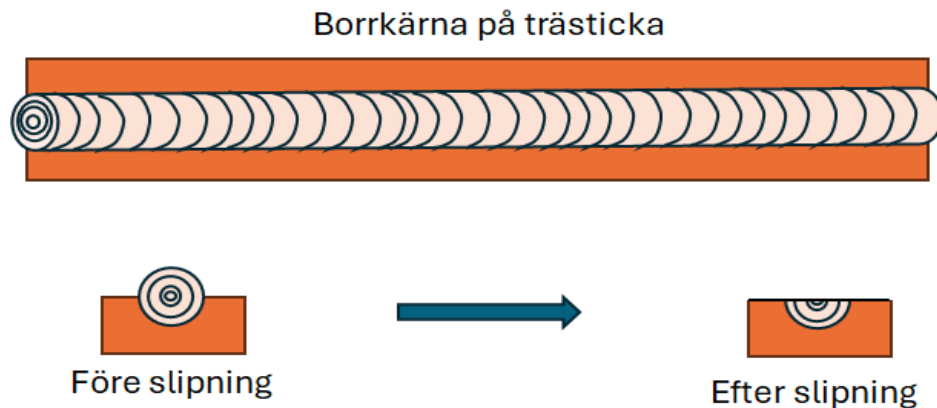
För träd på plan mark blir sotningshöjden alltid lägst på den sida som vetter mot vinden, dvs på stötsidan. På läsidan av trädet drar flammorna betydligt högre och hänger också kvar längre där. Därför är det främst på läsidan man kan få stamskador, det vill säga nekros i floem och kambium, vilket senare visar sig i form av ett brandljud (Michaletz & Johnson, 2008) (Figur 3). Av de studerade träden hade ca 30% brandljud, men nästan uteslutande små och låga.

På varje provträd togs en borrhärna med en 5 mm tillväxtborrh på stötsidan i brösthöjd 1,3 m över mark.

2.2 Utvärdering av borrhärnor

Jag hade förberett trästickor med ett spår, där borrhärnorna limmades fast. Därefter slipades borrhärnan plan med en slipmaskin så att årsringarna syntes tydligt (Figur 4).

Borrkärnorna har efter detta skannats in med en Epsilon Scanner, upplösning 3200 dpi.



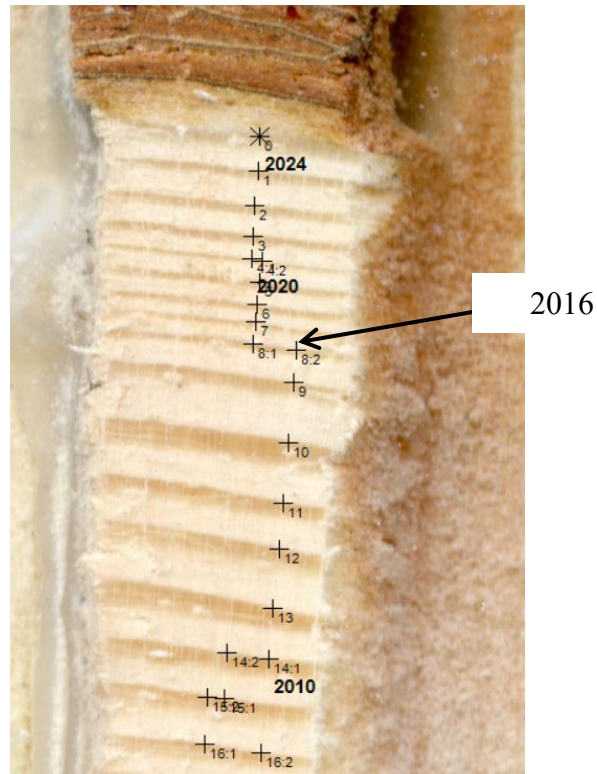
Figur 4. Illustration på hur en borkkärna limmats fast på en "trästicka" och därefter slipats plan för att årsringarna skall framträda tydligt.

Figur 5 visar en hel borkkärna som är fastlimmad på "trästicka" och slipad. För att analysera borkkärnorna skannade jag bilder av dem som importerades i programmet Coorecorder. I detta program markeras varje årsring på borkkärnorna börjar från barken och inåt. Varje årsring får en koordinat (Figur 6).

Koordinaterna som skapats i Coorecorder läses av i programmet CDendro vilket skapar en fil innehållande mätvärden för varje årsringsbredd. Rådata har sedan lagts in i Excel för utvärdering och bearbetning. Programmen Coorecorder och CDendro är datorprogram som vanligtvis används för dendrokronologi.



Figur 5 Exempel på trästicka med hel borkkärna fastlimmad, som slipats plan.

