

Kan rotkapning av vindfällen minska granbarkborrens förökning?

Tomas Gullberg och Petter Öhrn



Delvis kapade vindfällen från försöket 30 april 2024.

Innehåll

Förord	4
Summary	5
Sammanfattning.....	6
Introduktion	7
Bakgrund.....	7
Syfte	9
Genomförande	9
Upplägg av försöket i stort	9
Val av plats.....	10
Rotkapning.....	10
Utvärdering.....	11
Trädens utveckling.....	11
Barkborrarnas förökning	13
Resultat	14
Trädens uttorkning	14
Andel gröna barr i skuggigt läge	14
Andel gröna barr i soligt läge.....	15
Skottskjutning i skuggigt läge	16
Skottskjutning i soligt läge	16
Färg på underbarken i soligt läge	17
Färg på underbarken i skuggigt läge.....	18
Fukthalt.....	19
Granbarkborrens angrepp och förökningsframgång.....	20
Färska borrhögar vid ingångshål.....	20
Angrepp och förökningsframgång	21
Diskussion	23
Rotkapning gav lägre produktion av granbarkborre.....	23
Vad betyder dessa resultat?	23
Studiens generaliserbarhet	24
Nya frågeställningar.....	24
Glöm inte riskerna för olycksfall	25
Referenslista	26



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 9 september 2025 av Erik Ling, Programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 19 september 2025.

Redaktör: Charlotte Hessulf, charlotte.hessulf@skogforsk.se
©Skogforsk 2025 ISSN 1404-305X

Förord

Vindfällan av större granar som lämnas utan åtgärd är perfekta för granbarkborrens förökning. Vid större koncentrerade volymer vindfällan fungerar den vanliga storskaliga tekniken bra, men det kan vara problem att hinna med tillvaratagande i tid. Vid små eller spridda volymer kan småskalig och mobiliserbar teknik vara mera lämpad och i praktiken ofta ett nödvändigt komplement för att hinna med.

Det finns dock ofta svåråtkomliga lägen där ett tillvaratagande inte är försvarbart utifrån ekonomi, resursbrist eller risk för körskador mm. Att barka träden ger god effekt i bekämpningen om träden barkas i tid men är ett tidskrävande och mycket ansträngande arbete.

Idén till att rotkapning skulle kunna vara ett enklare alternativ till barkning föddes vid litteraturstudier över granbarkborrens förökning i små volymer vindfällan. I en studie genomförd 1998 ville man undersöka risken för skador av granbarkborre när enstaka grova vindfällan av gran lämnas utan åtgärd. Konstgjorda vindfällan skapades genom att med motorsåg fälla ut träd från en hyggeskant. Förökningen av granbarkborrar var förvånande låg. Resultatet förklarades med att kapade träd tappar vattentillförseln och kan få mindre näringsrik bark. (Hedgren 2003)

Det finns även erfarenheter av att rotkapa (så kallad syrfällning) i första hand björkar för att låta nya löv relativt snabbt dra ur fukten i veden i syfte att snabbt få lättare och torrare brännved.

Rapporten är framtagen i ett samarbete mellan Säker Skog, Mellanskog och Skogforsk och ingår som del 3 i projektet: *Tillvaratagande av spridda skadade träd - en viktig del i att förebygga och bekämpa skador på skogen*. Del 1 (Gullberg 2022) har omfattat systemanalys, del 2 (Gullberg 2024) har omfattat frågor kring regelverk, arbetsmetoder och säkerhet.

Den tredje delen består av denna studie rörande rotkapning samt att i ett praktikfall testa att praktiskt implementera de möjliga fördelarna med att nyttja självverksamheten och småskalig teknik som ett komplement till storskaliga metoder inom ett skogsbruksområde vid en skogsägarförening. Denna del av projektet har finansierats av Skogsägarnas forskningsfond och KUA-fonden i Dalarna.

Petter Öhrn, forskare på granbarkborrar vid Skogforsk, har hjälpt till vid slututvärdering av barkborrarnas förökning och även analyserat och skrivit den delen av resultaten. Skogsägaren Per-Erik Sandberg, Sundborn och flera tjänstemän vid Mellanskog och Skogsstyrelsen har också givit värdefulla synpunkter vid arbetet.

Ett varmt tack till alla som på olika sätt bidragit!

Tomas Gullberg, projektledare

Summary

Taking care of small quantities of wind-fallen spruce trees poses a challenge due to the high harvesting costs compared to the timber value and if not removed the risk of additional damage from the spruce bark beetle if left unharvested.

Small-scale methods often have advantages in these types of work, but the work is associated with an extra high risk of accidents and other types of problems that constitute obstacles to effective wood utilization and prevention of damage from the spruce bark beetle.

However, there are often difficult-to-reach locations where recovery is not justifiable based on economics, the risk of damage to remaining stand in off-road transport, and so on. Debarking the trees gives a good effect if the trees are debarked in time but is a time-consuming and very strenuous work.

Comparative trials in Dalarna, mid Sweden with only cross-cutting the stem of wind-fallen trees showed promising results with more than halving of the propagation of the spruce bark beetle compared to no action.

Some experiences from the trials where windthrown trees were cut at different times and compared with uncut ones:

- No shoot growth when cross-cutting before May 15th
- Faster dark coloured, degraded under bark when cutting early
- Earlier and higher needle biomass reduction when cutting
- Lower number of new beetles produced with earlier cutting
- No major difference between sun and shade, but more of the spruce bark beetles' enemies in the shade

The living environment for the spruce bark beetle larvae thus seems to have been made worse by the cutting of the stem near the root. Unlike cutting deciduous trees to produce dry firewood, where the best time to cut is during shoot growth, it is best to cut spruce early to rapidly kill the tree and dry the wood, and to prevent propagation of the bark beetle, even if shoot growth does not occur.

Sammanfattning

Små volymer vindfällda granar är ett problem på grund av höga avverkningskostnader i förhållande till virkesvärdet och risken för ytterligare skador från granbarkborren om de lämnas. Småskaliga metoder har ofta fördelar i dessa typer av arbeten, men arbetet är förenat med extra hög risk för olyckor och andra typer av problem som utgör hinder för effektivt tillvaratagande av virket och förebyggande av skador av granbarkborren.

Det finns dock ofta svåråtkomliga lägen där ett tillvaratagande inte är försvarbart utifrån ekonomi och risk för körskador mm. Att barka träden ger god effekt i bekämpningen om träden barkas i tid men är ett tidskrävande och mycket ansträngande arbete.

Jämförande försök i Dalarna med endast rotkapning av vindfällna visade lovande resultat med en dryg halvering av förökningen av granbarkborre jämfört med ingen åtgärd.

Några erfarenheter från försöken där vindfällna kapades vid olika tidpunkter och jämfördes med okapade:

- Ingen skottskjutning vid rotkapning innan 15 maj
- Snabbare mörkfärgad otjänlig underbark vid tidig rotkapning
- Tidigare och mer avbarrning vid rotkapning
- Mindre mängd producerade nya borrar ju tidigare kapning
- Ingen större skillnad mellan sol och skugga, men mer av granbarkborrens fiender i skuggan

Livsmiljön för granbarkborrens larver tycks alltså ha blivit sämre av rotkapningen. Ju tidigare rotkapning desto bättre, vilket är praktiskt bra då det ofta betyder att arbetet kan göras under en relativt lång period för god effekt. Vid syrfällning av lövträd bör däremot kapningen ske precis vid lövsprickning för bästa effekt.

Introduktion

Bakgrund

Skador av granbarkborren är ett stort problem som orsakar skogsägare och samhälle stora förluster (Bergquist m.fl. 2016). Det finns många skäl till att problemen med barkborren under senare tid ökat i Sverige. Det finns också många olika sätt att förebygga eller bromsa pågående utbrott som feromonfällor och fångstvirke. Att bromsa angrepp på stående träd via feromonfällor har visat sig ha begränsad effekt (Larsson m.fl. 2020).

Även att lyckas med så kallad ”sök och plock” med de konventionella resurser som finns i skogsbruket har visat sig svårt (Weslien m.fl. 2022). Begränsningar i avverkningskapacitet under kritisk tidsperiod med skördare och skotare och svårigheter att hitta alla angripna träd har ofta resulterat i begränsad effekt. Oftast kommer man för sent och gör mer skada för barkborrens fiender än barkborren eller missar alla angripna träd. Att gallra skog med angrepp eller vindfällan ger ofta nya angrepp och ytterligare vindfällan. I praktiken har det ofta slutat med en tvingande och ekonomiskt oönskad förtida slutavverkning med stor risk för nya sårbara hyggeskanter.

