

15 januari 2010

Södra Skogsägarnas Stiftelse för Forskning, Utveckling och Utbildning,
Skogsudden, 35189 Växjö.

Slutrapport för kompletterande studier inom projektet "Effekt av fångstvirkesfällor på näraliggande skog 2008"

Niklas Björklund & Bo Långström
Institutionen för Ekologi, SLU, 750 07 Uppsala



Innehållsförteckning

Förord.....	3
Introduktion.....	3
Genomgång av fällfångster från övervakningsfällorna.....	3
(1) Resulterade bekämpningen med fällor i att en lägre andel andragenerationsdjur utvecklades i bekämpningsområdena jämfört med i kontrollområdena?.....	3
(2) Har bekämpningsinsatsen påverkat granbarkborrarnas könskvot?.....	6
(3) Hur väl stämde antalet djur som fångades i övervakningsfällorna med de uppskattade fångsterna?.....	7
Uppvägs effekten av massfångst utav en ökad reproduktionsframgång?.....	8
Misslyckade angrepp av granbarkborrar.....	10
Inventering av hela områden.....	11
Inventering baserad på stånskogsangrepp detekterade med hjälp av helikopterinventering eller flygfotografering.....	13
Referenser.....	18
Bilaga 1. Larsson, P.-E., Björklund, N., Långström, B., Gustavsson, K. & Örlander, G. (2009) Granbarkborrar, fångstvirkesfällor och angripen skog. Poster presentation vid Skogskonferensen i Uppsala, Sverige.....	20

Förord

Kjell Gustavsson, Sveaskog, ställde upp med lämpliga försöksytor mm. Per-Erik Larsson och Kjell Rosen, Asa försökspark, medverkade både i planeringen av studien och under genomförandet av fältarbetet. Anna Björklund och Linda Gustafsson, SLU, utförde en stor del av fältarbetet, barkprovsgenomgången samt genomgången av fångsterna i övervakningsfällorna. Petra Svensson könsbestämde granbarkborrarna. Tack för er medverkan!

Studien har finansierats med medel från Södra Skogsägarnas Stiftelse för Forskning, Utveckling och Utbildning.

Introduktion

I denna rapport presenteras resultaten från ett antal kompletterande studier som har gjorts i anslutning till ett storskaligt experiment med benämningen ”Effekt av fångstvirkesfällor på näraliggande skog 2008” (Bilaga 1). Författarna till denna rapport har även deltagit i det storskaliga experimentet, som genomfördes som ett samarbetsprojekt mellan Södra, Sveaskog och SLU, men resultaten från det experimentet avrapporteras separat.

Resultaten som presenteras i denna rapport baseras på en genomgång av fällfångster från de övervakningsfällor som användes i det storskaliga experimentet. Dessutom avrapporteras ett projekt som syftade till att öka kunskapen om misslyckade angrepp av granbarkborrar. I detta projekt utnyttjades den omfattande markinventeringen som gjordes i samband med det storskaliga experimentet.

Genomgång av fällfångster från övervakningsfällorna

Syftet med genomgången av fällfångsterna från övervakningsfällorna var att få svar på följande frågor: (1) Resulterade bekämpningen med fällor i att en lägre andel andragenerationsdjur utvecklades i bekämpningsområdena jämfört med i kontrollområdena?, (2) Har bekämpningsinsatsen påverkat granbarkborrarnas könskvot? (3) Hur väl stämde antalet djur som fångades i övervakningsfällorna med de uppskattade fångsterna?

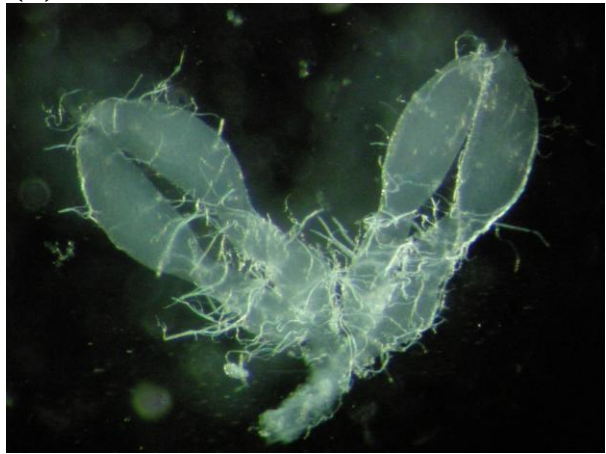
(1) Resulterade bekämpningen med fällor i att en lägre andel andragenerationsdjur utvecklades i bekämpningsområdena jämfört med i kontrollområdena?

Om en stor andel av föräldragenerationen fångas i fällor istället för att de reproducerar sig i träd så borde det resultera i att en lägre andel andragenerationsdjur utvecklas i bekämpningsområdena jämfört med i kontrollområdena. Nykläckta andragenerationsdjur är ännu inte utfärgade och de kan därför relativt enkelt särskiljas från syskonkullsvärmande djur på basis av sin ljusa färg (figur 1). Ju äldre ett djur blir desto mörkare blir det och i denna studie särskiljdes också svarta individer från mörkbruna.

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



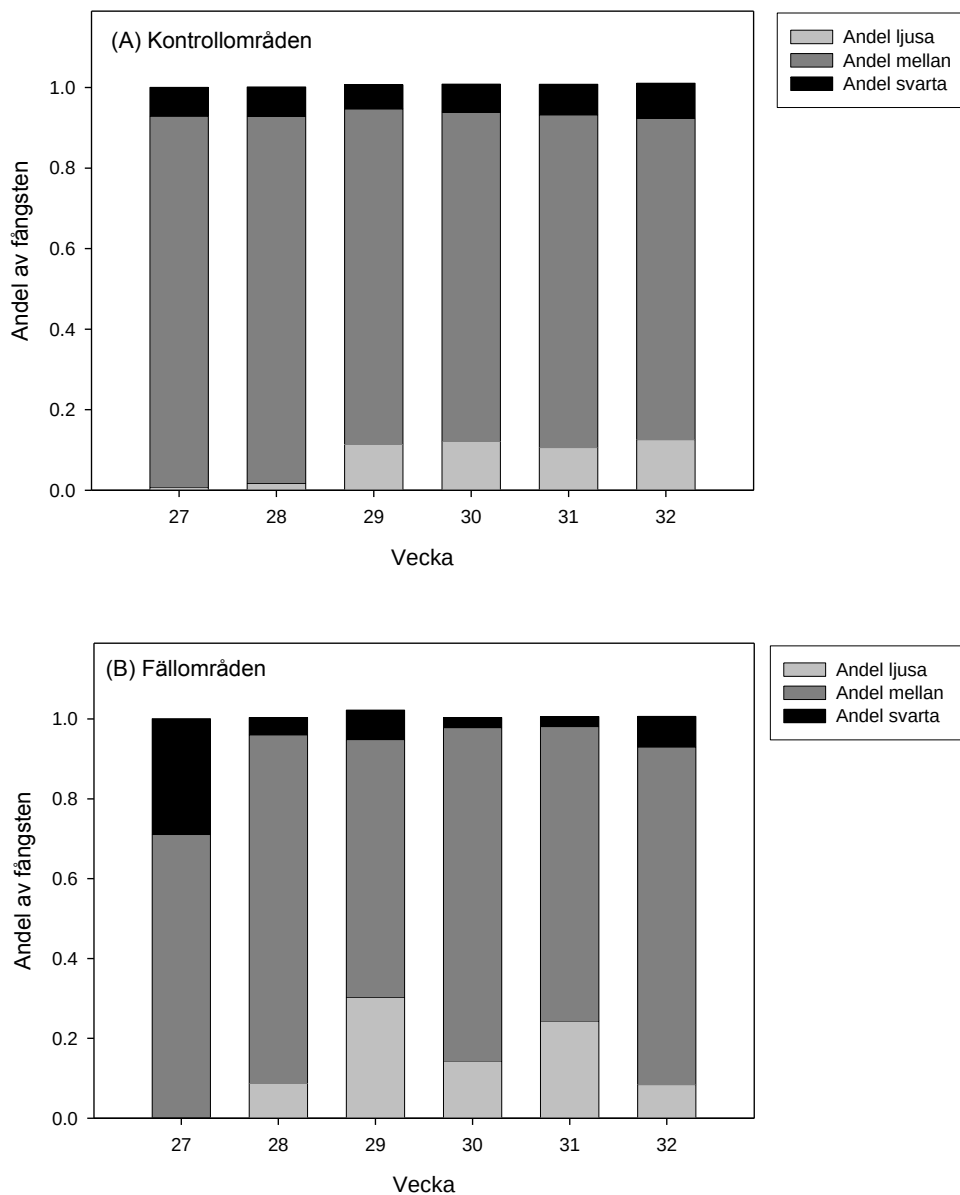
(F)



Figur 1. Färgen på granbarkborrar är relaterad till ålder och därmed också ovarieutveckling. I denna studie särskiljdes ljusa (A och B), mellanbruna (C och D) samt svarta (E och F) individer. Fotografier från BOKU, Wien, Martina Olifiers.