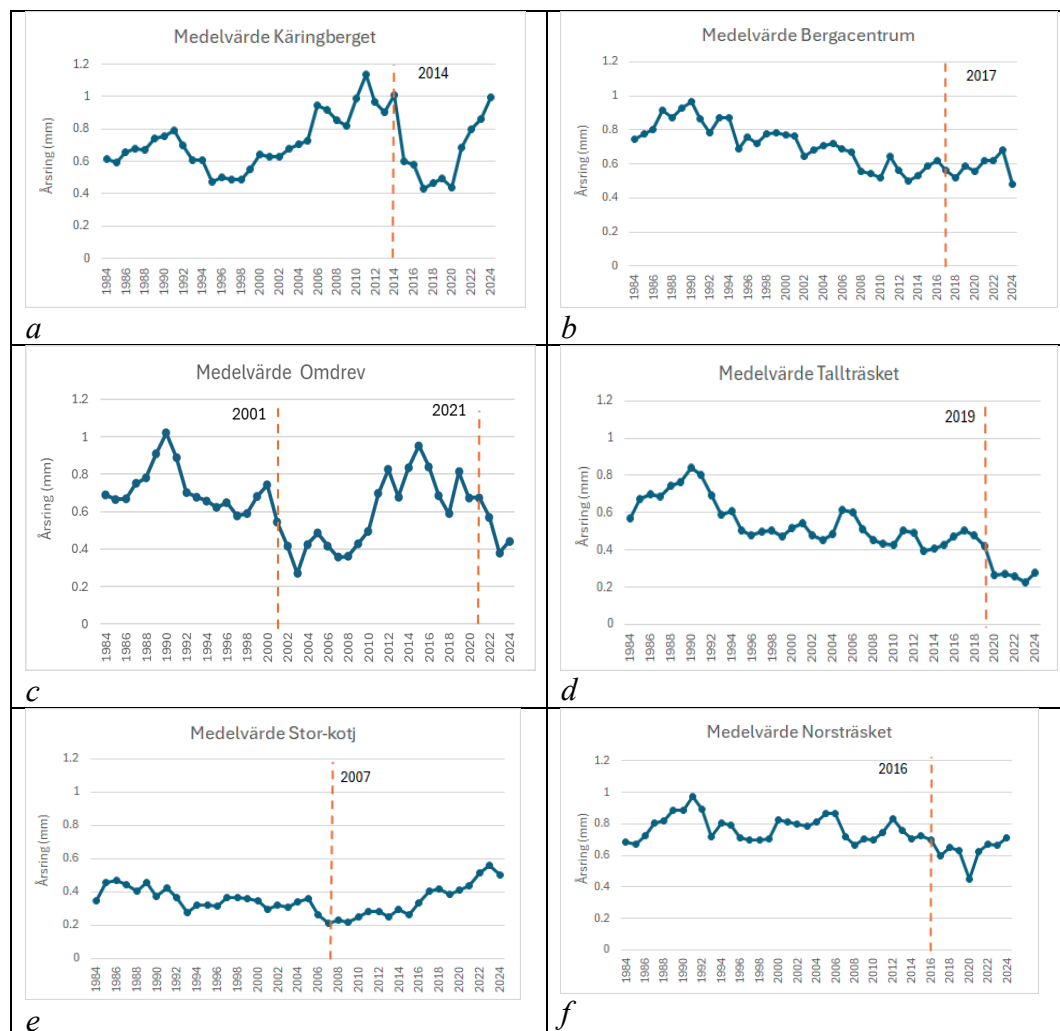


Figur 6. Exempel på mätning av bredden på årsringar med början vid barken år 2024. Provet togs i Norsträsket, som brändes 6 juni år 2016. Notera att redan brandårets årsring är mindre, jämfört med de föregående åren, men att den stora reduktionen kom först året därefter.

3. Resultat

3.1 Översikt över årsrings-utveckling i de olika områdena 1984-2024

Medelvärden för årsringsbredden i respektive område uppvisade en relativt stor variation över perioden. Den var ungefär lika stor för fyra av områdena: Käringsberget: 0,4 -1,1 mm (Figur 7a), Bergacentrum: 0,5-1 mm (Figur 7b), Omdrev: 0,3-1 mm (Figur 7c) och Norsträsket: 0,4-1 mm (Figur 7f). Tallträsket och Stor-Kotj hade en mindre variation, på lägre nivå: 0,2-0,8 mm (Figur 7d) respektive 0,2-0,6 mm (Figur 7e).

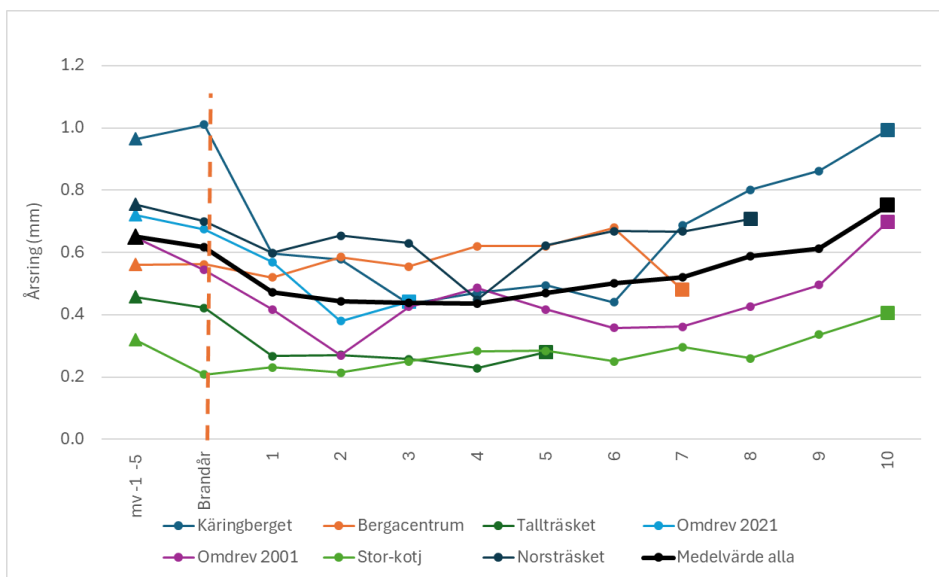


Figur 7 a-f. Årsringsutvecklingen 1984-2024 för de olika områdena (medelvärde för respektive område). Brandåret är inritat som ett orange streck. Två naturvårdsbränningar har skett på Omdrev.

För tre av områdena var årsringsbredden vid brandåret i medeltal ca 0,6 cm (Bergacentrum, Omdrev och Norsträsket), på två områden 0,3 cm (Tallträsket och Stor-kotj) och på ett område 1 mm (Käringberget).

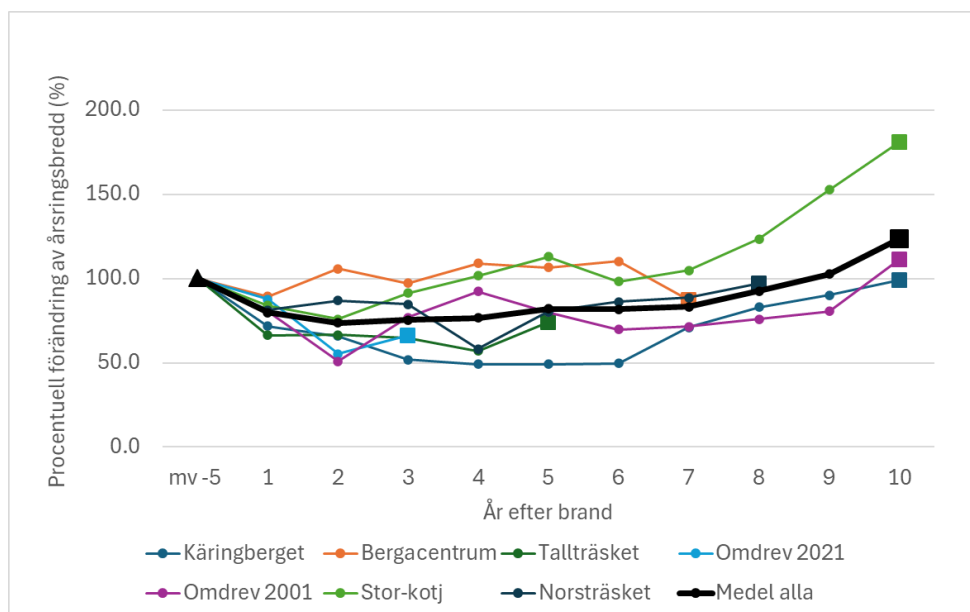
3.2 Utveckling av årsringar efter brand i de olika områdena

För samtliga områden var det en nedgång i årsringsbredd efter brand, vilket medelvärdestrenden (svart kurva) för alla uppmätta träd visar (Figur 8). Efter 4-5 år vände trenden och årsringsbredden ökade igen.