Systemanalyser av Gullberg (2022) visar att förebyggande arbete med en mobiliserbar teknik som passar vid små volymer ofta är mer lämplig. På kort sikt är tillvaratagande i tid eller oskadliggörande av färsk vindfällan den praktiskt möjliga och effektivaste åtgärden. Arbete med tillvaratagande av skadade träd är ofta tidskrävande, farligt och har extra höga krav på skonsamhet och snabbhet. Självverksamma skogsägare med tillräcklig kunskap och lämplig teknik är en viktig resurs som tyvärr ofta nyttjas fel eller för lite utifrån bristande kompetens/information eller olika typer av hinder och begränsningar för att kunna jobba utanför egen fastighet.

Lönsamheten att tillvarata spridda träd är ofta svag om man enbart ser till räddat virkesvärde i de skadade träden. Detta gäller särskilt när små volymer ligger besvärligt till. Som långt från bilväg, i besvärlig terräng eller där många oskadade träd skulle behöva huggas för att nå fram till träden med maskiner. Det är helt enkelt inte förnuftigt att ta ut de skadade träden. Även brist på resurser gör att tillvaratagande i tid av alla spridda träd ofta är omöjligt. Gullberg (2004) visar att även certifieringsregler, där det normalt måste lämnas 3 m³ vindfällan om det saknas död ved sedan tidigare, i praktiken kan begränsa möjligheterna att ta ut tillräckligt många vindfällan för att effektivt begränsa granbarkborrens förökning i vindfällan.

Som alternativ till tillvaratagande kan barkning eller oskadliggörande på annat sätt vara bättre vid små volymer som ligger besvärligt till. Helbarkning som görs nog tidigt för att förhindra granbarkborrens förökning är en säker bekämpningsmetod men mycket arbetsam och tidskrävande (Svensson 2024). Randbarkning har en mera osäker effekt. Björklund (2009) anger att effekten endast är proportionell mot andelen bark som tagits bort. Rotkapning och följande syrtorkning (Liss 1979 och Callin 1959) är en från brännvedshantering känd metod att få träden att snabbare torka och dö.

Granbarkborrens larver är beroende av underbarkens kvalitet. När underbarken blivit brun och surnat under trädets döende är den inte längre tjänlig för granbarkborrens förökning.

I samband med sökandet efter underlag för vilken förökning av granbarkborrar som kan förväntas från olika volymer vindfällda granar hittades en studie med intressanta resultat och iakttagelser. I Hedgren (2003) hade man undersökt risken med att lämna mindre volymer vindfällna genom att med motorsåg fälla ut grova granar på hygge från beståndskant (våren 1998). Hyggerna var belägna i Dalarna och Värmland, och avverkningen hade skett under föregående vinter. Hedgren (2003) skriver:

"I samband med studien av fällda träd undersöktes granbarkborrens förökning i flera av de fällda och stående angripna träden. Stickproven bestod av stamtrissor från ett fällt träd och från ett stående barkborredödat träd ifrån 6 platser (dvs totalt 12 (6 X 2) träd). Framgången var generellt sett låg, men intressant nog var den klart bättre i stående än i liggande träd. I stående producerades i snitt 3,6 döttrar per moder, och i liggande ungefär hälften så många. Skillnaden kan bero på att stående träd har mer näringsrik bark än liggande (avsågade) träd. Stående träd har ju rotkontakt och vattentillförsel, och därmed en viss omsättning av näring från grenarna vilket skulle kunna gynna larvutvecklingen. Stående angripna träd med barken full av barkborrelarver kan förbli gröna länge, ibland långt in på hösten."

Dessa resultat och slutsatser gav en tanke om att rotkapning skulle kunna vara en användbar bekämpningsmetod som ett enklare alternativ till barkning.

Att utifrån dessa studier dra slutsatsen som Hedgren m.fl. (2002) och Lindelöw och Schroeder (2003) gör, att enstaka vindfällna inte ökar risken kan diskuteras. Senare studier på naturliga vindfällna visar på en lägre tröskel i antalet vindfällna för att få större skador på stående träd (Kärvemo m.fl. 2014). Från erfarenheter och försök med syrfällning för brännved (Callin 1959) är det känt att rotkapningen ska ske strax efter att träden skjutit nya löv eller skott. I synnerhet för lövträd är det vid lövsprickningen som trädet börjar förbruka mycket vatten.

Skadade och döda träd är viktiga för många arter och en naturlig del i ekosystemet men i kombination med gynnsamma förutsättningar för granbarkborren med nya stormfällda träd riskeras omfattande skogsskador. Att barka eller rotkapa träden och lämna dem i skogen gör att främst granbarkborren missgynnas medan många andra sekundära arter har nytta av de lämnade träden vilket är positivt för den biologisk mångfalden.

Hypotesen för arbetet var att rotkapning av vindfällda granar kan påskynda att träden blir otjänliga för granbarkborrens förökning.



Figur 1. Vindfällad gran där massförökning av granbarkborrar pågår.

Syfte

- Jämföra förökning av granbarkborrar i rotkapade och inte rotkapade vindfällen
- Se hur olika tidpunkt för kapning påverkar träden och granbarkborrarna
- Jämföra vindfällda träd i soligt och skuggigt läge

Det övergripande målet var att se om rotkapning kan reducera granbarkborrens förökning. En förhoppning var även att nå en ökad förståelse för hur rotkapningen påverkar trädens torkning och döende. Detta kan sedan ligga till grund för utveckling av metoder och rådgivning kring hantering av mindre omfattande stormskador med avseende på granbarkborreangrepp samt eventuellt uppmärksamma nya möjligheter och frågeställningar.

Genomförande

Upplägg av försöket i stort

Vi skapade konstgjorda vindfällen med hjälp av en stor skördare som tryckte omkull träden. Det gjorde att vi kunde få relativt likvärdiga träd och i olika exponering för sol på ett planerbart sätt för ett jämförande försök. Träden fälldes 10 januari 2024. Det var kallt men ändå ingen tjäle under snötäcket.

Skördaren fällde träden utan större problem åt det håll vi önskade, men sannolikt fälls merparten av naturliga vindfällen mindre brutalt vilket skulle kunna påverka hur skadat rotsystemet blir av fällningen. Egentligen är det intressanta vilken återstående rotfunktion trädet får efter fällningen. Detta diskuteras längre fram i rapporten. Träden var 26–34 cm i brösthöjdsdiameter och 24–28 m höga. Se Bilaga 1 för mer detaljerade träddata. Totalt fälldes tolv träd, varav åtta i soligt läge och fyra i skuggigt läge.

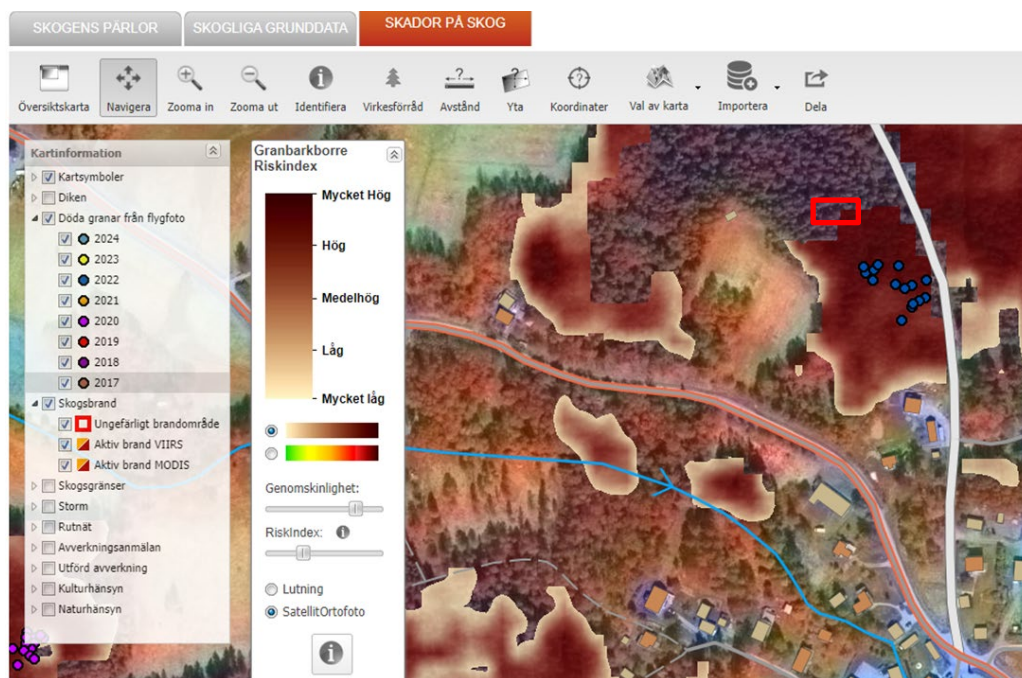


Figur 2. Försöksträden i soligt läge 5 februari. Ännu är inget träd rotkapat.