Fällfångster från övervakningsfällorna i samtliga försöksområden sorterades med avseende på färgnyans. Detta gjordes för fem på varandra följande veckofångster efter den 1 juli. Totalt sorterades 18 786 individer. En del av baggarna dissekerades för att fastställa om de lagt ägg eller inte dvs. om de var gamla eller unga djur. I fällmaterialet var det emellertid mycket svårt att se om de hade corpora lutea vid oviducten (= gamla djur) eller inte (jmf D och F i figur 1). Dissektionsmetoden övergavs efter några hundra baggar eftersom materialet inte var tillräckligt färskt.

Denna studie gav inte något stöd åt att bekämpningen med fällor skulle ha påverkat ålderssammansättningen av granbarkborrar (figur 2). Det flög knappt några andragenerationsdjur under vecka 27 men sedan ökade andelen andragenerationsdjur till cirka 15 % av det totala antalet djur som fångades.



Figur 2. Andel av fångsten som består av granbarkborrar som klassificerats som ljusa, mellanbruna, samt svarta.

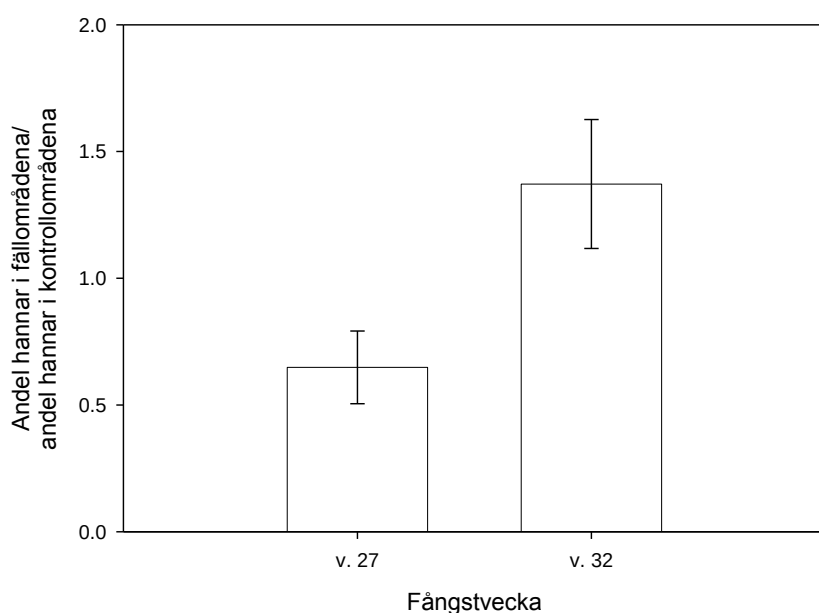
(2) Har bekämpningsinsatsen påverkat granbarkborrarnas könskvot?

Syftet med massfångst är att reducera populationen av skadegöraren till den grad att skadorna den orsakar kan undvikas eller åtminstone minskas (Wainhouse 2005). De syntetiska feromoner som används vid massfångst av barkborrar i bekämpningssyfte fungerar lockande för både hannar och honor vilket är en av anledningarna till att denna metod används så pass ofta för denna grupp av insekter och ett flertal studier har gjorts där man studerat vilken effekt man kan uppnå med en bekämpningsinsats (Furuta m.fl. 1984, Zumr 1987, Dimitri m.fl. 1992, Grodzki 1995, Niemeyer 1997, Jakuš 1998, Grodzki m.fl. 2006, Faccoli & Stergulc 2008). Projektet ”Effekt av fångstvirkesfällor på näraliggande skog 2008” är dock den första storskaliga studien med både regelrätta kontrollområden och upprepningar.

Könskvoten är 1:1 för granbarkborrar när de kläcks men i feromonfällor brukar endast cirka 20-40 % av fångsten bestå utav hannar (Bakke m.fl. 1983, Weslien & Bylund 1988, Jakuš 1998, Faccoli & Buffo 2004). Detta beror bl.a. på att de höga koncentrationerna av feromoner som avges från kommersiella feromondispensrar är attraktivare för honor än för hannar (Schlyter m.fl. 1987).

Om en stor andel av en population fångas med hjälp av feromonfällor så bör andelen hannar, inom en generation, öka med tiden i fällområdena jämfört med i kontrollområdena. Detta eftersom en lägre andel av hannarna fångas. För att undersöka om så är fallet könsbestämdes granbarkborrar både från övervakningsfällor i bekämpnings- och kontrollområdena. Fångster från vecka 27 och från vecka 32 användes för denna studie. P.g.a. ett misstag blandades fångsterna från fäll- och kontrollområdet i Linnebjörke ihop och resultaten baseras därför på data från fem kronoparker. Totalt könsbestämdes 240 granbarkborrar och andelen hannar var i snitt 31 %.

Andelen hannar i fällområdena per andel hannar i kontrollområdena ökade markant mellan vecka 27 och vecka 32 (figur 3; parat t-test, $P=0.02$, d.f.=4, $t=-3.75$). I absoluta tal ökade andelen hannar i fällområdena från 20 % vecka 27 till 39 % vecka 32. Andelen hannar i kontrollområdena minskade däremot från 33 % vecka 27 till 31 % vecka 32.



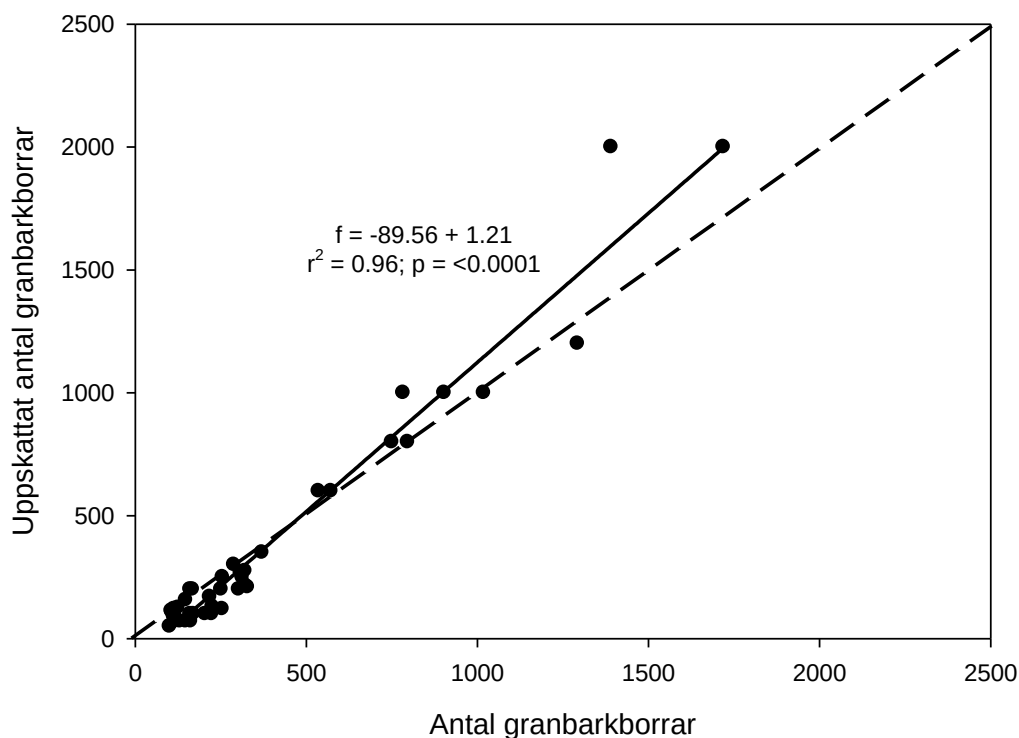
Figur 3. Förändring av andel hannar fångstområdena i förhållande till kontrollområdena över tiden.