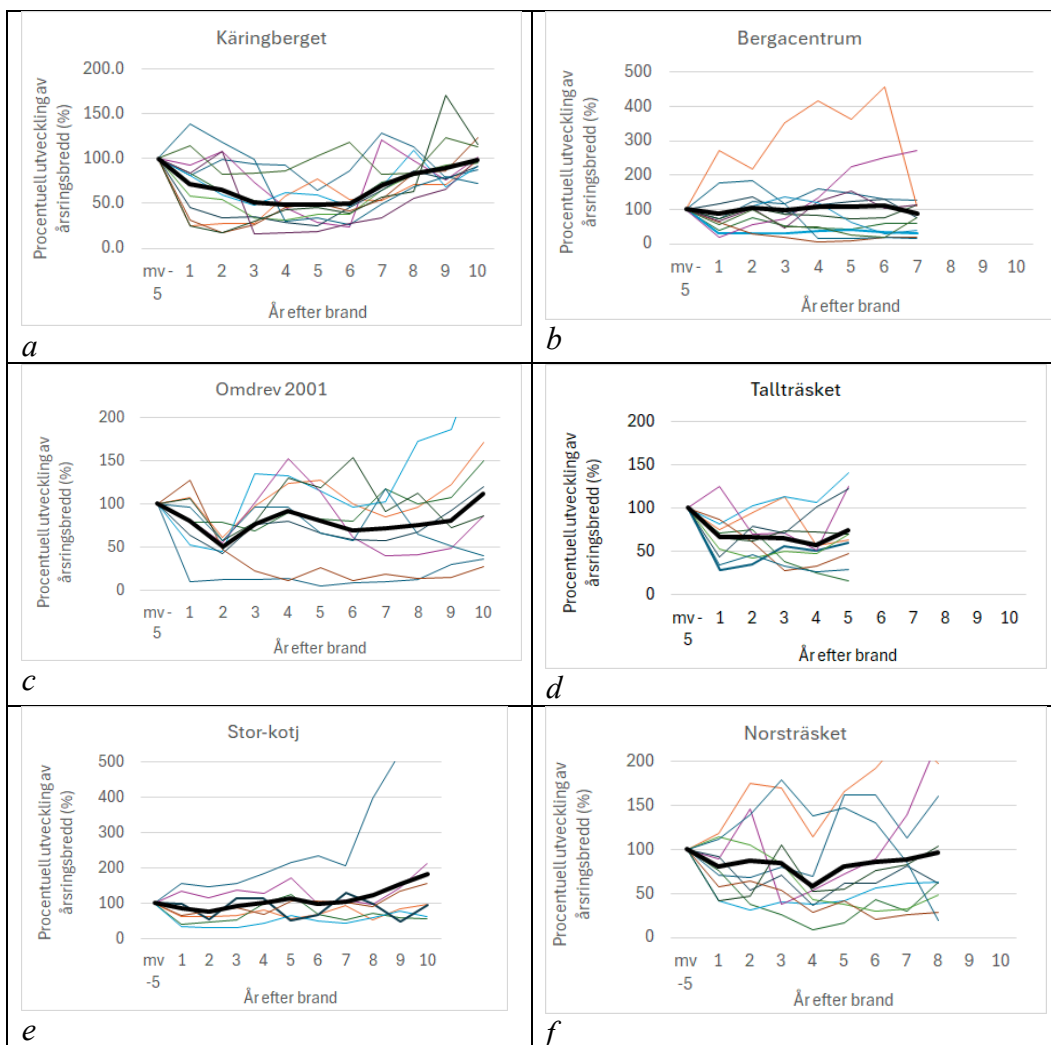
Figur 8. Utveckling av årsringsbredden efter brand (mm) jämfört med medelvärde 5 år före brand. En triangel markerar medelvärdet för de fem sista åren före brand. För ett område som brändes 2014 innebär det att medelvärdet är beräknat för perioden 2009-2013. För respektive område är det en medelvärdeskurva av alla provtagna träd som visas. En kvadrat anger sista mätpunkten för området (vilket i samtliga fall var 2024).

För att jämföra de olika områdena med varandra har en relativ årsringsbredd beräknats. Ett medelvärde för 5 år före brand har räknats fram där 100% är utgångsvärdet. Liknande trend får man i Figur 9 som visar procentuella utvecklingen för respektive område samt en medelvärdeskurva (svart kurva).



Figur 9. Procentuell utveckling av årsringsbredder under 10 år efter brand jämfört med utgångsläget. Utgångsläget är beräknat som ett medelvärde av årsringsbredden i alla provtagna träd under de senaste 5 åren före brandtillfället och har satts till 100% och markerats med en triangel. Punkterna för respektive område, visar medelvärdet av årsringsbredden hos alla provtagna träd i området vid olika år efter branden i relation till utgångsläget. En kvadrat anger sista mätpunkten för respektive område.

I Figur 10 a-f är den procentuella utvecklingen uppdelad för respektive område. Observera att Bergacentrum och Stor-kotj har en annan skala än övriga områden. För en av tallarna i Stor-kotj (blå kurva) var årsringarna de fem åren före branden mycket tunna, vilket gör att den procentuella förändringen blir väldigt stort när trädet väl börjar växa. De svarta kurvorna i Figur 10 är medelvärden för respektive område, och det är dessa kurvor som presenterats i Figur 9 för varje område. I utvärderingen har Omdrev 2001 använts i stället för branden 2021, då intensiteten i den senare var låg, så att den inte påverkade kronförlusten (A. Granström, personligt meddelande).



Figur 10 a-f. Procentuell utveckling av årsringar under 10 år efter brand för respektive område jämfört utgångsläget. Utgångsläget är beräknat som ett medelvärde av årsringsbredden i alla provtagna träd under de senaste 5 åren före brandtillfället och har satts till 100%. Varje träd representeras av en färgad linje och svart linje är medelvärdet för alla provtagna träd inom området.

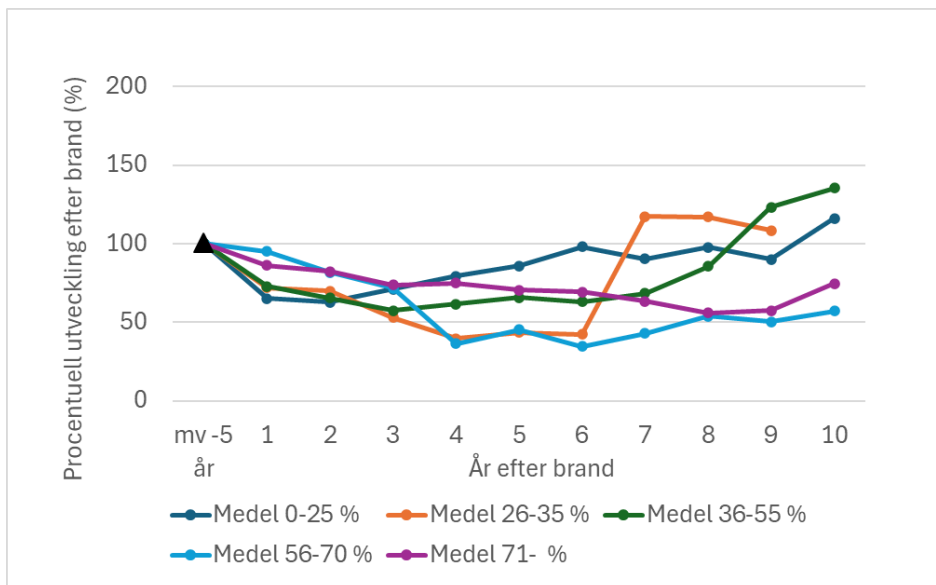
3.3 Relativ årsringsbredd mot kronförlust

3.3.1 Indelat utefter graden av kronförlust

Trädens årsringstillväxt förväntas stå i relation till graden av kronskador. Jag delade in kronförlusterna i fem intervall. 0-25%, 26-35%, 36-55%, 56-70% och >70%. Samma relativa årsringsbredd används som i avsnitt 3.2.