Val av plats

I denna rapport beskrivs ett försök i närheten av Grytnäs i södra Dalarna. Därtill genomfördes ett liknande men lite mindre försök i trakten av Karlsbyheden. Det försöket redovisas i en separat rapport (Sandberg 2025).

På platsen i Grytnäs hade det tidigare funnits omfattande angrepp av granbarkborre på stående skog varför man valt att slutavverka en del av beståndet året innan (se Figur 3). Vår yta låg i norra kanten till det nya hygget för solexponerat läge respektive en bit in från kanten för skuggigt läge.



Figur 3. Skärmdump från Skogsstyrelsens hemsida med information om skador på skog. Ytan med de blå punkterna (döda granar 2022) var alltså avverkat under 2024 innan försökets utläggning i kanten till det nya hygget. Försöksområdet inom röd rektangel.

Rotkapning

Träd kapades enligt nedanstående tidsplan. Vid slutrevision 12–13 juli var två träd okapade för soligt läge respektive ett träd för skuggigt läge.

	10 mars	15 april	30 april	15 maj	31 maj	15 juni
Soligt läge	1	1	1	1	1	1
Skuggigt läge	1		1		1	



Figur 4. Bild tagen 30 april där ungefär hälften av träden blivit rotkapade.

Utvärdering

Trädens utveckling

I samband med varje tillfälle då träd rotkapades gjordes även följande mätningar och noteringar på alla försöksträd vid brösthöjd, 15 cm diameter och mellan dessa ställen:

- Färg på underbark i en färgskala 1–10 på prov med 11 mm hålpipa. Proven togs utanför provytan.
- Fukthalt mätt med Testo 606–1 fukthaltsmätare med två stift som trycks in
- Antal synliga nya borrhål av granbarkborre
- Andel gröna barr i topp och mitt på trädet (bedömt medelvärde)
- Eventuell skott- och kottsättning samt längd på skotten (bedömt medelvärde)



Figur 5. Utrustning för mätning och bedömning inom 15 x 45 cm provyta. Rostfria spikar med blå snitsel markerade fasta mätställen. Notera ett barkprov från hålpipan där färgen har nivå 9. Bilden tagen 15 juni.



Figur 6. Barkprov med en puppa. Bilden tagen 15 juni.

Barkborrarnas förökning

Vid slutavläsningen 12–13 juli togs 3 barkprover 15x45 cm vid brösthöjd, mitten och vid 15 cm diameter i toppen (Figur 7). Först räknades kläckhål på hela barkprovets yta. Sedan räknades antal parningskammare och modergångar i innerbarken. Därefter smulades barken sönder och antal kvarvarande baggar räknades. Om angreppen var täta (som i de flesta fall) utfördes de sista två stegen på en tredjedel av provet (15X15cm).

Granbarkborrens angreppstäthet beräknades utifrån antalet modergångar per kvadratmeter barkyta. Produktionen för varje barkprov beräknades utifrån antalet kläckhål plus kvarvarande skalbaggar under bark. Den genomsnittliga produktionen (per m²) för varje träd beräknades genom att summera produktionen för varje tredjedel av trädet: $\text{produktion} / \text{m}^2 \times \text{mantelytan (omkrets vid barkprov} \times \text{längd på trädet} / 3)$. Reproduktionsframgången beräknades sedan genom att ta $\text{produktion} / 2$ (antalet döttrar) / Antalet modergångar.

Därtill noterades förekomst av sextandad barkborre och granbarkborrens fiender som styltflugelarver och myrbaggelarver.

Efter slutrevisionen frästes barken på alla träd med en fräs till motorsåg för att minimera spridningen av nya borrar. Det var också ett löfte till markägaren, att försöket inte skulle förvärra barkborreläget.



Figur 7. Petter Öhrn, Skogforsk, hjälpte till med slutrevisionen. Per-Erik Sandberg som följt försöket i Bengtsheden är med och lär sig.

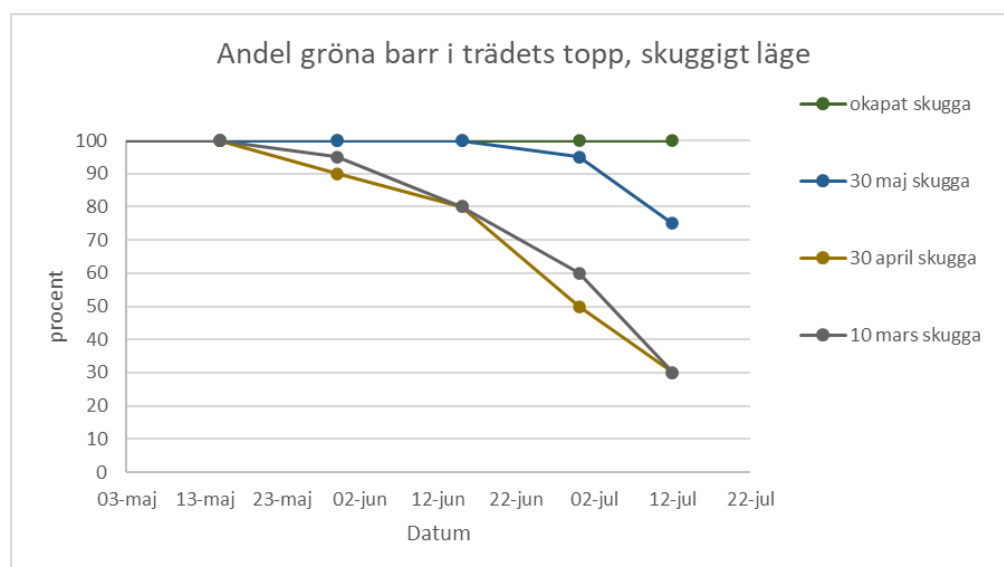
Resultat

Trädens uttorkning

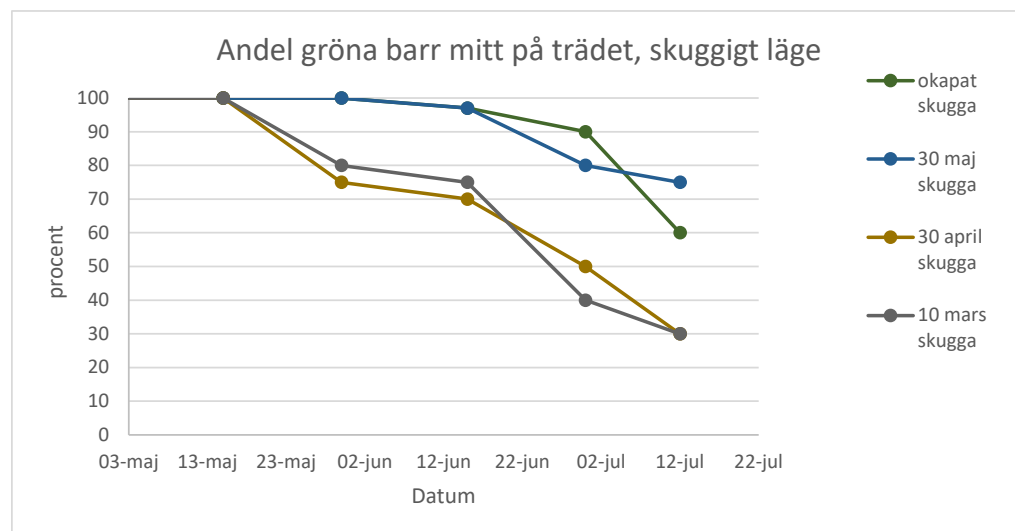
Andel gröna barr i skuggigt läge

Tidig rotkapning visar betydande barrdöd och avbarrning. Alla barr i toppen med nya skott på det okapade trädet var levande vid slutrevision 12 juli, men längre ned på trädet var det mer avbarrat än det som kapades 30 maj.