Hos granbarkborrarna är det hannarna som initierar angreppen och en hane kan ha flera honor. Den signifikanta ökningen av andelen hannar, som orsakades av fällorna, kan ha lett till att den kvarvarande populationen kunde angripa relativt många träd men att den relativa reproduktionsframgången blev låg.

(3) Hur väl stämde antalet djur som fångades i övervakningsfällorna med de uppskattade fångsterna?

För att spara tid när fällfångsterna från övervakningsfällorna var fler än att de snabbt kunde räknas exakt så uppskattades antalet genom att granbarkborrarna hälldes ner i ett mätglas där volymen bestämdes. Utifrån volymen skattades sedan antalet granbarkborrar. För att bestämma hur väl de uppskattade fångsterna stämde med det verkliga antalet djur som fångades räknades antalet granbarkborrar i totalt 142 fällfångster.

Det visade sig vara en mycket god överensstämmelse mellan det skattade och det verkliga antalet granbarkborrar. Totalt var det 18 786 granbarkborrar i de 142 fällfångsterna som räknades. Motsvarande uppskattade siffra var 18 494. Korrelationen mellan det verkliga och det skattade antalet för enskilda fällfångster var god ($r^2 = 0.96$) förutom för ett fåtal extremfångster där antalet granbarkborrar överskattades (figur 4).



Figur 4. Förhållandet mellan det uppskattade och verkliga antalet granbarkborrar i övervakningsfällorna. Den streckade linjen representerar ett 1:1 förhållande. Endast fångster med fler än 100 granbarkborrar är inkluderade i figuren.

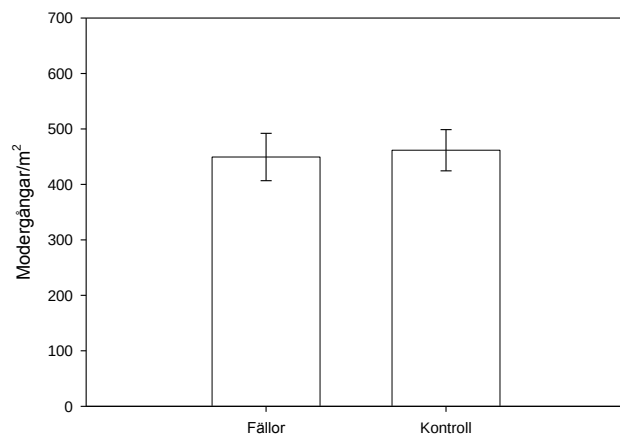
Uppvägs effekten av massfångst utav en ökad reproduktionsframgång?

Ett vanligt argument mot massfångst av insekter är att effekten av att man fångar ut en del av populationen upphävs av att inomartskonkurrensen minskar för de som inte fångas. Det är väl känt att höga angreppstätheter leder till en ökad inomartskonkurrens om födan under barken vilket markant minskar reproduktionsframgången (Anderbrant m.fl. 1985, Anderbrant 1990). I denna delstudie utvärderade vi huruvida massfångsten av granbarkborrar i bekämpningsområdena gett upphov till lägre angreppstätheter och högre reproduktionsframgång.

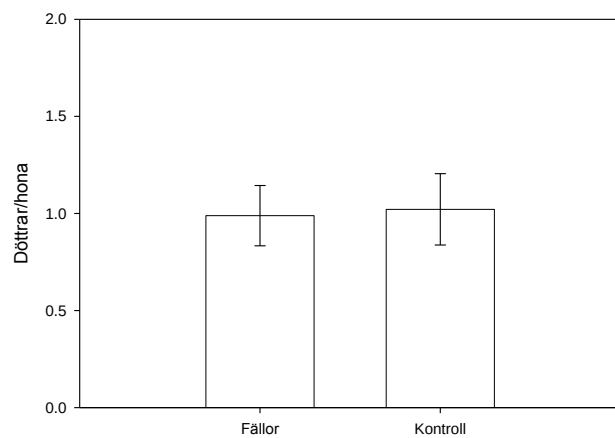
På basis av helikopterinventeringen kunde platser i fångstområdena lokaliseras där granbarkborrar dödat träd inom 30 meter från en fälla. Motsvarande platser, med träd dödade inom 30 meter från en kontrollpunkt, lokaliserades i kontrollområdena. Ett 45 x 15 cm stort barkprov togs på 2 m höjd, på västsidan av stammen, från de angripna träden. Barkprover togs från högst tio träd per område och i de fall där det fanns fler angripna träd prioriterades de träd som befann sig närmast fäll- resp. kontrollpunkten. Detta gjordes för att den genomsnittliga angreppstätheten samt förökningsframgången skulle kunna beräknas.

Totalt analyserades barkprover från 105 träd fördelat på åtta områden i närheten av fällor och sju områden i närheten av kontrollpunkter. Angreppstätheten var i medeltal 455 modergångar per m² bark. Denna siffra är i samma storleksordning som de 397 modergångar per m² bark som rapporterats från en annan studie som också gjordes i stormområdet år 2008 (Schroeder 2008). Den genomsnittliga förökningsframgången var 1,00 döttrar per barkborrehona. Även denna siffra är i samma storleksordning som de 0,81 döttrar per barkborrehona som tidigare rapporterats (Schroeder 2008). I genomsnitt producerades 636 barkborrar per m² bark vilket också är i samma storleksordning som de 579 barkborrar per m² bark som tidigare rapporterats (Schroeder 2008).

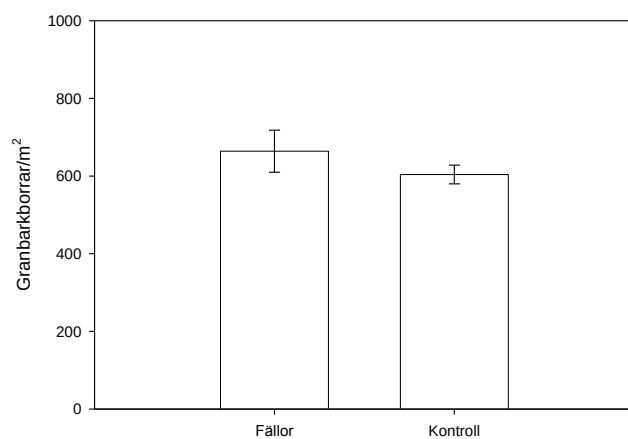
Varken angreppstätheten, förökningsframgången eller produktionen granbarkborrar per ytenhet bark skiljde sig mellan områden med och utan fällor (figur 5, 6 och 7). Denna studie ger alltså starkt stöd för att effekten av massfångst inte motverkas av en ökad reproduktionsframgång.



Figur 5. Antal modergångar per kvadratmeter bark från områden med och utan fällor. T-test, $P=0.83$, d.f.=13, $t=-0.21$.



Figur 6. Antal döttrar per granbarkborrehona från områden med och utan fällor. T-test, $P=0.89$, d.f.=13, $t=-0.14$.



Figur 7. Antal granbarkborrar per kvadratmeter bark från områden med och utan fällor. T-test, $P=0.35$, d.f.=13, $t=0.96$.

Misslyckade angrepp av granbarkborrar*

Introduktion

Det finns anledning att anta, att en stor del av granbarkborrens angrepp på stående träd misslyckas. Bland annat har gjorda scenariomodeller för granbarkborren alltid överskattat den potentiella trädmortaliteten (Jönsson 2007a, b). Den teoretiska grunden för antagandet om att misslyckade angrepp troligen kan vara vanliga finns i Berryman's modell om den epidemiska tröskeln (Berryman 1978, Christiansen m.fl. 1987). De misslyckade angreppen kan ha en avgörande betydelse för granbarkborrens populationsdynamik. Det finns dock ytterst få studier där man studerat misslyckade angrepp av barkborrar (Berryman and Ashraf 1970, Owen 2003). Kunskap om granbarkborrens populationsdynamik är i sin tur av central betydelse för att vi skall kunna förstå och förutsäga granbarkborrens härjningsförlopp.