En kronförlust på 0-25% (Figur 11: mörkblå kurva) och en kronförlust på 26-35% (Figur 11: orange kurva) innebar att tillväxten var tillbaka på 100% efter 6-7 år (100% var utgångsvärde). Det tog drygt 8 år med den högre kronförlust på 36-

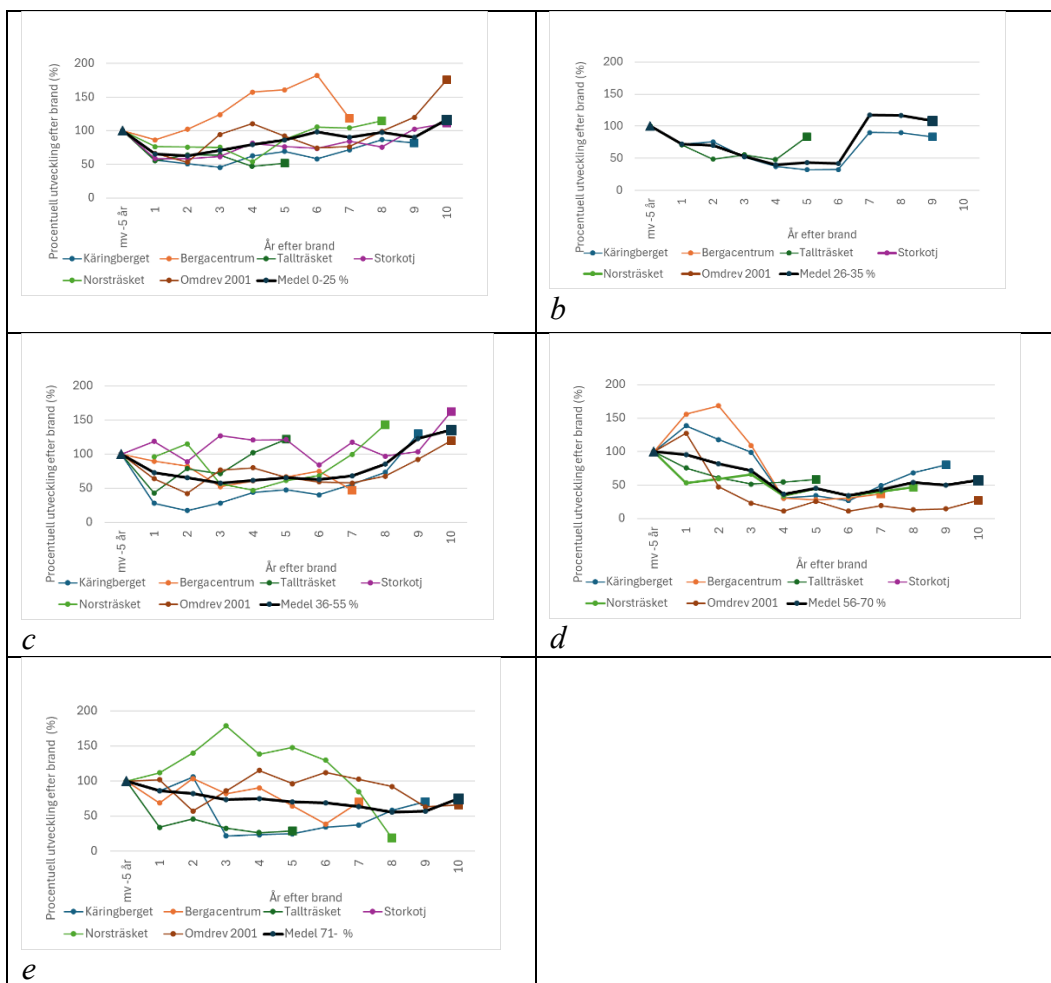
55% (Figur 11: grön kurva). En kronförlust >55% (Figur 11: ljusblå och lila kurvor) visade på en fortsatt lägre tillväxt under de 10-år som studerats.



Figur 11, Procentuell årsringsutveckling för tallar med olika kronförluster, indelat i grupper 0-25%, 26-35%, 36-55%, 56-70% och mer än 70% förlust. Triangel är startpunkt 100%. (Se figur 11 för ytterligare förklaringar).

I Figur 12 visas kurvor för varje grupp av kronförlust med medelvärde för respektive område inlagt. De svarta kurvorna är medelvärden för träden från alla områden och det är dessa kurvor som är inlagda i Figur 11.

Med en kronförlust på 0-25% skiljer träden från Bergacentrum ut sig. Här ingick 5 träd varav ett träd hade en extrem årsringstillväxt. Denna reaktion kan förklaras av att det hade ett väldigt stort brandljudd, som täckte halva dess omkrets vid basen. Om en mycket stor del av stammens omkrets skadas så kommer årsringarna i den oskadade delen att bli ”abnormt” feta (Smith & Sutherland, 1999).



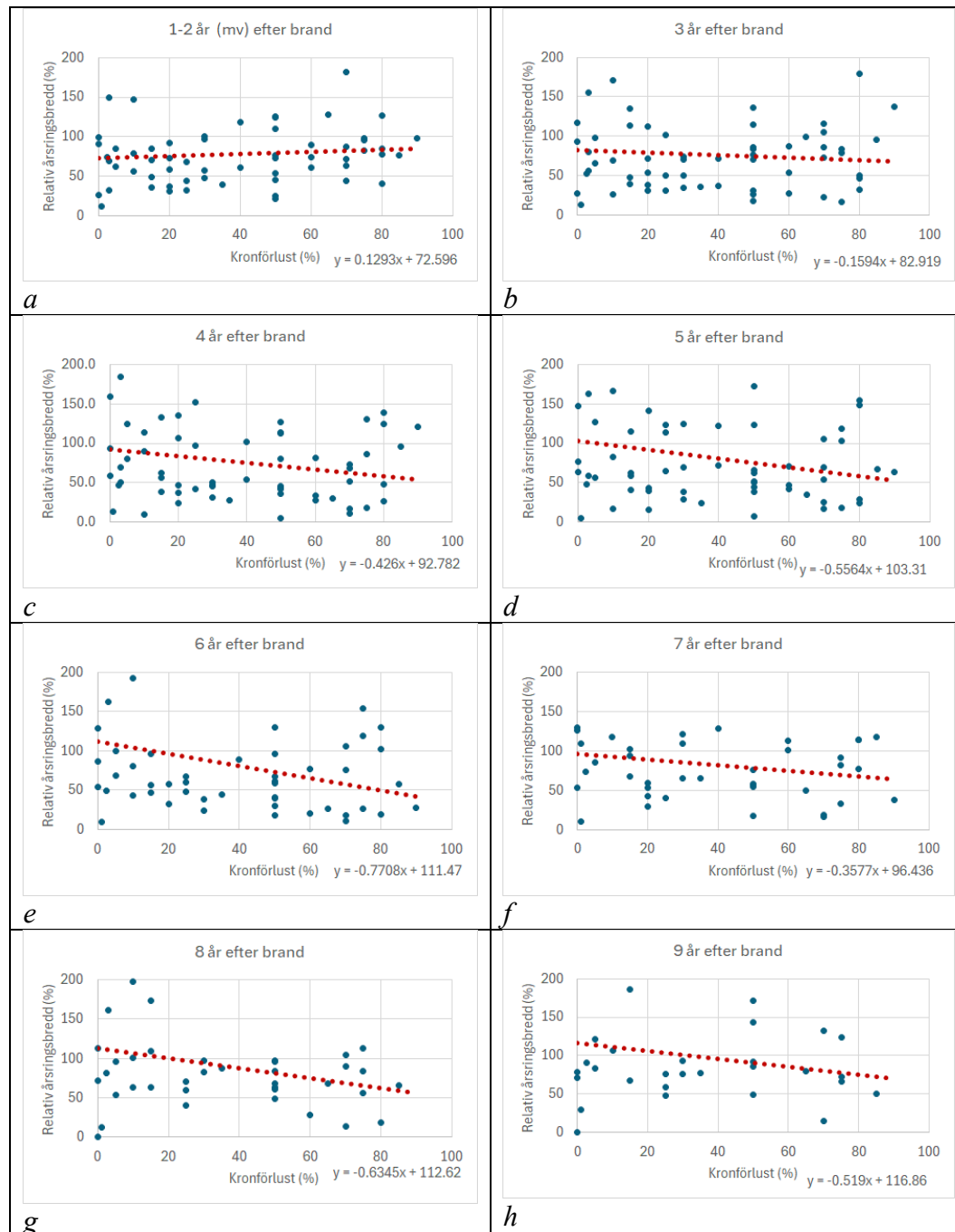
Figur 12. Procentuell utveckling av årsringsbredden i respektive område, sorterat efter graden av kronförlust (a-e). Triangel markerar startpunkten som är satt till 100% och baseras på medelvärdet 5 år före brandtillfället. Kvadrat markerar sista mätpunkten i respektive område. Svart linje visar medelvärde för alla områdena i respektive kronförlustgrupp.