Kvarvarande barr påverkar torkförloppet genom att suga upp lagrat vatten från stammen och avdunsta det via barren som torkar ut stammen nerifrån och upp.



Figur 8. Reducering av andel gröna barr i toppen (övre delen av kronan) på beskuggade granar rotkapade vid olika tillfällen under våren 2024.

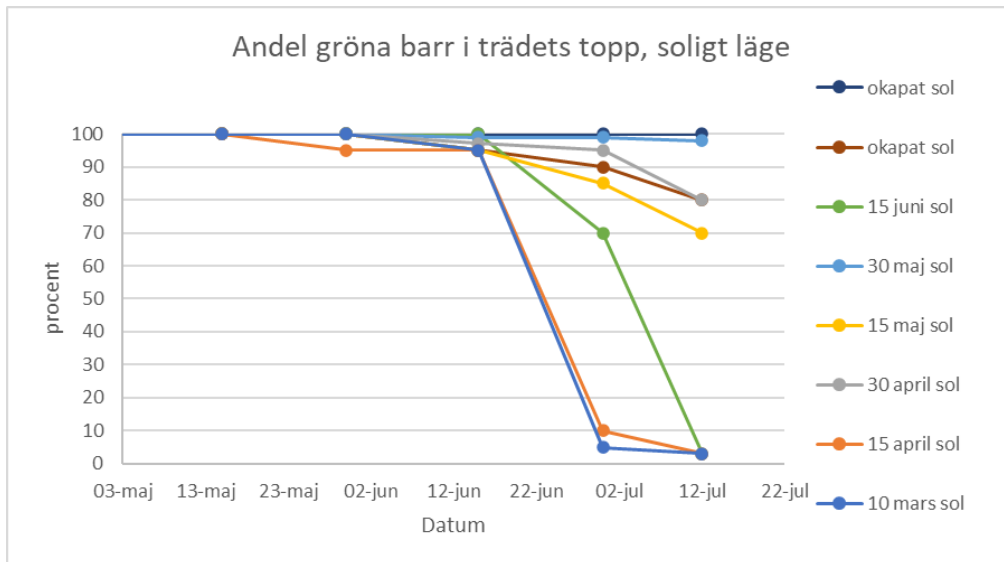


Figur 9. Reducering av andel gröna barr mitt på trädet (nedre delen av kronan) på beskuggade granar rotkapade vid olika tillfällen under våren 2024.

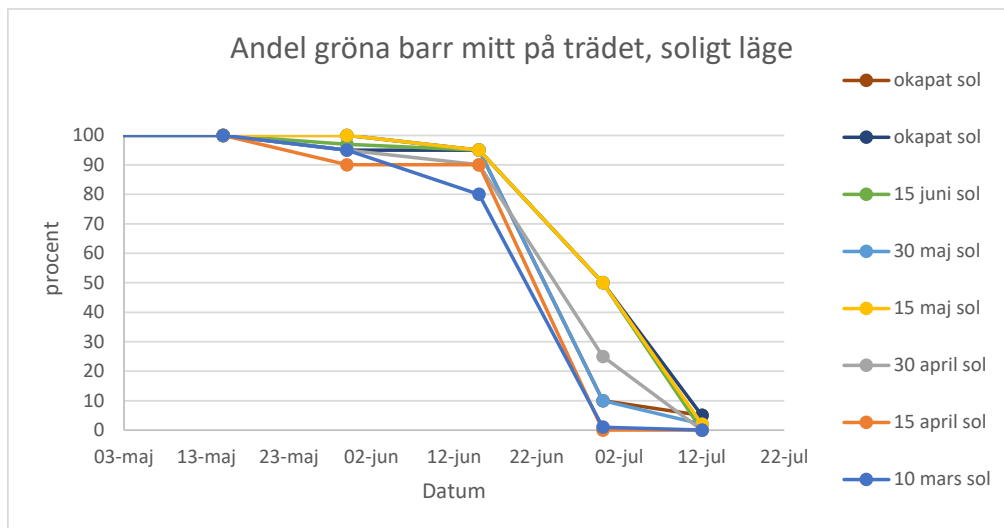
Andel gröna barr i soligt läge

Samtliga träd var i stort avbarrade mitt på trädet vid slutrevision. Generellt tappar tidigt kapade träd mer barr, men även några sent kapade träd förlorade relativt mycket barr. Det finns troligen en relativt stor variation i hur mycket återstående rotkapacitet vindfällda träd får beroende på hur rötter knäcks eller böjs.

Man kan ana att även okapade träd kan vara nästan utan vattenförsörjning.



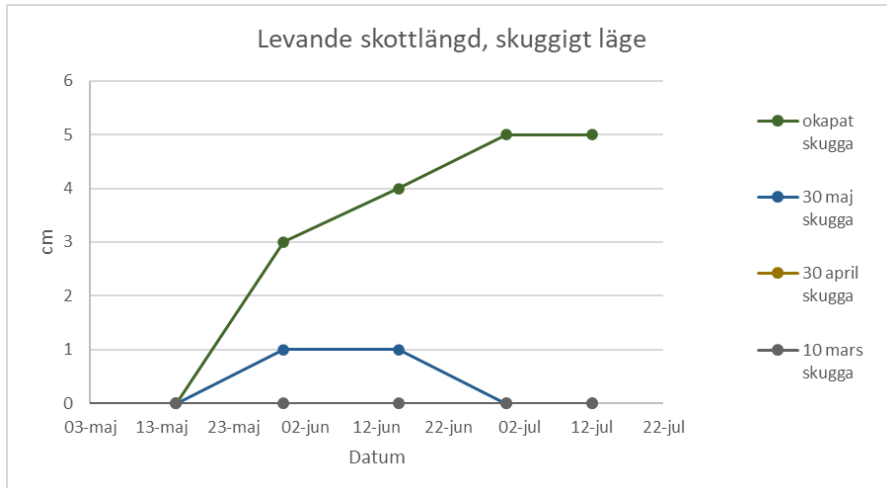
Figur 10. Reducering av andel gröna barr i toppen (övre delen av kronan) på exponerade granar rotkapade vid olika tillfällen under våren 2024.



Figur 11. Reducering av andel gröna barr mitt på trädet (nedre delen av kronan) på exponerade granar rotkapade vid olika tillfällen under våren 2024.

Skottskjutning i skuggigt läge

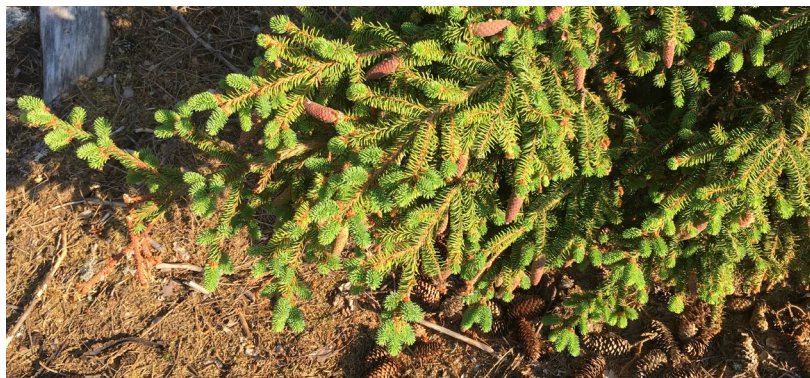
Skottskjutningen skedde mellan 15 maj och 30 maj. Träd kapade före 30 maj sköt ej skott. Endast det okapade trädet hade levande skott vid slutrevision.



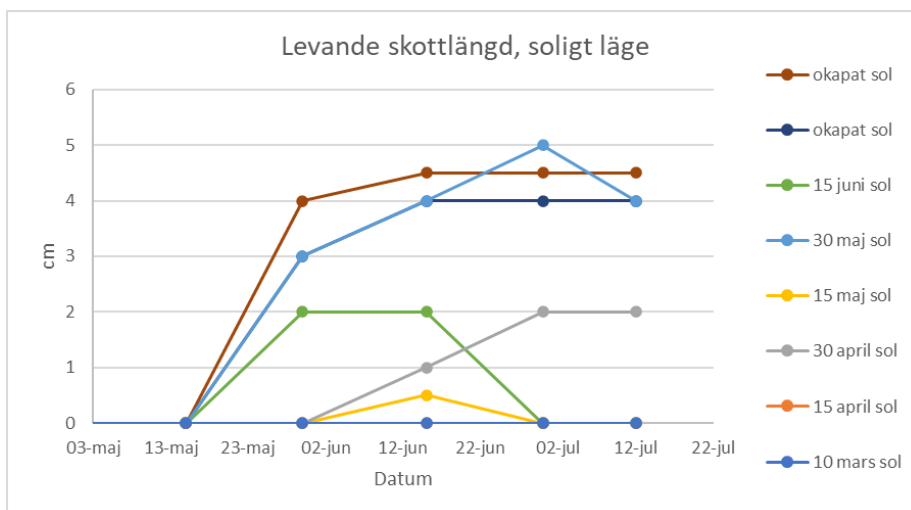
Figur 12. Längd på levande årsskott i skuggigt läge.