Frågeställningarna vi ville ha svar på var:

- Hur vanliga är misslyckade angrepp av granbarkborrar i förhållande till lyckade angrepp?
- Hur ser den rumsliga fördelningen av angreppen ut?
- Ökar frekvensen misslyckade angrepp under nedgångsfasen av ett utbrott?
- Prefererar granbarkborrarna att angripa större träd?

Material och metoder

Man kan hitta misslyckade angrepp av granbarkborrar genom att leta efter små ansamlingar av koda på barken. En karakteristisk kådimpregnerad reaktionszon bildas under barken när ett träd framgångsrikt lyckats avvärja ett granbarkborreangrepp (figur 8).



Figur 8. Ett misslyckat angrepp av en granbarkborre. Trädets försvar har lyckats motstå angreppet vilket markeras av den mörka randen som ramar in angreppet.

* Denna studie har delfinansierats av Skogsstyrelsen och en del av resultaten har avrapporterats dit i form av slutrapporter (Björklund and Långström 2008, Björklund and Långström 2009).

För att kunna besvara de ovan angivna frågeställningarna användes två olika metoder. Dels inventerades hela områden och dels utgick vi ifrån ståndslogsangrepp som detekterats med hjälp av helikopterinventering eller flygfotografering. Den förstnämnda metoden var mycket tidskrävande och den senare metoden användes därför för att kunna besvara frågeställningarna där större mängder data behövdes.

Inventering av hela områden

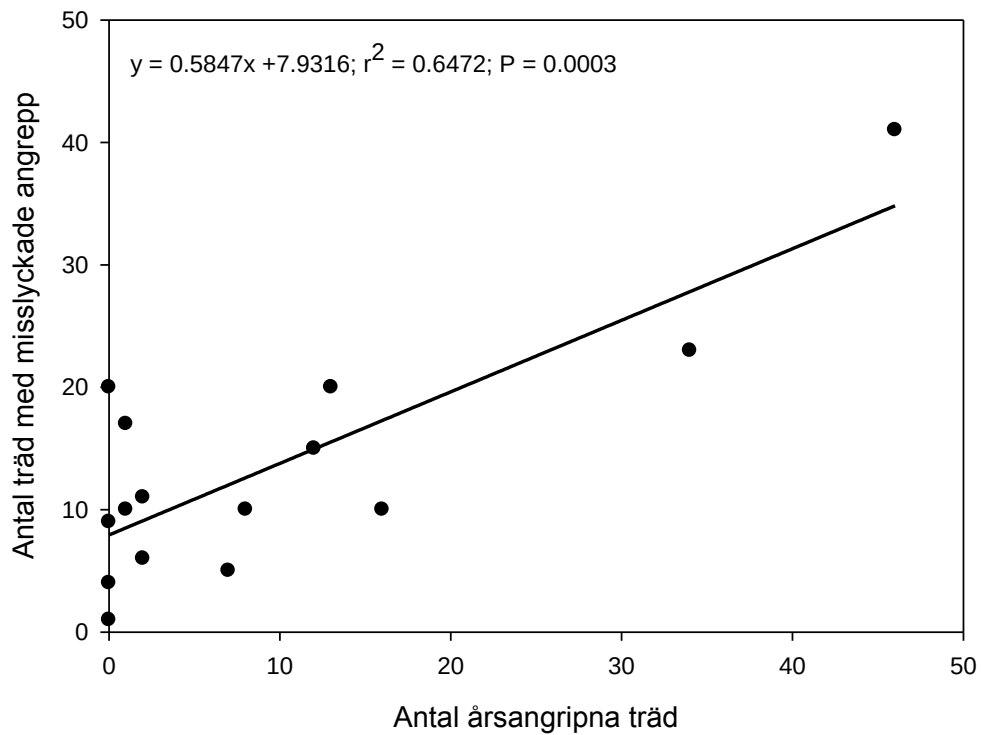
I 15 cirkulära områden, med radien 100m, inventerades alla träd med avseende på ifall träden hade misslyckade angrepp av granbarkborrar. Dessa försöksytor skulle ändå inventeras i samband med projektet ”jämförelse av fångsteffekt mellan feromonfällor och fångstvirkesfällor” och information om hur dessa försöksområden valts ut finns beskrivet i Björklund och Långström (2008).

För att på ett tidseffektivt sätt få en uppfattning om hur vanligt det är med misslyckade angrepp av granbarkborrar valde vi att endast inspektera barken, på ena halvan av stammen, på mellan 1,5 och 2m höjd från marken.

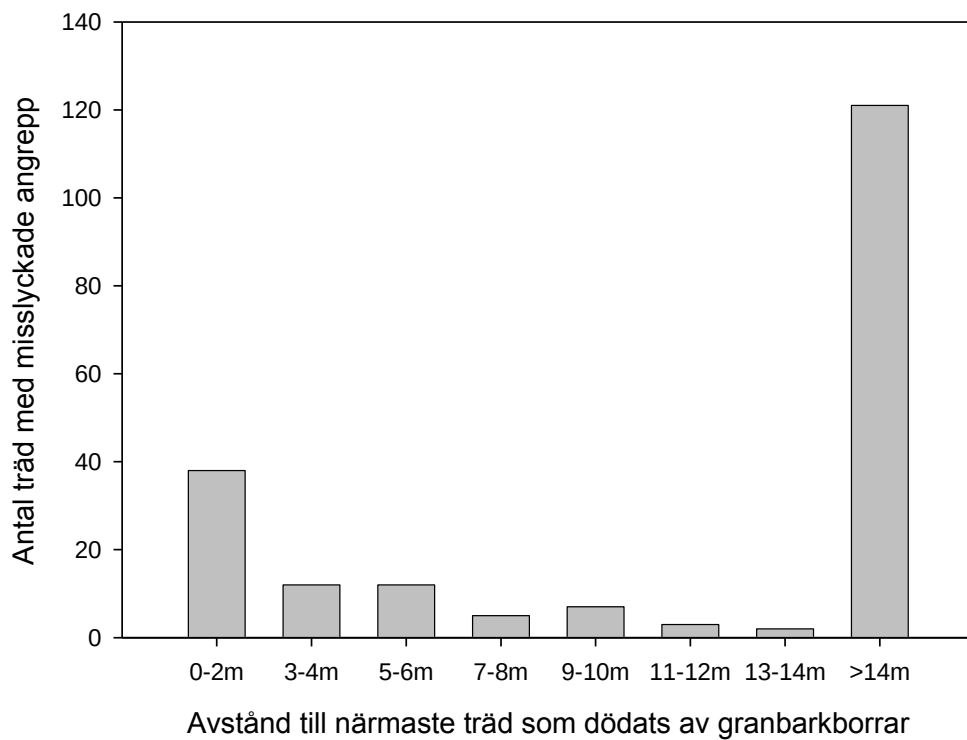
Resultat och diskussion

Åtskilliga tusen träd inventerades och totalt 200 träd med misslyckade angrepp lokaliserades. Med den ovan nämnda inventeringsmetodiken identifierades fler träd med misslyckade angrepp av granbarkborrar än träd som dödats av angreppen (figur 9). Det är viktigt att notera att den inventeringsmetodik som användes troligen kraftigt underskattar det absoluta antalet träd som har misslyckade angrepp och den utgör därför ett minimimått.

Det fanns ett signifikant samband mellan antalet dödade träd i ett område och antalet träd med misslyckade angrepp (figur 9). Träden med misslyckade angrepp av granbarkborrar var koncentrerade till områden där barkborrarna lyckats döda träd. Ungefär hälften (42 %) av träden med misslyckade angrepp befann sig inom tio meter från ett årsangripet träd (figur 10). Detta kan åtminstone delvis förklaras av en mekanism som kallas ”switching” vilket innebär att granbarkborrar som lockats till ett område av feromonerna från ett träd med pågående angrepp istället angriper ett närstående träd (Mitchell & Preisler 1991, Wainhouse 2005).