3.3.2 Relativ årsringsbredd avsatt mot kronförlust

Graden av kronförlust efter brand påverkade tillväxten hos träden. Detta utvärderades också genom att plotta relativ årsringbredd mot kronförlust för alla uppmätta träd, sorterat på enskilda år efter brand (Figur 13 a-h).

En linjär trendlinje har lagts in på respektive diagram, rödprickad linje. Trendlinjens formel $y=kx+l$, ses i respektive diagram och anger lutning (k) och skärningspunkten vid 0% kronförlust (Figur 13). För att kunna jämföra diagrammen har samma skala på y-axeln (200%) använts, dock finns det några datapunkter som ligger över 200% vid låga kronförluster, som inte syns i diagrammen, men som är med i beräkningen av trendlinjerna. Noteras bör också att från och med år sex är det färre antal träd som finns med och år nio är det endast tre områden.

Skärningspunkten i de olika diagrammen är ett mått på vilken tillväxt som skett under ett visst antal år. För de första två åren var tillväxten nere på 73% (Figur 13 a). För varje år som gått ökade tillväxten och efter drygt 4 år (Figur 13 c) var årsringsbredden tillbaka till nästan 100% och ökade sen ytterligare åren därefter (Figur 13 d-h).

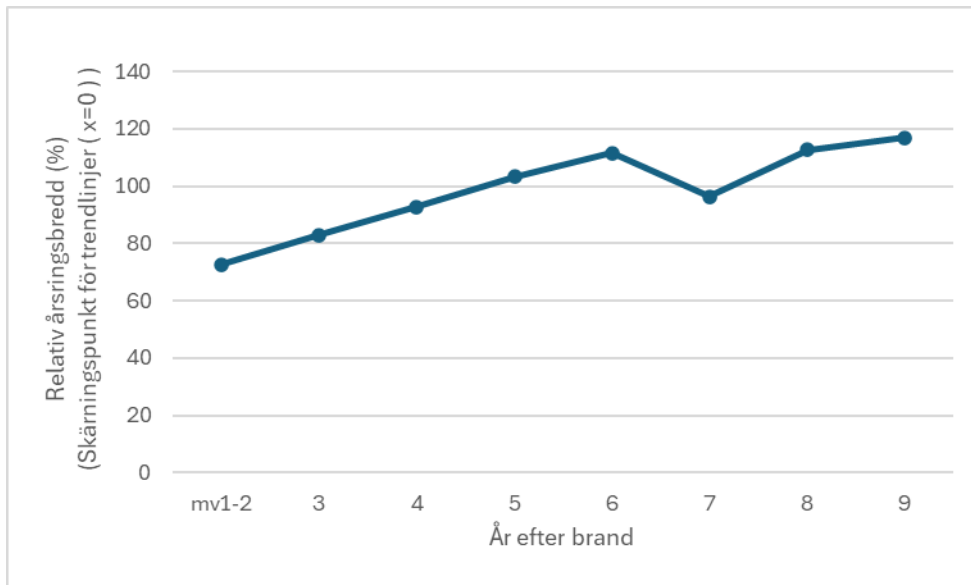


Figur 13 a-h. Punktdiagram där varje träds relativa årsringsbredd vid olika år efter brand, ställt mot dess kronförlust, med trendlinje för utveckling. Observera att alla punkter ej syns vid denna 200% skala. Se figur 19 i bilaga för en automatskalad figur.

Lutningen på trendlinjen blir ett mått på hur årsringsbredden utvecklas åren efter bränning beroende på vilken kronförlust träden har haft. För kurvan mv

(medelvärde) 1-2 år efter brand (Figur 13 a) var lutningen på trendlinjen $+0,13$. Lutningen på trendlinjerna fler år efter brand blir negativa, ned till ca $-0,8$. En negativ lutning innebär att en liten kronförlust ger en större tillväxt med bredare årsringar och en stor kronförlust ger en lägre tillväxt.

Figur 14 ger en uppskattning när tillväxten är tillbaka på ursprungsnivån, ungefär 5 år efter brand vid 0% kronförlust. Linjen visar på en stadig uppgång i tillväxt efter brand med en plåtå vid 100–120%.



Figur 14. Visar trendlinjens skärningspunkt av y-axeln vid de olika åren efter brand i Figur 13 a-h.

4. Diskussion

Direkt efter en brand skedde i genomsnitt en minskning av årsringsbredden, vilket är naturligt då kronan för de flesta träden reducerats av branden och inte kan bidra till fotosyntesen i lika hög grad som innan. I Figur 9 ser man att trenden vänder efter 4–5 år och årsringarna blev större för att så småningom närma sig ursprungsnivån, och i vissa fall överskrida den.

En förklaring till den långsiktigt positiva trenden kan vara att näringsämnen, framför allt kväve, frigörs vid en brand (Kutiel & Naveh, 1987) och kan bidra till en ökad tillväxt, en form av "gödsling". I tallskogarna är det generellt brist på kväve, så att ett tillskott kan ge en extra ökning på tillväxten ett antal år efter en brand. Konkurrensen från småträd, andra växter och omgivningen försvinner också efter en brand vilket även kan bidra till den ökande tillväxten.