Skottskjutning i soligt läge

Skottskjutningen skedde mellan 15 maj och 30 maj. Träd kapade före 30 april sköt ej skott. Okapade träd och några andra hade levande skott vid slutrevision. Tydligt att det inte enbart är rotkapningstiden som påverkat skottskjutning och skottens överlevnad.



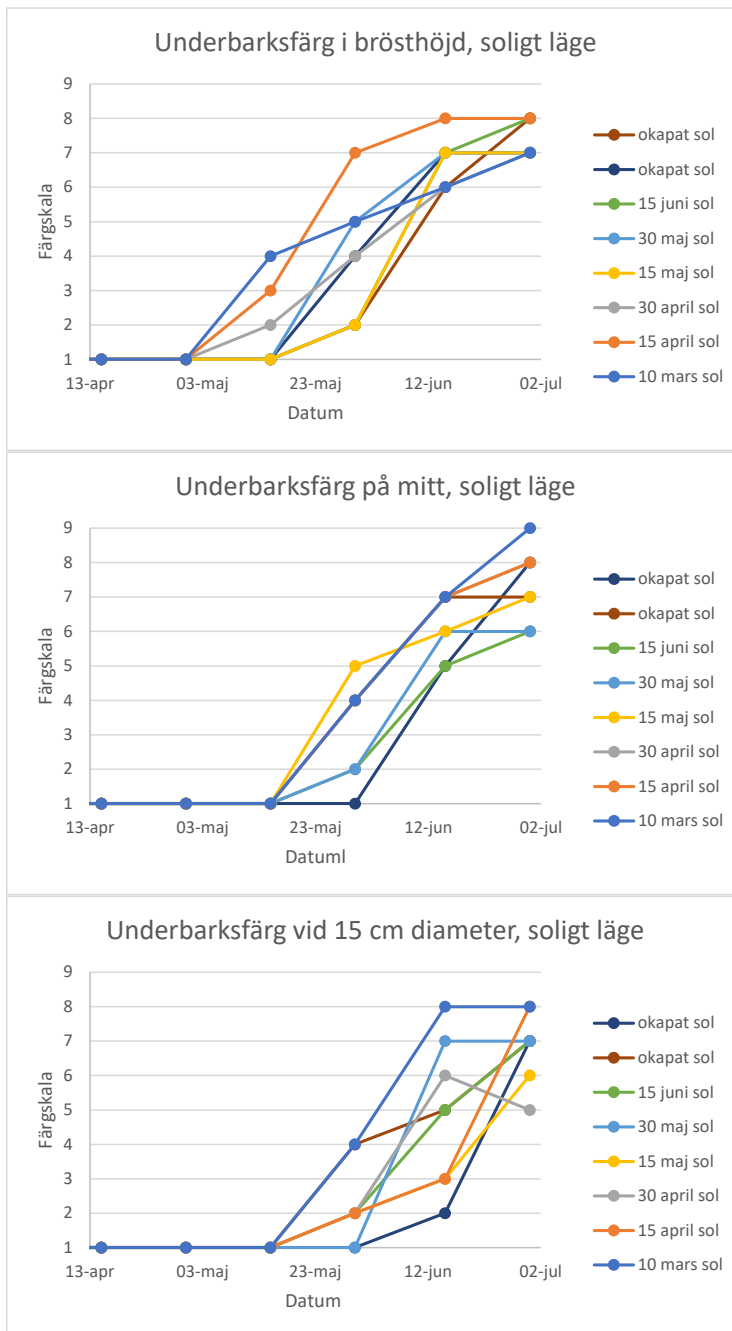
Figur 13. Nya skott och kottar 31 maj i soligt läge.



Figur 14. Längd på levande årsskott i soligt läge.

Färg på underbarken i soligt läge

Tidig rotkapning verkar ge träden en mörk underbark snabbare. Dock var det relativt stor variation även mellan närbelägna provställen på samma träd vid samma tillfälle vilket bidrog till spridning. Vid bedömningen försöktes bortse från mörka partier från insektsgångar, men mot slutet var nästan allt påverkat av insekter i många prover. Bedömning efter färgskala 1–10 där 1 är mycket ljus (helt fräsch) och 10 nästan svart.

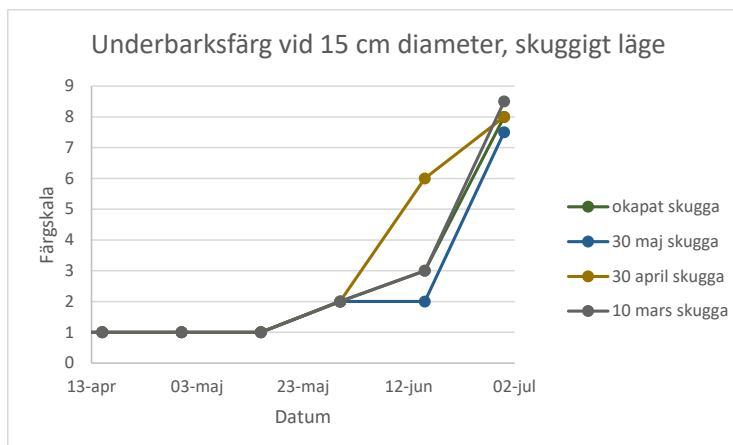
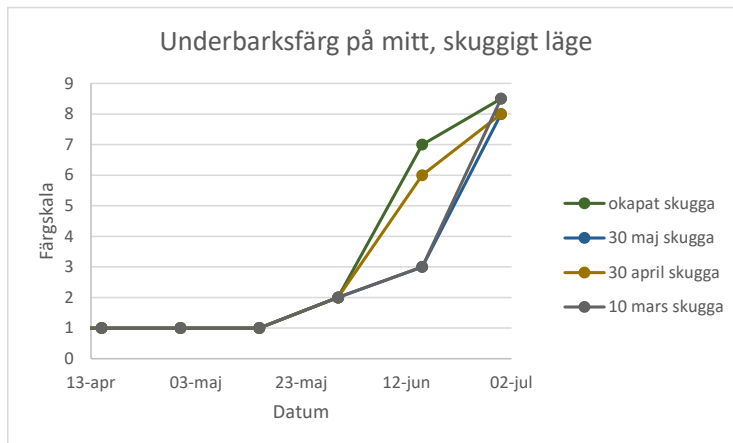
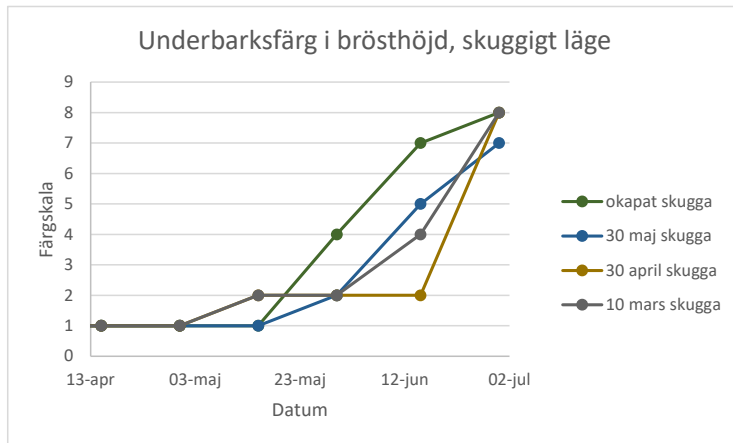


Figur 15. Färgskalan och några underbarksprover.

Figur 16. Underbarkens färg i soligt läge enligt en skala 1–10. Vid brösthöjd, mitt mellan brösthöjd och 15 cm stamdiameter samt vid 15 cm stamdiameter.