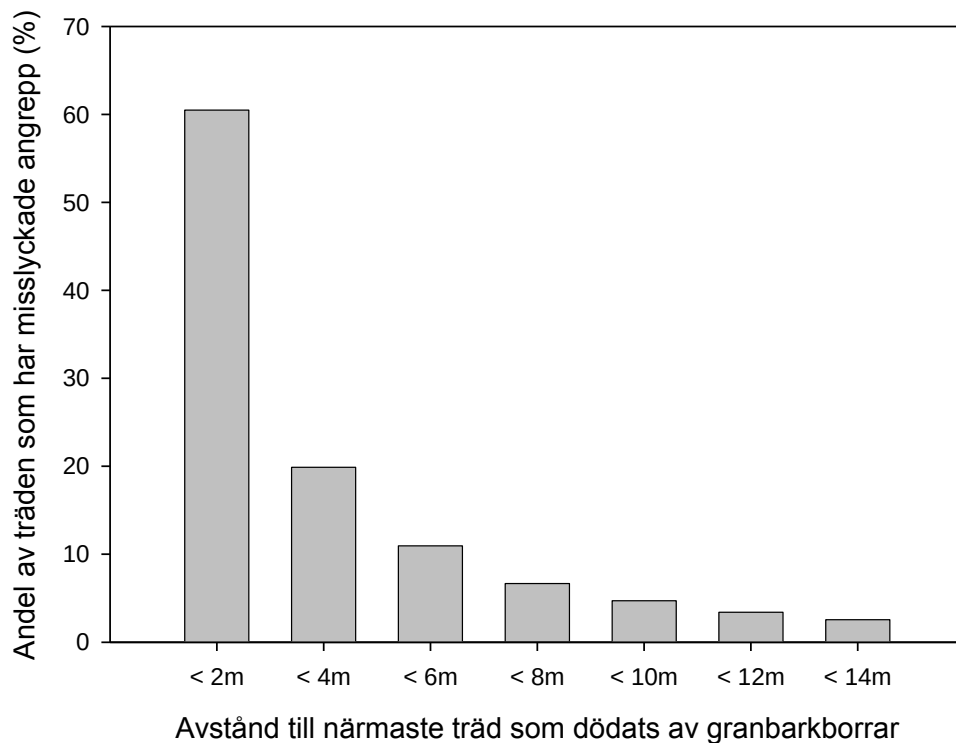


Figur 9. Antal årsangripna träd i förhållande till antalet träd där misslyckade angrepp noterades.



Figur 10. Antal träd med misslyckade angrepp på olika avstånd från träd som dödats av granbarkborrar.

Om man antar att det finns 500 stammar per ha i de undersökta områdena så kan man räkna ut ungefär hur stor sannolikheten är att ett träd har misslyckade angrepp beroende på vilket avstånd från ett granbarkborredödat träd det befinner sig. Sannolikheten att ett träd har misslyckade angrepp av granbarkborrar minskar mycket snabbt med avståndet från träd med lyckade angrepp (dvs. träd som dödats av granbarkborrar)(figur 11).



Figur 11. Andel av träden som har misslyckade angrepp vid olika avstånd från granbarkborredödade träd.

Inventering baserad på ståndskogsangrepp detekterade med hjälp av helikopterinventering eller flygfotografering

Eftersom endast en väldigt liten andel av alla träd på beståndsnivå har misslyckade angrepp är den ovan nämnda metoden där hela områden inventeras mycket tidsödande. För att med en rimlig insats kunna få in tillräckligt mycket data för att kunna utvärdera om frekvensen misslyckade angrepp ökar under nedgångsfasen av ett utbrott så utnyttjade vi därför det faktum att misslyckade angrepp är mycket mer frekventa i närheten av barkborredödade träd (figur 11).

I denna studie utgick vi ifrån grupper med årsangripna träd som detekterats med hjälp av helikopterinventeringar och flygfotografering. I direkt anslutning till dessa grupper inventerades lika många levande träd med avseende på förekomst av misslyckade angrepp som det fanns träd som dödats av granbarkborrar. De levande träd som befann sig närmast de dödade träden valdes ut för inventeringen. För varje träd noteras: antalet kådindränkta ingångshål på 1.5 – 2m höjd, avståndet till närmaste träd som dödats av granbarkborrar, samt trädets diameter. Barken inspekteras mycket noggrant eftersom misslyckade angrepp ibland är svåra att upptäcka.

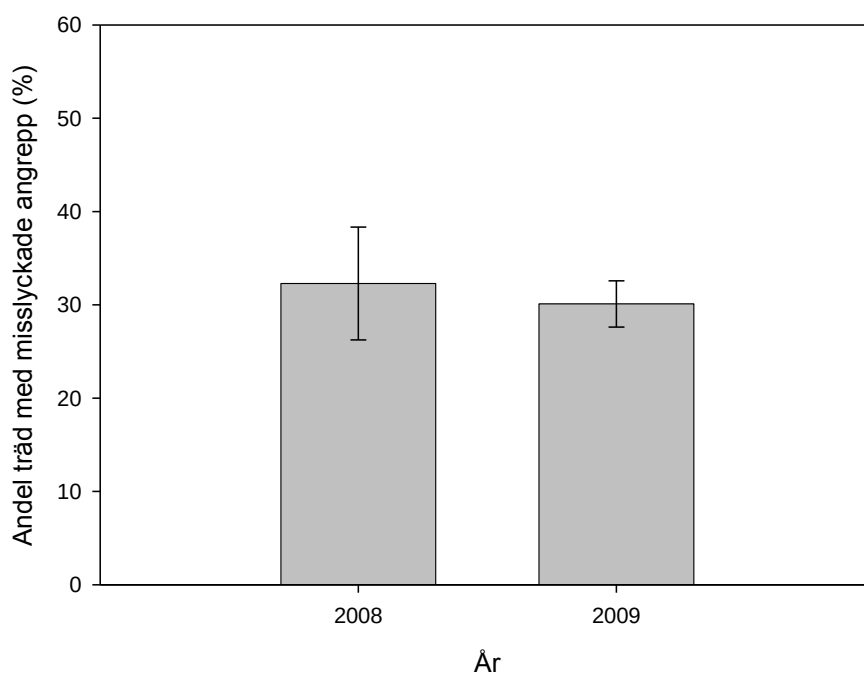
För att kunna besvara ifall frekvensen misslyckade angrepp ökar under nedgångsfasen av ett utbrott så gjordes en omfattande markinventering både under år 2008 och 2009. År 2008 användes resultaten från en helikopterinventering som gjordes på uppdrag av Sveaskog för att identifiera grupper med årsangripna träd. En markinventering enligt proceduren som beskrivits ovan gjordes i fyra av de helikopterinventerade områdena (Os, Fluxerum/Buskebo, Sävsjöström och Hovmantorp). Eftersom dessa områden inte helikopterinventerades år 2009 så använde vi oss då istället av resultaten från en helikopterinventering som gjordes på uppdrag av Skogsstyrelsen i ett område mellan Alvesta och Ljungby. Fyra separata delområden som låg i ytterkanten av detta område markinventerades. År 2009 markinventerades också två områden, ”Nyteboda” och ”Skillingaryd”, utifrån högupplösta flygbilder som tagits i samband med ett annat projekt (Långström m.fl. 2010).