Graden av kronförlust påverkade tillväxten av träden de närmaste 10 åren efter branden (Figur 11). Ju mindre kronförlust desto snabbare återhämtning av tillväxten. Med en kronförlust på < ca 35 % återkom tillväxten efter 5-6 år till 100% nivå. Vid en kronförlust på 36-55% återkom tillväxten till 100% efter ca 8-9 år. Vid en större kronförlust >55% nådde man inte ens 100 % efter de 10 år som studerats.

Träd med största kronförlusten >70% hade bättre tillväxtkurva än gruppen 56-70% kronförlust. Kurvan för >70% kronförlust ligger bättre än förväntat, men någon förklaring har inte kunnat hittats. Det går samtidigt att se att kurvan inte återhämtat sig under den 10-årsperiod som studerats, vilket även gäller för kronförlust 56-70%.

Ett träd i Bergacentrum avvek betydligt och hade en extrem årsringstillväxt. Denna tillväxt kan förklaras av att det var ett väldigt stort brandljud som täckte halva trädets omkrets. Om stamskadorna blir omfattande (som i detta träd i Bergacentrum) reagerar trädet genom att årsringarna på den motsatta oskadade sidan blir mycket större (Smith & Sutherland, 1999), antagligen i ett försök att regenerera ledningsbanorna.

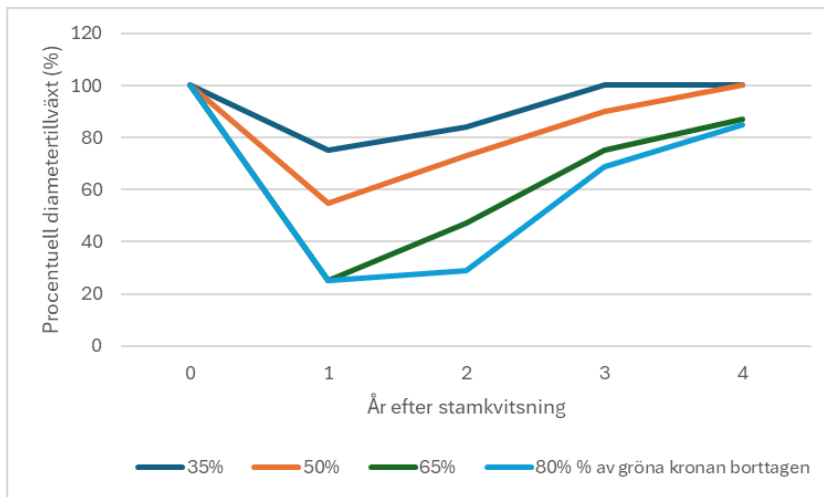
Tallens dödlighet vid brand är beroende på tre olika skadefaktorer (Reinhardt & Ryan, 1988), skador på kronan, kambium och på rötterna. Vid kronförlust på 80–90% (Berglund et al., 2004) så finns det risk att tallen dör men sannolikheten ökar avsevärt om kronförlusten blir ännu större.

Trots att kronan kan ha klarat sig oskadd, så kan tallen fortfarande dö om kambiumet och/eller rötterna har tagit mycket stor skada från branden.

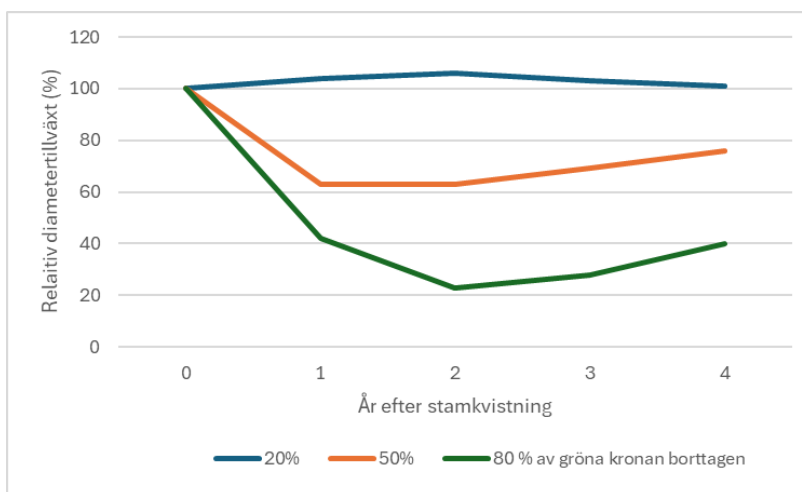
I mitt material har det funnits träd med kronförluster upp till 90%. I områdena fanns det också döda tallar som troligen dött till följd av stora kronskador efter brand.

Min studie visar liknande resultat som man kan se för stamkvistning i litteraturen. I en sammanställning av olika kvistningsundersökningar visar två undersökningar hur diametertillväxten påverkats av stamkvistning. En undersökning (*Bennet 1954 se Callin 1965*, Figur 15), där stamkvistning har gjorts på ett 11-årigt bestånd, av *Pinus elliottii* i Kanada där olika mängder av den gröna kronan togs bort (35, 50, 65, 80%). En annan studie har gjorts på ett 25-35 årigt bestånd på *Pinus sylvestris* i Finland (*Vuokila 1960 se Callin 1965*, Figur 16) där 20, 50 och 80% av kronan togs bort.

Sammanfattningsvis visade bägge studierna att med 50% borttagning av den gröna kronan gick diametertillväxten ner till nivån 60% första året. för att sen återhämta sig åren därefter. Vid mer än 50% stamkvistning tog det längre tid för tillväxten att komma tillbaka till 100%. Det 11-åriga beståndet återhämtade sig snabbare än det 25-35-åriga beståndet.



Figur 15. Procentuell årlig diametertillväxt efter stamkvistning på ett 11-årigt bestånd (Omarbetat efter Bennet, 1954 se Callin, 1965).



Figur 16. Procentuell årlig diametertillväxt efter stamkvistning på ett 25-35-årigt bestånd (Omarbetat efter Vuokila 1960 se Callin, 1965).

Resultaten från stamkvistningsförsöken sammanfaller väl med årstillväxten på de brandområden som jag undersökt. Återhämtningen efter brand tog längre tid än efter stamkvistning vilket kan förklaras av att träden i de brända områdena var mycket äldre, med obetydlig förmåga att växa på höjden och på så sätt regenerera sin kronvolym. Medelvärde för trädens ålder var 117 år (se bilaga Figur 17) och det saknades unga träd inom dessa brandområden, varför återhämtningens beroende av trädålder inte kunde studeras.

En rekommendation vid naturvårdsbränning är att, om möjligt, begränsa höjden på lågorna vid en naturvårdsbränning för att minimera kronförlusten, helst mindre än 50% och på så sätt få en bra återhämtning av tillväxten efter brand (snabbare än 10 år).

Det finns många externa faktorer som påverkar tillväxten som inte har beaktats, såsom medeltemperatur för åren före och efter bränning samt tillväxtsäsongernas längd mm. Delvis bör dock effekterna av årsmånen suddas ut eftersom det var olika brandår för de olika områdena.