Färg på underbarken i skuggigt läge

I skuggigt läge mörknade underbarken lite senare och med ännu större variation och mindre beroende av kaptidpunkt jämfört med soligt läge. Bedömning efter färgskala 1–10 där 1 är mycket ljus (helt fräsch) och 10 nästan svart.

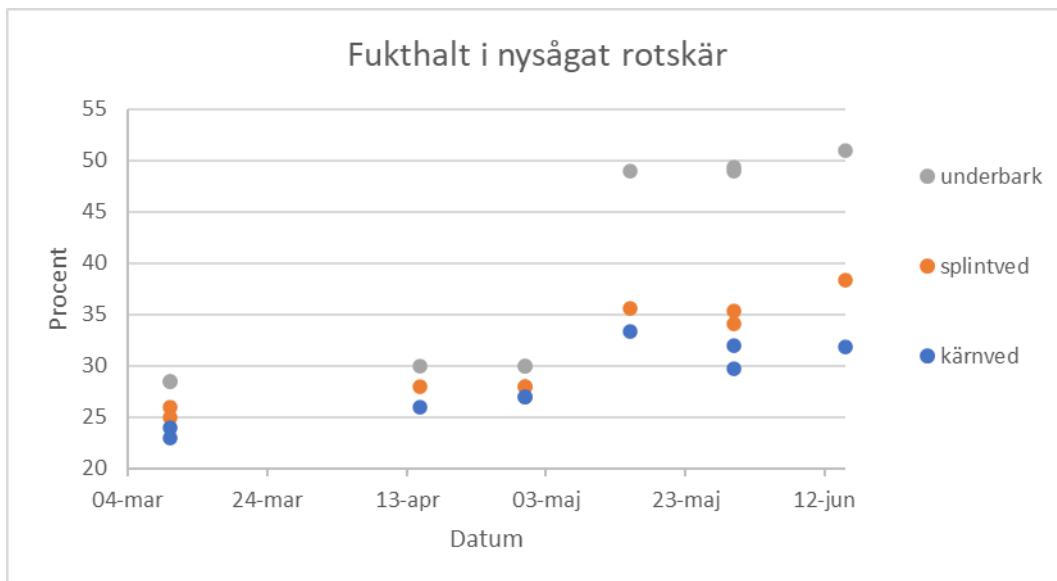


Figur 17. Underbarkens färg i skuggigt läge enligt en skala 1–10. Vid brösthöjd, mitt mellan brösthöjd och 15 cm stamdiameter samt vid 15 cm stamdiameter.

Fukthalt

Fukthaltsmätningar genom bark vid de tre provytorna på varje träd visade instabila och ej tillförlitliga värden. Kanske berodde det på att mätstiften på nyttjat mätinstrument berörde olika lager, från ytterbark via underbark till ytlig ved och därför hade svårt att ange en enhetlig fukthalt. Ett nyligt regn eller om mätningen skedde på morgon eller kväll, i sol eller mulet verkade också inverka. Mängden av osäkerhetsfaktorer gör att dessa mätningar bedöms vara av lågt värde.

Mätning i samband med att rotkapningen genomfördes på nysågade rotskär visade däremot stabilare värden. Fukthalten var högst i underbarken och ökade tydligt efter savning som tycks ha skett mellan 30 april och 15 maj (Figur 18).



Figur 18. Fukthalt i nysågade rotskär i samband med rotkapning.

Granbarkborrens angrepp och förökningsframgång

Färsk borrhög vid ingångshål

Vid inmätning 15 maj och 30 maj fanns färsk angrepp med högar av bormjöl. Samtliga träd blev angripna av granbarkborren och ofta även sextandad barkborre. Träden i skuggigt läge angreps senare än de i soligt läge. Sannolikt påbörjades angreppen i mitten av maj då också Skogsstyrelsens närliggande övervakningsfällor i Hedemora noterade årets högsta fångster.

Antalet ingångshål var dock svårt att bestämma. Dels för att bormjöl kan ha blåst eller regnat bort dels för att ingångshål ofta är dolda av barkens skrymslen. Det verkade även finnas påbörjade men avbrutna ingångshål och några borrar som var kåddränkta.

Mätningar från slutrevision där barken lossades ger ett säkrare mått på angreppstäthet mm.

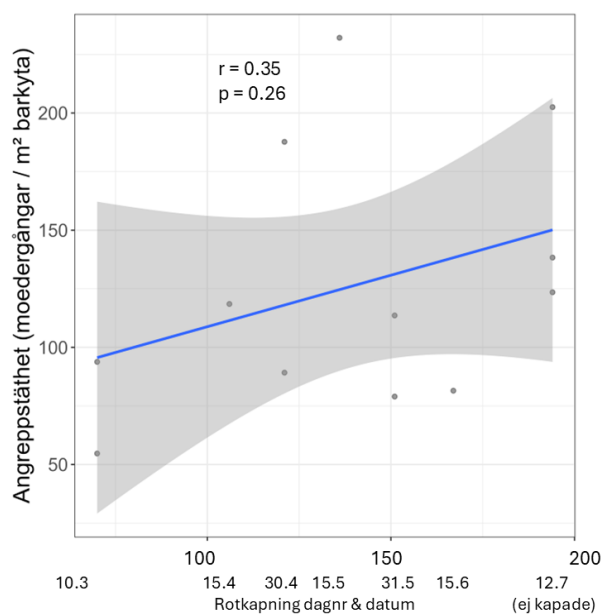


Figur 19. Angrepp av barkborrar fotograferade 15 maj.

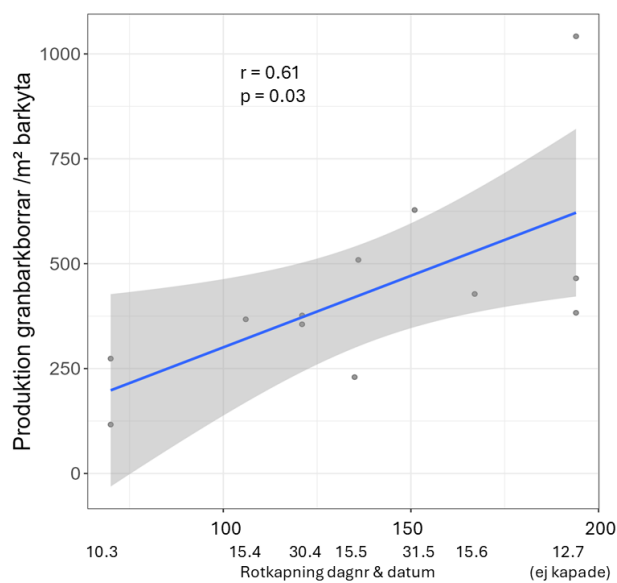
Angrepp och förökningsframgång

Angreppstätheten skiljde sig inte signifikant mellan behandlingarna (exponering, tidpunkt för rotkapning), (Figur 20).

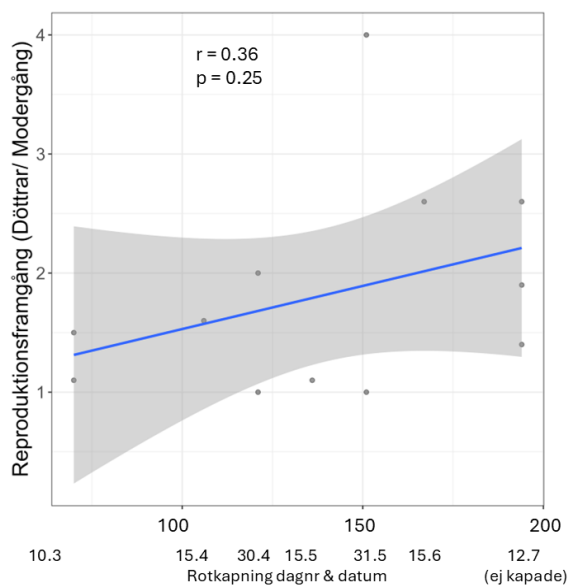
Däremot producerades desto färre granbarkborrar ju tidigare granarna rotkapats. Produktion per kvadratmeter bark i Figur 21 och reproduktionsframgång i Figur 22.



Figur 20. Angreppstäthet per kvadratmeter bark vid olika tidpunkt för rotkapning.