Resultat och diskussion

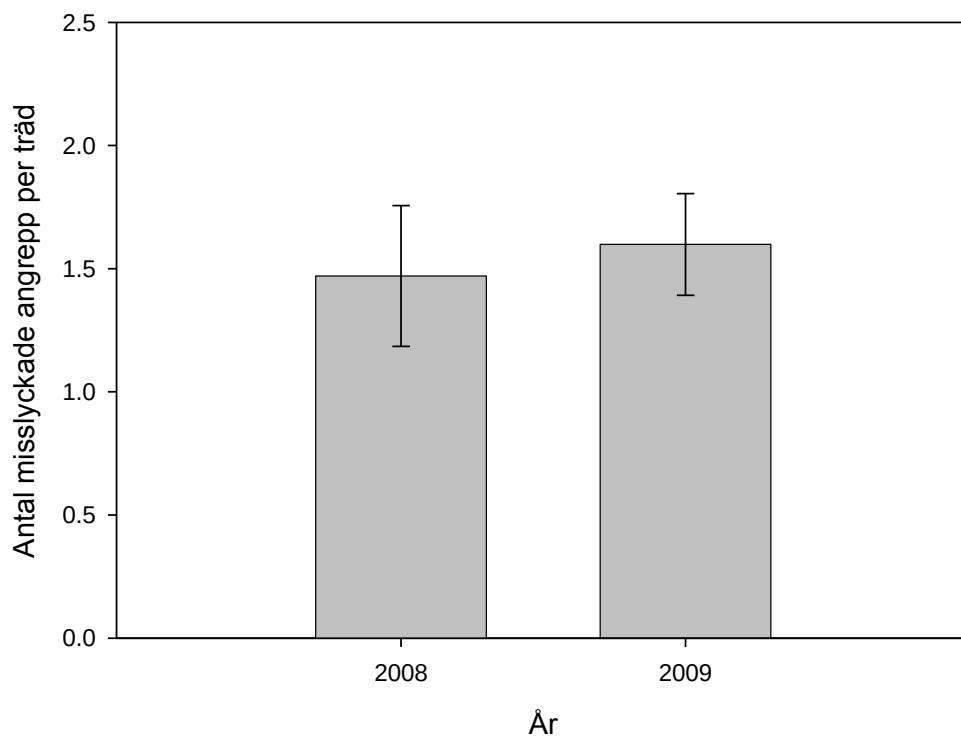
Under år 2008 inventerades fyra områden och totalt räknades antalet misslyckade angrepp på 400 träd. Under år 2009 inventerades sex områden och antalet misslyckade angrepp räknades på 296 träd.

Den metodik som användes, dvs. att endast angrepp på 1.5 – 2m höjd registrerades, gjorde att det var möjligt att inventera relativt många träd men nackdelen är att det leder till en systematisk underskattning av frekvensen misslyckade angrepp. Framtida studier behövs för att utvärdera hur stor denna underskattning är. Jämförelsen mellan år och den spatiala fördelningen av angreppen bör dock inte påverkas av detta.

Resultaten ger inte något stöd för hypotesen att det relativa antalet misslyckade angrepp skulle öka under nedgångsfasen av ett utbrott (figur 12). År 2008 registrerades misslyckade angrepp på 32 % av de träd som befann sig i direkt anslutning till dödade träd emedan motsvarande siffra för år 2009 var 30 %. Det var inte heller någon skillnad i antalet misslyckade angrepp per träd mellan år 2008 och 2009 (figur 13).



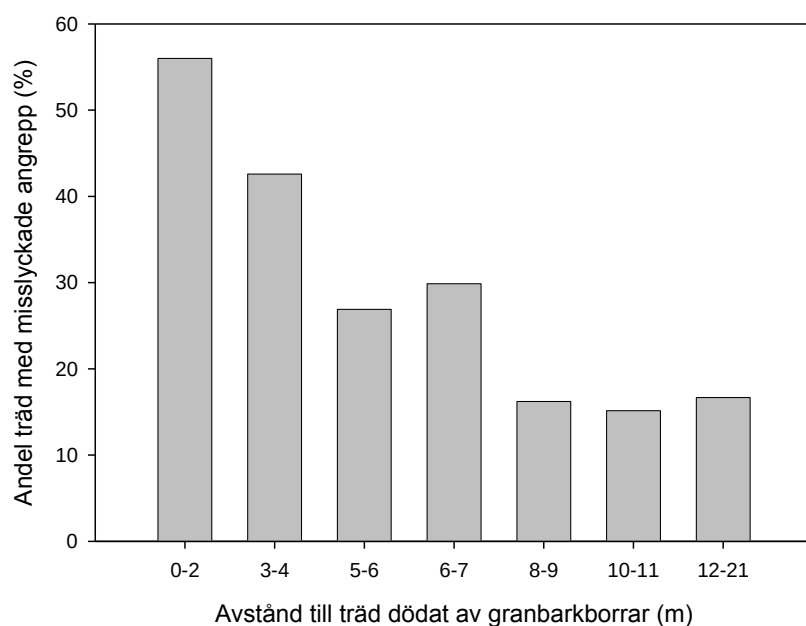
Figur 12. Misslyckade angrepp på träd i direkt anslutning till träd dödade av granbarkborrar. Det var ingen signifikant skillnad mellan år 2008 och 2009 (t-test; $P=0.71$, $d.f.=8$, $t=0.38$).



Figur 13. Antal misslyckade angrepp per träd som registrerades i zonen mellan 1.5 – 2 m upp på stammen från marknivån. Det var ingen signifikant skillnad mellan år 2008 och 2009 (t-test; $P=0.72$, d.f.=8, $t=-0.37$).

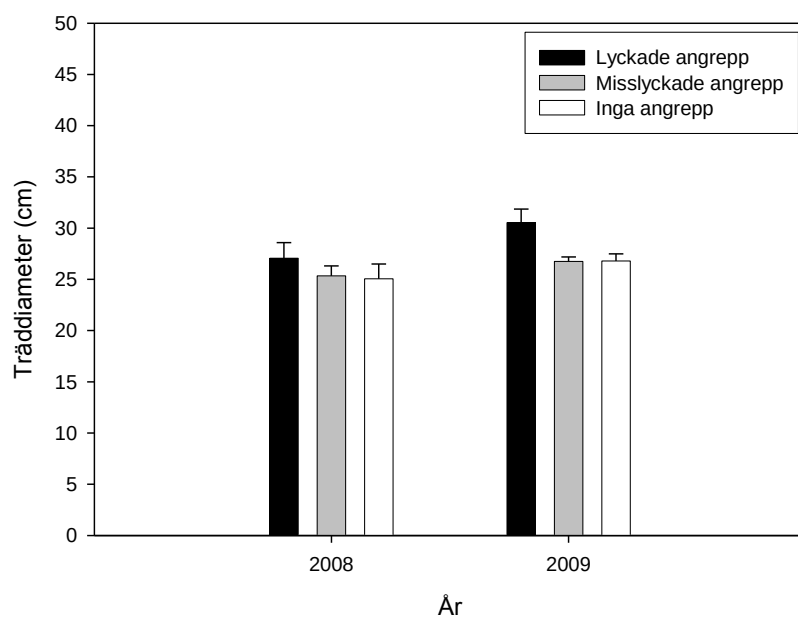
Eftersom cirka vart tredje träd i närområdet runt dödade träd hade misslyckade angrepp fanns det sannolikt betydligt fler träd med misslyckade angrepp än dödade träd. I denna studie inventerades endast ett träd, med avseende på misslyckade angrepp, per dödat träd. För att kunna beräkna antalet träd med misslyckade angrepp per dödat träd mer exakt hade alla träd i bestånden behövt inventeras.

Sannolikheten att ett träd skulle ha misslyckade angrepp av granbarkborrar avtog snabbt med avståndet från ett träd som dödades av granbarkborrar vilket åtminstone till viss del kan förklaras av den ovan nämnda ”switching” mekanismen (figur 14). Det är intressant att notera att andelen misslyckade angrepp inte sjönk under 15 % ens för de träd som befann sig längst bort från de dödade träden i denna undersökning.



Figur 14. Andel träd med misslyckade angrepp på olika avstånd från träd som dödats av granbarkborrar.

Granbarkborren verkar preferera större träd då de levande träden som stod i direkt anslutning till de dödade träden var signifikant mindre än de dödade (parat t-test; $P=0.009$, d.f.=9, $t=3.33$ (år 2008 och 2009 sammanslaget)). En sådan preferens kunde dock inte detekteras med avseende på de misslyckade angreppen då det inte var någon skillnad i diameter mellan träd med och utan misslyckade angrepp (figur 15; parat t-test; $P=0.89$, d.f.=9, $t=0.14$ (år 2008 och 2009 sammanslaget)).



Figur 15. Genomsnittlig träddiameter på träd som dödats av granbarkborrar (lyckade angrepp), träd med misslyckade angrepp samt på träd utan angrepp.