I denna studie har tiden efter bränning varit allt mellan 3 och 10 år. Det skulle vara intressant att studera de riktigt långsiktiga effekterna på tillväxten, genom en uppföljning på dessa områden om 5–10 år. Träden med stor kronförlust hade sämre tillväxt. En fråga är om dessa svårt skadade träd överlever på lång sikt i konkurrens med de träd som etableras efter branden.

I och med att man kan se effekten av tallarnas relativa kronförlust på årsringsutvecklingen så skulle man kunna gå tillbaka i gamla brandstubbar och analysera deras årsringsutveckling och därmed göra en analys på hur intensiva bränder har varit historiskt. Att kunna få mer information om detta skulle vara ett stöd vid restaurering, genom att efterlikna naturliga bränder från förr med dagens naturvårdsbränningar. Att kunna bättre se tillbaka historiskt, skulle ge mer information om hur skogarna har sett ut innan industrialiseringen av skogsbruket.

5. Slutsats

Direkt efter en brand skedde en minskning av årsringsbredden, för att gradvis stiga efter 4-5 år. Tillväxttakten påverkades av kronskadornas omfattning, det vill säga graden av kronförlust som skett vid branden. Vid en förlust på mindre än 50% återhämtades tillväxten till samma nivå som innan brand, medan en större kronförlust innebar att tillväxt-takten inte kom tillbaka till ursprungsnivån. Resultaten stämmer väl överens med de resultat som återfinns för stamkvistning. Detta visar på tallens stora förmåga att överleva brandstörningar och relativt snabbt återfå sin tillväxtförmåga.

Referenser

- Berglund, L. M., DeLuca, T. H., & Zackrisson, O. (2004). Activated carbon amendments to soil alters nitrification rates in Scots pine forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 36(12), 2067–2073.
<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.06.005>
- Bennet, F. (1954). *A practical schedule for pruning planted slash pine*. Southeastern Forest Exp. Sta. Research Notes 1954, no 53
- Callin, G. (red) 'Rapporter och uppsatser' Om stamkvistning. (1965:28). Institutionen för skogsteknik, Skogshögskolan.
- FSC Principer och kriterier. (2024). Forest Stewardship Council.
<https://se.fsc.org/se-sv/regler/principer-och-kriterier>
- Hellberg, E., Niklasson, M., & Granström, A. (2004). Influence of landscape structure on patterns of forest fires in boreal forest landscapes in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(2), 332–338.
<https://doi.org/10.1139/x03-175>
- Krokene, P., Nagy, N. E., & Krekling, T. (2008). Traumatic Resin Ducts and Polyphenolic Parenchyma Cells in Conifers. I A. Schaller (Red.), *Induced Plant Resistance to Herbivory* (s. 147–169). Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8182-8_7
- Kutiel, P., & Naveh, Z. (1987). The effect of fire on nutrients in a pine forest soil. *Plant and Soil*, 104(2), 269–274. <https://doi.org/10.1007/BF02372541>
- Michaletz, S. T., & Johnson, E. A. (2008). A biophysical process model of tree mortality in surface fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(7), 2013–2029. <https://doi.org/10.1139/X08-024>
- Munters, E. (2024.). *Tallens skaderespons på naturvårdsbränning, punktbränning och katning*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel Skogsvetarprogrammet. <https://stud.epsilon.slu.se/20784/>
- Nilsson, M. (2005). Naturvårdsbränning: Vägledning för brand och bränning i skyddad skog. Naturvårdsverket.
- Reinhardt, E. D., & Ryan, K. C. (1988). How to estimate tree mortality resulting from underburning. *Fire Management Notes*. 49(4): 30-36., 49, 30–36.
- Sjöström, J., & Granström, A. (2023). Human activity and demographics drive the fire regime in a highly developed European boreal region. *Fire Safety Journal*, 136, 103743. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2023.103743>

- Smith, K. T., & Sutherland, E. K. (1999). Fire-scar formation and compartmentalization in oak. *Canadian Journal of Forest Research*, 29(2), 166–171. <https://doi.org/10.1139/x98-194>
- Svenska PEFC-standarden. (2024). <https://pefc.se/vara-standarder/svenska-pefc-standarden>
- Tyburski, Ł., Zaniwski, P. T., Bolibok, L., Piątkowski, M., & Szczepkowski, A. (2019). Scots pine *Pinus sylvestris* mortality after surface fire in oligotrophic pine forest *Peucedano-Pinetum* in Kampinos National Park. *Folia Forestalia Polonica*, 61(1), 51–57. <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0005>
- Vuokila, Y. (1960) *Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta männyn Kasvuun*. Comm. For. Fenni 52, p. 27.
- Wagner, C. E. V. (1973). Height of Crown Scorch in Forest Fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 3(3), 373–378. <https://doi.org/10.1139/x73-055>
- Wikars, L. O., & Niklasson, M. (2006). Behovet av brand i skogen. *Skogsstyrelsen*. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Miljo-%20och%20sektorsmal/Miljomal/FU,202008>.

Populärvetenskaplig sammanfattning

På torr och frisk mark i Sverige har det historiskt brunnit omkring 1% av arealen per år, med brandintervaller 10 till mer än 250 år. När värdet av virket ökade under senare delen av 1800-talet blev brandbekämpning viktig för skogsbruket och ett ekonomiskt argument för att på olika sätt motverka bränder. Idag brinner årligen en areal motsvarande mindre än 0,016% av den svenska skogsarealen genom vilda bränder. I och med att bränderna har minskat avsevärt har detta haft stor ekologisk påverkan på naturen. Bland annat har många pyrofila (delvis brandberoende arter) arter minskat starkt och är nu rödlistade eller starkt hotade. För att motverka detta har man börjat med naturvårdsbränningar.

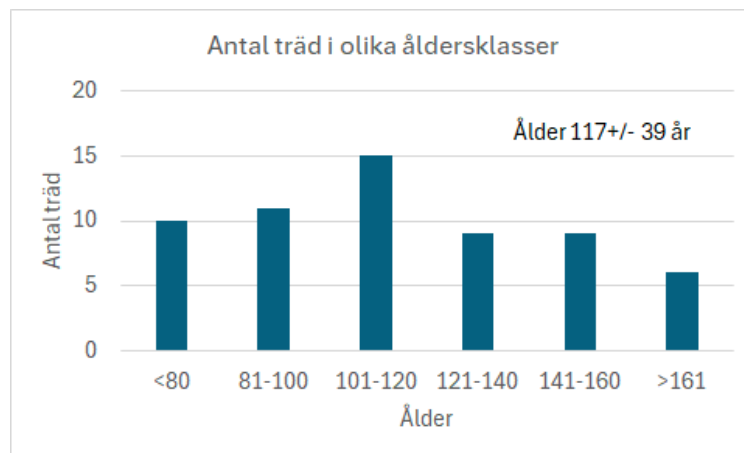
I studien har jag undersökt hur tillväxten hos vanlig svensk tall påverkas av brand. Utvärderingen gjordes via mätning av årsringsbredder på träd inom områden som naturvårdsbränts. Direkt efter brand minskade tillväxten (årsringsbredden) i snitt till en nivå på 75%, jämfört före brand, för att sen återhämta sig. Återhämtningen stod i relation till hur stor andel av trädets krona (gröna delen av trädet) som förlorats vid brandtillfället. Ju större förlust av kronan, desto fler år tar det innan tillväxten är tillbaka på ursprungsnivån. Vid en förlust av trädets gröna krona med mindre än hälften tog det 6-8 år och för en större förlust hade inte tillväxten kommit tillbaka till ursprungsnivån på 10 år.