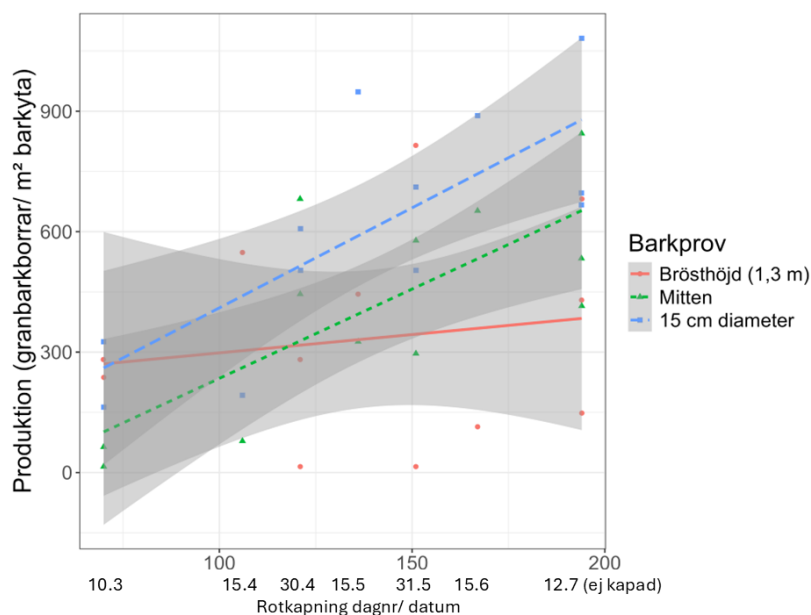


Figur 21. Produktion av granbarkborrar per kvadratmeter bark vid olika tidpunkt för rotkapning.



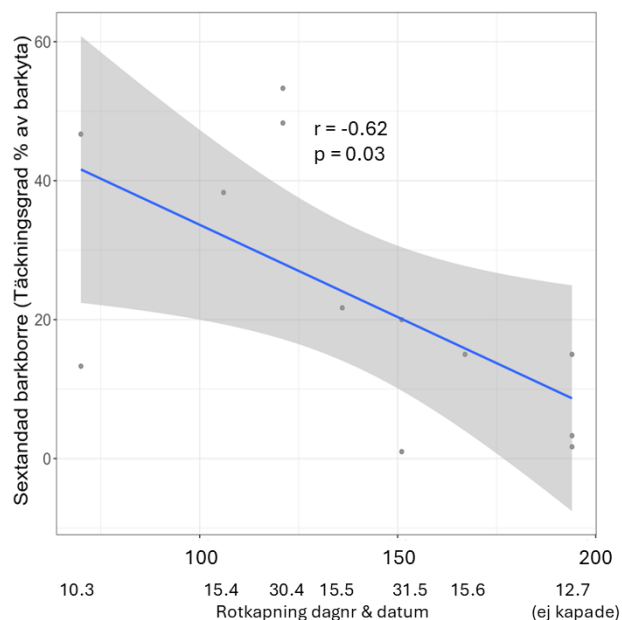
Figur 22. Reproduktionsframgång vid olika tidpunkt för rotkapning

Tendensen var också en lägre produktion vid brösthöjd jämfört med högre upp, mitt på stammen och vid 15 cm diameter (Figur 23).



Figur 23. Produktion av granbarkborrar på olika platser på stammarna vid olika kaptidpunkt.

Förekomst av sextandad barkborre var också högre med tidigare rotkapning (Figur 24).



Figur 24. Täckningsgrad av gångsystem av sextandad barkborre i procent av barkyta vid olika tidpunkt för rotkapning.

Vi observerade även fler av granbarkborrens fiender i de beskuggade jämfört med de solexponerade träden. Styltflugelarver (*Medetera* spp) saknades helt i sol men förekom i 3 av 4 träd i skugga. Även antalet myrbaggelarver var fler i skugga (3.2 ± 4.2 (Medel $\pm$ Standardavvikelsen)) än i sol (0.67 ± 0.87).

Diskussion

Rotkapning gav lägre produktion av granbarkborre

Resultaten från denna studie styrker hypotesen att rotkapning ger sämre förutsättningar för granbarkborrens förökning, sannolikt främst genom en sämre och mindre näringsrik miljö för larvernas tillväxt och ökad konkurrens av andra arter.

Vi såg en ökad förekomst av den sextandade barkborren i tidigt rotkapade träd. Den sextandade barkborren ynglar främst i tunnare bark och kräver oftast hjälp från granbarkborren för att ta död på levande träd varför den inte utgör något större hot för skogsbruket.

Det fanns även fler naturliga fiender (bland annat styltflugor och myrbaggar) i beskuggade träd. Detta resultat är i linje med tidigare studie som visade på tio gånger fler styltflugor i stående, och mera beskuggade, träd jämfört med kapade (Hedgren & Schroeder 2004).

Rotkapade vindfällan tappar snabbare vitaliteten och får därmed ett sämre kådförsvår som vid en låg population av granbarkborrar kan gynna borren i varje fall första sommaren. Rotkapade trädets minskade vitalitet är därför troligen på både gott och ont för granbarkborren.

Eriksson m.fl. (2008) jämförde granbarkborrens förökning i rotkapade och ej rotkapade vindfällan skapade med vinsch och fann till skillnad från denna studie små skillnader och generellt mycket låg förökning i vindfällan och mycket låga följdskador på stående träd, till stor del beroende på en låg stam av granbarkborrar.

Ur bekämpningssynpunkt tycks alltså nyttan med en snabbare minskad vitalitet hos träden och sämre livsmiljö för larverna ha balanserats av att färre borrar dödades av kådförsvår.

Vid en hög population av granbarkborrar, som i denna studie, får nackdelen med minskat kådförsvår i kapade vindfällan mindre betydelse och fördelen med sämre livsmiljö för larverna en större betydelse.

Det är naturligt att nyttan med att ta ut vindfällan ur skogen i tid, barka eller rotkapa kan variera kraftigt och är mycket beroende på förekomsten av granbarkborrar och även förekomsten av stressade stående träd som riskerar att dödas i nästa steg. God kunskap om mängden granbarkborrar i landskapet och möjliga riskområden är därför viktig för att prioritera lämpliga åtgärder.

Grundläggande kunskap om granbarkborrens biologi är viktig. Som att skador på stående träd normalt kommer först när det blir brist på vindfällan. Man måste därför förstå att även om stående träd kortsiktigt skonas ju fler vindfällan som lämnas så ökar risken för att granbarkborren senare kommer angripa stående träd med skador som kan bli stora om väder och annat sammanfaller till granbarkborrens fördel.

Vad betyder dessa resultat?

Det är en liten studie så det finns skäl att inte dra alltför långtgående slutsatser innan resultaten kunnat bekräftas i fler studier. Studien i närheten av Karlsbyheden visar dock liknande resultat och det tycks finnas en rimlig biologisk och fysikalisk grund till att träd som rotkapats snabbare dör och kommer erbjuda en sämre miljö för larvernas och borraernas utveckling.

Rotkapning borde kunna bli ett nytt och relativt billigt ”verktyg i lådan” av alternativ för att förebygga skador av granbarkborren. En fördel är att denna bekämpningsmetod inte kommer i konflikt med krav från certifieringar eller andra önskemål att öka mängden död ved och därmed biologisk mångfald i skogen.

Vi hade en tanke utifrån erfarenheter vid syrfällning att det möjligen är viktigt att kapa vid rätt tid så nya skott påskyndar behovet av vatten. Våra resultat visar dock inte detta, utan en tidigare rotkapning utan skottskjutning gav bättre resultat än en senare med skottskjutning. Erfarenheterna från i första hand björk som ju saknar löv på vintern stämmer alltså inte på gran. Det gör att tiden att hinna göra rotkapningen blir längre och för självverksamma skogsägare blir det även mindre krockar med vårbruk och mycket annat som ska göras i början av sommaren.

Där det inte finns andra alternativ än barkning och den bedöms för dyr eller arbetsam är det en relativt billig och snabb metod även om den verkliga effekten av att reducera kommande skador på stående träd ännu inte kan garanteras med någon större precision.

Studiens generaliserbarhet

Vädret under våren 2024 i södra Dalarna var något varmare än normalt, inte minst under maj som var mer än tre grader varmare än normalt och den varmaste sedan 2018 (SMHI 2024a; SMHI 2024b). Nederbörds mängden under våren, liksom temperatur och nederbörd under följande sommar, var däremot nära den normala i relation till referensperioden 1991–2020 (SMHI 2024a; SMHI 2024c).