I framtida studier skulle det vara intressant att undersöka:

1. Hur stor andel av de misslyckade angreppen som går att identifiera utan att avlägsna barken.
2. Ifall det går att identifiera fjolårets misslyckade angrepp.
3. Hur fördelningen av angreppen ser ut över stammen.
4. Hur långa gånger barkborrarna hinner gnaga innan angreppen avbryts. Detta är intressant eftersom gångens längd ger en indikation på hur starkt trädens försvara är.
5. Hur frekvensen misslyckade angrepp påverkas av frekvensen lyckade angrepp. Detta skulle kunna göras genom transektinventering genom bestånd med många resp. få dödade träd.
6. Hur vanligt det är att granbarkborrar som deltar i misslyckade angrepp överlever.

Sammanfattningsvis indikerar denna studie att misslyckade angrepp kan vara tillräckligt frekventa för att kunna förklara en betydande andel av den stora skillnaden mellan antalet granbarkborrar som svärmar på våren och antalet granbarkborrar som deltar i lyckade angrepp. Det finns dock betydande metodiska problem som behöver lösas för att man skall kunna få en mer rättvisande bild av hur vanliga misslyckade angrepp är, både i absoluta tal och i relation till populationsstorlek och träd mortalitet. En ökad kunskap om de misslyckade angreppen skulle kunna hjälpa oss att förstå vad det är som gör att vissa träd lyckas försvara sig medan andra dör samt på sikt vilken roll dessa misslyckade angrepp spelar i granbarkborrens populationsdynamik. Sådan kunskap är av central betydelse för att vi skall kunna hantera granbarkborreutbrott på ett rationellt sätt i fortsättningen.

Referenser

- Anderbrant, O. 1990.** Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) at different breeding densities. *Ecological Entomology* 15:1-8.
- Anderbrant, O., F. Schlyter, & G. Birgersson. 1985.** Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos* 45:89-98.
- Bakke, A., T. Saether, & T. Kvamme . 1983.** Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 38:1-34.
- Berryman, A. A. 1978.** Towards a theory of insect epidemiology. *Researches on Population Ecology* 19:181-196.
- Berryman, A. A. and M. Ashraf. 1970.** Effects of *Abies grandis* resin on attack behavior and brood survival of *Scolytus ventralis* (Coleoptera: Scolytidae). *Canadian Entomologist* 102:1229-1236.
- Björklund, N. & B. Långström. 2008.** Hur effektiva är fångstvirkeshögar? Slutrapport till Skogsstyrelsen från projektet ”jämförelse av fångsteffekt mellan feromonfällor och fångstvirkesfällor”. 11 p.
- Björklund, N. & B. Långström. 2009.** Misslyckade angrepp av granbarkborrar. Slutrapport till Skogsstyrelsen 11 p.
- Christiansen, E., Waring, R. H. & Berryman, A. A. 1987.** Resistance of conifers to bark beetle attack: Searching for general relationships. *Forest Ecology and Management* 22: 89-106
- Dimitri, L., U. Gebauer, R. Lösekrug, & O. Vaupel. 1992.** Influence of mass trapping on the population dynamic and damage effect of bark beetles. *Journal of Applied Entomology* 114:103-109.
- Faccoli, M. & E. Buffo. 2004.** Seasonal variability of sex-ratio in *Ips typographus* (L.) pheromone traps in a multivoltine population in the Southern Alps. *Journal of Pest Science* 77.
- Faccoli, M. & Stergulc, F. 2009.** Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). *Ann. Sci. For.* 65: 9pp.
- Furuta, K., S. Ando, & I. Takahashi. 1984.** A Trial of mass trapping of *Ips typographus Japonicus* Nijima after an extensive wind damage in Hokkaido. *Applied Entomology and Zoology* 19:518-519.
- Grodzki, W. 1995.** Ecological consequences of mass trapping of *Ips typographus* L. with Pheroprax in mountain Norway spruce stands in Poland. In: Malinowski H, Tsankov G (eds) *Biological and integrated forest protection*. Inst Badawcz Lesn, Warsaw, pp 131–142.
- Grodzki, W., R. Jakuš, E. Lajzova , Z. Sitkova, T. Maczka, & J. Skvarenina. 2006.**

Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in the Tatra Mts. In Poland and Slovakia. *Annals of Forest Science* 63:55-61.

Jakuš, R. 1998. A method for the protection of spruce stands against *Ips typographus* by the use of barriers of pheromone traps in north-eastern Slovakia. *Anzeiger Fur Schadlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz* 71:152-158.

Jönsson, A. M. 2007a. Granbarkborren – en scenarioanalys för 2005-2009. Bilaga 8 i Svensson, L. 2007. Övervakning av insektsangrepp – slutrapport från Skogsstyrelsens regeringsuppdrag. Meddelande 1/2007.

Jönsson, A. M. 2007b. Granbarkborren – en scenarioanalys för 2007-2009. Bilaga 9 i Svensson, L. 2007. Övervakning av insektsangrepp – slutrapport från Skogsstyrelsens regeringsuppdrag. Meddelande 1/2007.

Långström, B., G. Isacson, A. Björklund, & N. Björklund. 2010. Utvärdering av storskalig barkborrebekämpning med feromonfällor. Slutrapport till Skogsstyrelsen 12 p.

Mitchell, R. G. & H. K. Preisler. 1991. Analysis of spatial patterns of lodgepole pine attacked by outbreak populations of the mountain pine beetle. *Forest Science* 37:1390-1408.

Niemeyer, H. 1997. Integrated bark beetle control: experiences and problems in northern Germany. In: *Proceedings: Integrated Cultural Tactics into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests*. Ed. by Grégoire, J.C.; Liebhold, A. M.; Stephen, F.M.; Day, K.R.; Salom, S.M. USDA Forest Service General Technical Report NE-236. p. 80-86.

Owen, D. R. 2003. The western pine beetle. *CDF Forest Pest Management* 916:653-9476.

Schlyter, F., J. A. Byers, & J. Löfqvist. 1987. Attraction to pheromone sources of different quantity, quality, and spacing - density-regulation mechanisms in bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology* 13:1503-1523.

Schroeder, M. 2008. Granbarkborrens förökningsframgång under 2008 och andelen som övervintrar under bark. Slutrapport till Skogsstyrelsen, sid 1-14.

Wainhouse, D. 2005. *Ecological Methods in Forest Pest Management*. Oxford University Press. pp. 228.

Weslien, J. & H. Bylund. 1988. The number and sex of spruce bark beetles, *Ips typographus* (L.), caught in pheromone traps as related to flight season, trap type, and pheromone release. *Journal of Applied Entomology* 106:488-493.

Zumr, V. 1987. Reduction of mass outbreaks in spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Coleoptera Scolytidae), by pheromone traps. *Lesnictvi*. Prague 33:49-64. (in Czech with English summary).

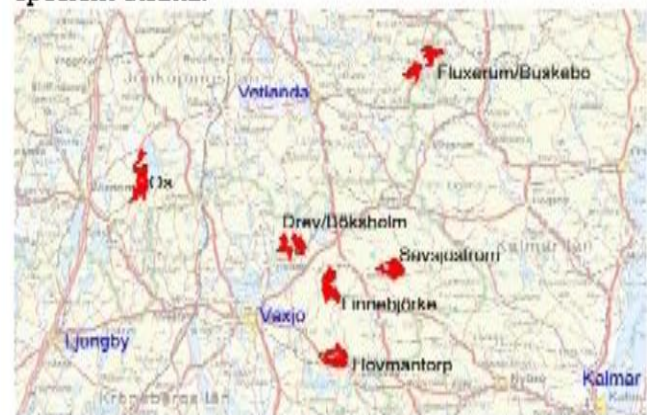
Bilaga 1. Larsson, P.-E., Björklund, N., Långström, B., Gustavsson, K. & Örlander, G. (2009) Granbarkborrar, fångstvirkesfällor och angripen skog. Poster presentation vid Skogskonferensen i Uppsala, Sverige.