Om man jämför resultaten vid brand med stamkvistning, som innebär att den gröna kronan längst ner på trädet tas bort, (för att få kvistfritt virke) får man motsvarande resultat.

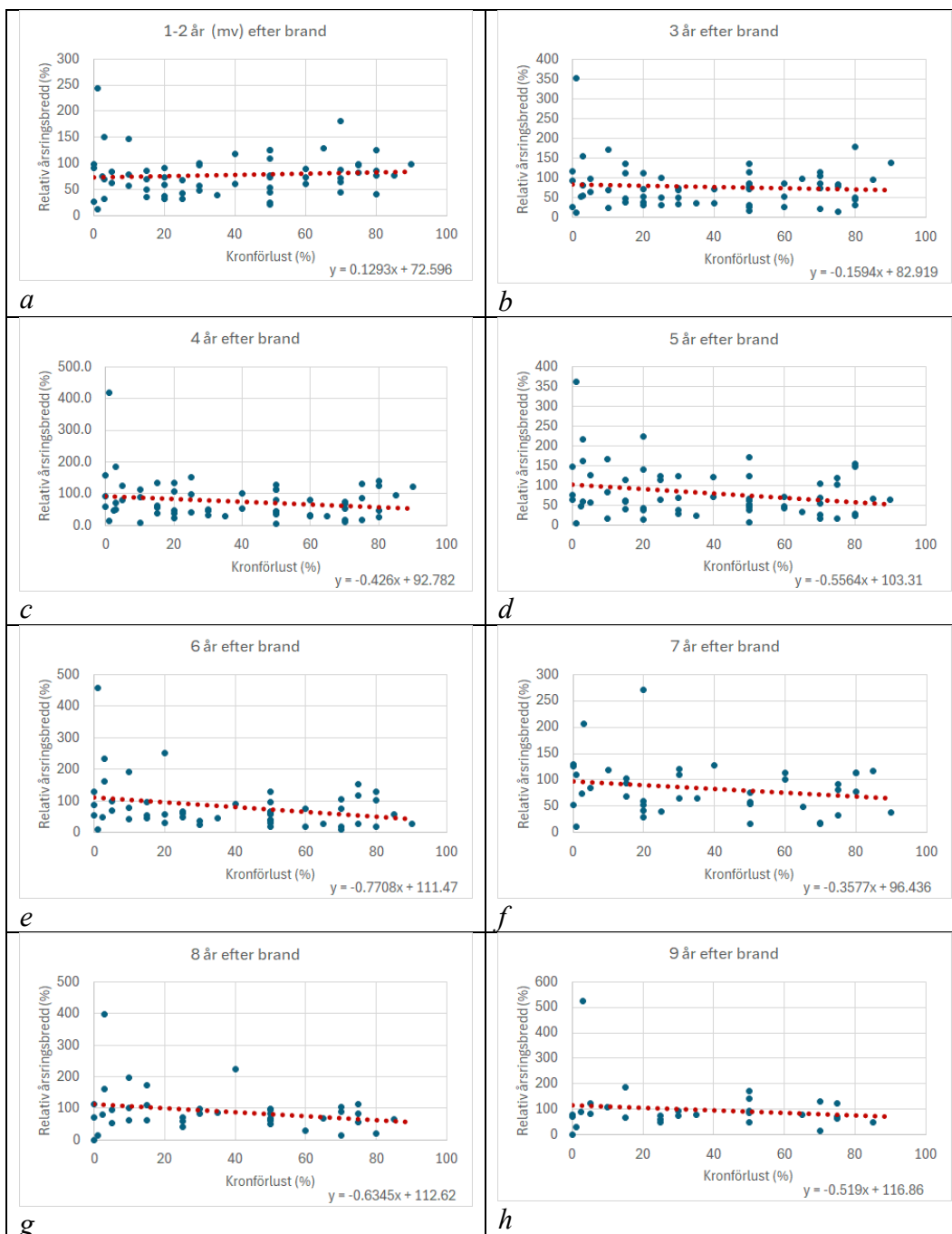
Bilagor

Tabell 2 De studerade områden och position

Område	Koordinater i WGS 84	
Käringberget	18,5824902°E	64,0816047°N
Omdrev	20,5790886°E	64,2043259°N
Bergacentrum	20,5829126°E	64,1987112°N
Norsträsket	20,0574671°E	64,4339874°N
Stor-kotj	20,0237981°E	64,4429270°N
Tallträsket	20,1692189°E	64,4787395°N



Figur 17 Antal provtagna träd i olika åldersklasser



Figur 18 Automatisk Skalning av Figur 13 i rapport för att visa datapunkter >200%

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag, Erik Dahlin har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2024:12 Författare: Ayhan Yener
Measurement of water content in green stems using thermal properties
- 2024:13 Författare: Jonas Laurens Kappen
Tree species mixture under drought stress: results of results of *Quercus gambelii* –
Pinus ponderosa stands in the Southwestern US
- 2024:14 Författare: Dorothea Milena Jentzsch
The change of microclimate in riparian buffers following clearcutting of adjacent forest
stands.
- 2024:15 Författare: Gayan Sanjeeva Samarasighe
The impact of climate change and drainage maintenance strategies on boreal peatlands
water storage capacity
- 2025:01 Författare: Hanna Anundi
Skogsbad i cancerrehabilitering? En utvärdering av en naturbaserad intervention i
cancervården.
- 2025:02 Författare: Oscar Andersson
Warming alters root trait strategies and enhances overyielding in boreal tree seedling
mixtures
- 2025:03 Författare: Julian Säflund
Forest edge effect on seedling growth, C/N allocation and fungal associations. A closer
look at 3-year-old seedling growth patterns above- and belowground and their
mycorrhizal symbionts according to their distance to a forest edge.
- 2025:04 Författare: Jelle van Zanten
Large herbivores and fire shape divergent woody assemblages in temperate wood-
pasture. Experimental effects of large herbivores and fire on the survival of ten
temperate woody species in southern Sweden.
- 2025:05 Författare: Adrien Lamodière
Diverse Paths to Restoration: Assessing biodiversity responses to enrichment planting
in Sabah's tropical forests. A 27-year comparison of line and gap-cluster planting in the
INIKEA restoration project
- 2025:06 Författare: Stijn Qualm
Ancient Silver Sentinels. Kelo Tree Dynamics in a Boreal Old-Growth Forest in
Northern Sweden
- 2025:07 Författare: Ted Pettersson
Three decades of change in the character and charge density of dissolved organic matter
in Swedish surface waters
- 2025:08 Författare: Erik Dahlin
Åringsutvecklingen hos tall i relation till graden av kronskada vid brand -
Undersökning på naturvårdsbrända områden i Västerbotten