Platsen och träden i studien valdes för att ge en stor sannolikhet för omfattande angrepp av granbarkborrar på försöksträden. Det bedömdes bra för vårt jämförande försök där vi önskade att det skulle finnas tillräckligt med borrar för att kunna angripa alla försöksträd. Vid en betydligt lägre population av granbarkborrar skulle resultaten sannolikt ha blivit annorlunda enligt diskussionen ovan.

Vid besök på platsen i mars 2025 syntes inga granbarkborredödade stående träd i närheten av försöket, men ett träd i kanten på hygget som vindfällts efter försöket var angripet. Oklart när det blev angripet och när det vindfälldes.

Nya frågeställningar

Simulerade vindfällen skapade med skördare är ganska nära naturliga vindfällen men kan misstänkas vara mera brutalt fällda med kanske större skador på återstående rötter med markkontakt. Till exempel att mer rötter knäcks i stället för böjs. Träden får även en del barkskador av aggregatet.

Naturliga spridda vindfällen, där vinden inte är starkare än att enstaka löst stående träd fälls är troligen mera skonsam med chans till mer återstående rotkapacitet. I princip är ju alla vindfällen ”rotkapade till viss del”.

Det finns högst sannolikt en stor variation även bland naturliga spridda vindfällen där vissa i princip är helt eller nära helt rotkapade. Till exempel där stammen knäckts eller där träd rotvälts trots tjälad mark på grund av väldigt hög vindstyrka.

Är antal granbarkborrar i mitten av juli rätt mått? Kanske en sämre miljö i rotkapade träd gör att vitaliteten och antalet levande barkborrar fortsätter minska? Ur

bekämpningssynpunkt är det väsentliga hur många och hur vitala de är vid nästa svärmning som normalt sker nästa år.

Det vore för fortsatta studier intressant att förutom antal även inkludera någon slags vitalitetsmått på nya generationen granbarkborrar som till exempel medelvikt. Alternativt att låta försöket fortgå längre och följa borrharnas antal och vitalitet och kanske även verklig effekt på stående träd. I detta fall hade vi lovat markägaren att fräsa ihjäl eventuella barkborrar.

En annan fråga är om rotkapning av tidiga vindfällan redan föregående höst kan göra träden mindre attraktiva och ännu mindre tjänliga? Samtidigt kanske det optimala vore om träden är attraktiva och fungerar som fällor men sedan blir otjänliga tillräckligt snabbt så det inte produceras vitala avkommor.

Glöm inte riskerna för olycksfall

Vindfällda träd medför särskilda risker. Rotvältor som faller är livsfarliga och vissa faller framåt. Vindfällan kan hamna i spänning vilket gör att det lätt uppstår farliga slag när stammen kapas. Det krävs därför särskild kompetens för att arbeta med vindfällan, motsvarande Motorsågsörkortets nivå C eller S. Ensamarbete är förbjudet för anställda.

Vid mer omfattande och komplicerade fall bör maskiner användas. Spridda mindre volymer, där alternativet med rotkapning är intressant, är oftast mindre komplicerade och farliga.

Referenslista

Bergquist, J., Edlund, S., Fries, C., Gunnarsson, S., Hazell, P., Karlsson, L., Lomander, A., Näslund, B.-Å., Rosell, S. & Stendahl, J. 2016. Kunskapsplattform för skogsproduktion Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder. Skogsstyrelsen Meddelande nr 1 2016

Björklund, N. 2009. Utvärdering av barkning av vindfälld gran som en bekämpningsåtgärd mot granbarkborre, Institutionen för Ekologi, SLU.

Callin, G. 1959 Syrfällning av klen virke. Meddelande från Statens skogsforskningsinstitut Band 50 nr 7

Eriksson, M., Neuvonen, S. & Roininen, K. 2008. Ips typographus (L.) attack on patches of felled trees: "Wind-felled" vs. Cut trees and the risk of subsequent mortality. Forest Ecology and Management 255, 1336-1341.

Gullberg, T. 2022. Tillvaratagande av spridda skadade träd – systemanalyser för privatskogsbruk. Skogforsk Arbetsrapport 1121–2022

Gullberg, T. 2024. Motormanuellt tillvaratagande av spridda skadade träd – Regelverk, risker och arbetsmetoder. Skogforsk Arbetsrapport 1207–2024

Hedgren, P.O., Schroeder, M. & Weslien, J. 2002. Enstaka vindfällna ökar inte risken för barkborreskador. SkogForsk Resultat nr 23.

Hedgren, P.O. 2003. Granbarkborren (*Ips typographus*) och naturvården. Entomologisk Tidskrift 124 (3): 159-165.

Kärvemo, S., Rogell, B. & Schroeder, M. 2014. Dynamics of spruce bark beetle infestation spots: Importance of local population size and landscape characteristics after a storm disturbance. Forest Ecology and Management 334: 232-240

Larsson, P-E., Isacson, G., Rosenberg, O., Weslien, J-O, & Örlander, G. 2021. Projekt "Granbarkborre 2020" Granbarkborrefällors fångstförmåga och effekter på närliggande skog. Skogforsk, Arbetsrapport 1078–2021

Lindelöw, Å. & Schroeder, M. 2003. Stormfällning och granbarkborre – hur stor är risken för skador? Fakta Skog 6, 2003.

Liss, J-E. 1979. Syrfällning. Småskogsnytt nr 6 1979. ISBN 91-576-0322-7

Sandberg, P-E. 2025. Utvärdering av barkborreförsöket i Toxberget, Karlsbyheden. PM. <https://www.sakerskog.se/sandberg-rotkapning-toxberget>

Svensson, S-O. 2014. Barkning – ett alternativ för minskning av skogsskador orsakade av granbarkborre? Seminarieuppgift Skoglig grundkurs 1 Högskolan Dalarna

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). (2024a, 30 maj). *Våren 2024 – Omväxlande vår*. Hämtad 2025-09-09 från https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/arets-och-arstidernas-vader/arets-och-arstidernas-vader-och-vatten/2024-05-30-varen-2024---omvaxlande-var?utm_source=chatgpt.com

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). (2024b, 31 maj). *Maj 2024 – Varmaste majmånaden näst 2018*. SMHI. Hämtad 2025-09-09, från <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-i>

sverige/manadens-vader-och-vatten-i-sverige/2024-05-31-maj-2024---varmaste-majmanaden-nast-2018

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). (2024c, 30 augusti). *Sommaren 2024 – Rekordvarmt längst i norr*. Hämtad 2025-09-09, från <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/arets-och-arstidernas-vader/arets-och-arstidernas-vader-och-vatten/2024-08-30-sommaren-2024---rekordvarmt-langst-i-norr>

Weslien, J., Schroeder, M. & Öhrn, P. 2022. Effekt på granbarkborren och dess fiender vid vinteravverkning av dödade granar. Skogforsk, Arbetsrapport 1110–2022

Bilaga 1

Data över provträd

DBH	Längd	Längd	Torr kron-	Grön kron-	Rotvälta	Rotvälta	Stammens	Stammens	Del-	
cm	m	till	gräns, m	gräns, m	bredd, m	höjd, m	höjd ovan	medelhöjd	försök	
		15 cm					mark vid	ovan mark, m		
							rotvälta, m			rotkapat
33	28,0	19,0	0,3	6,6	5,0	2,5	0,5	0,7	sol	2024-03-10
34	27,5	19,0	1,5	10,5	2,5	1,8	0,4	0,5	sol	2024-04-15
30	24,0	18,5	0,7	10,0	2,5	1,0	0,1	0,6	sol	2024-04-30
30	26,0	19,0	1,0	8,0	3,4	2,2	0,4	0,3	sol	2024-05-15
30	26,0	18,0	0,3	11,6	3,5	1,4	0,0	0,3	sol	2024-05-31
26	27,0	15,5	0,7	8,0	2,1	1,0	0,2	0,9	sol	2024-06-15
33	26,0	19,0	0,3	6,0	3,4	1,8	0,3	0,3	sol	
33	26,5	18,5	0,5	5,5	3,6	1,8	0,2	0,3	sol	
28	25,0	16,8	0,5	15,2	1,6	0,9	0,3	0,3	skugga	2024-03-10
27	25,5	16,5	0,3	8,0	2,0	1,5	0,4	0,8	skugga	2024-04-30
29	27,0	19,0	0,4	8,5	2,7	2,0	0,0	0,3	skugga	2024-05-31
25	25,0	14,2	0,5	13,5	2,0	1,2	0,2	0,4	skugga	