Bakgrund

Granbarkborren är en fruktad skadegörare på granskog. Det är väl känt att stormfällning kan öka risken för barkborreepidemier. Efter stormen Gudrun i januari 2005 kunde granbarkborrens population öka p.g.a. att stora mängder lämpligt yngelmaterial i form av färskt liggande virke inte kunde transporteras från skogen tillräckligt snabbt. Efter stormen Gudrun i januari 2005 ökade granbarkborrens population. De omfattande angreppen, ca 4 miljoner m³, aktualiserade skogsbrukets olika metoder för att bekämpa granbarkborrens populationsökning och skadeverkningar. För att utreda effekten av fångstvirkesfällor avseende skador på stående skog har Södra och Sveaskog tillsammans med SLU genomfört en omfattande studie på Sveaskogs kronoparker i stormområdet.

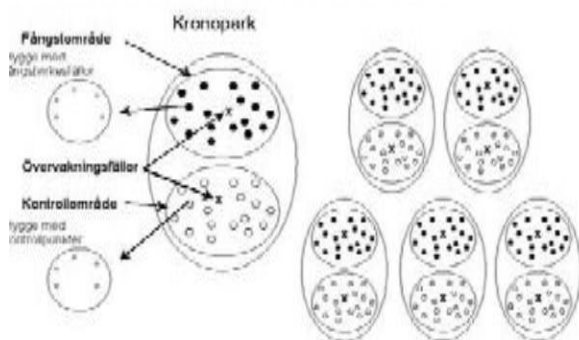
Erfarenheter visar att nya angrepp av granbarkborre ofta förekommer i närheten av föregående års angrepp. Nya hyggeskanter, speciellt sådana som exponeras mot syd är speciellt utsatta.



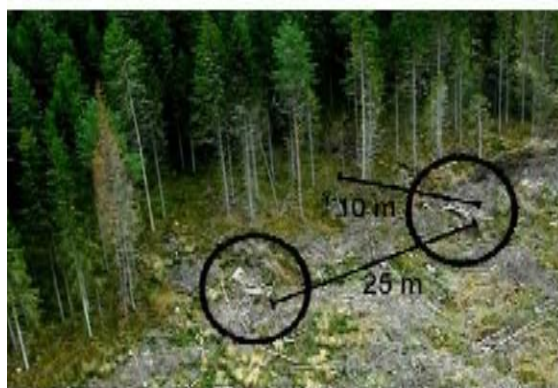
Figur 1. Sveaskogs kronoparker som ingår i studien bildar sex försöksområden med stor geografisk spridning i stormområdet. Varje kronopark omfattar 1700-2800 ha.

Genomförande

Kronoparkerna utgör 6 försöksområden. Dessa delades i två delar och genom lottning utsågs dessa till fångst- respektive kontrollområden. Hypotesen var att fångstvirkesfällor som placeras vid hyggeskant minskar kommande skador på stående skog i närområdet. Under våren 2008 utplacerades 446 fångstvirkesfällor och 490 kontrollpunkter vid beståndskanter till granskog med ca 25 m lucka, se principskiss i figur 2 och figur 3.



Figur 2. Principskiss över kronoparker och hyggen med fångstvirkesfällor och kontrollpunkter.



Figur 3. Fällorna placerades vid beståndskanter med ca 10 m avstånd till skogskant och ca 25 m lucka.

Samtliga fällor och kontrollpunkter positionsbestämdes med GPS. Med hjälp av helikopterinventering under hösten 2008 lokaliserades barkborreangripna träd i försöksområdena. Vid inventeringen fanns en pilot och en spejare ombord. Helikoptern flög i parallella stråk över området. Avståndet mellan stråken var anpassade för att ge en god överlappning.



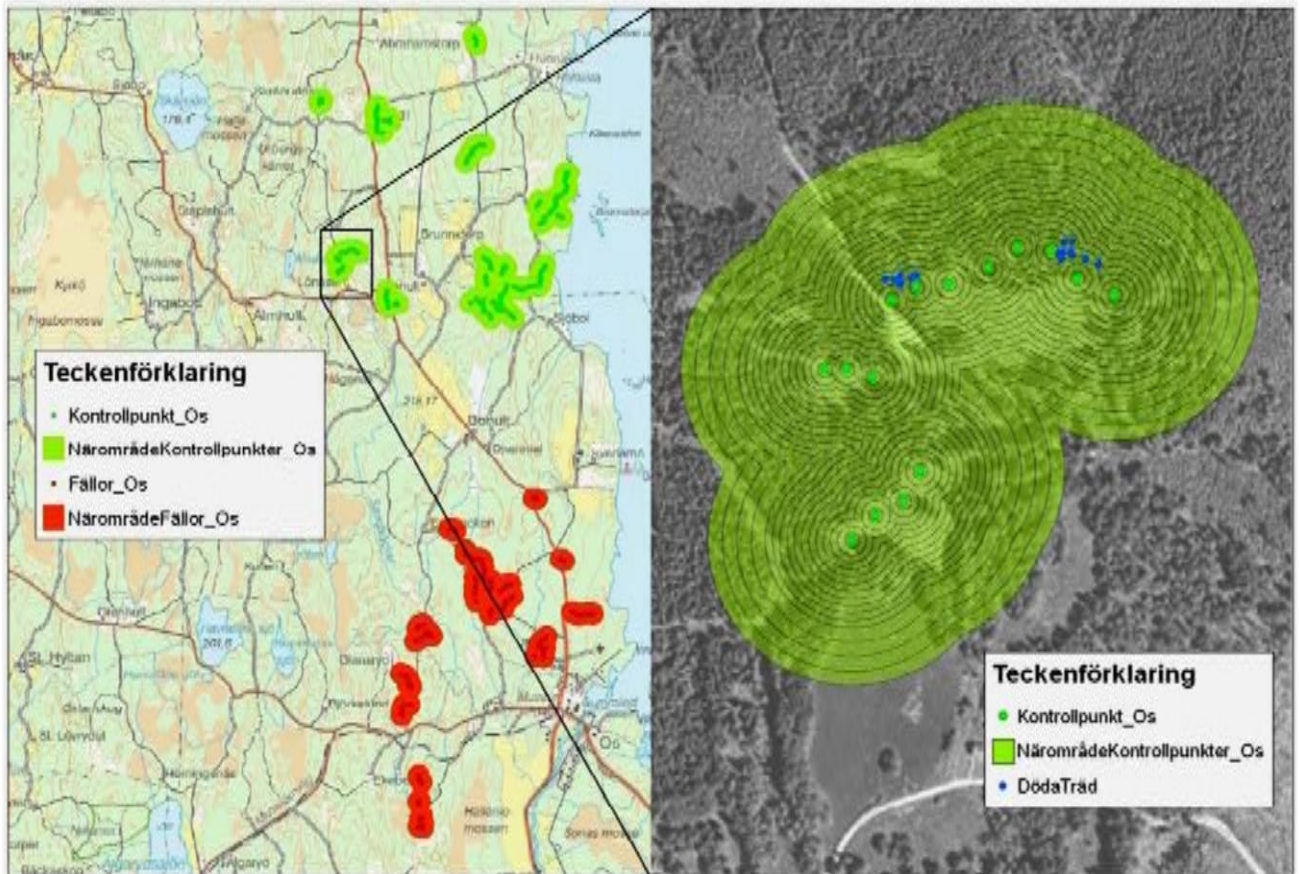
Figur 4. En fångstvirkesfälla består av några stockar av färskt granvirke som placeras vid känsliga skogskanter nära fjolårets angrepp av granbarkborre. Virket förses med lockmedel (feromoner) för att locka barkborrarna till fällorna. Stockarnas bark behandlas med insektsgift för att oskadliggöra barkborrarna.

Varje angripet träd eller trädgrupp registrerades med GPS-teknik genom att helikoptern flög fram till trädet/trädgruppen, stod still över trädet samtidigt som registrering skedde. Registreringen visades direkt på spejarens digitala karta. Helikopterinventeringen kompletterades med fältbesök där enskilda träd positionsbestämdes med GPS.

Utvärdering

Utvärdering har skett med GIS genom beräkning av avstånd från fälla eller kontrollpunkt till angripna träd inom 100 m avstånd. Vid beräkningarna utnyttjades positionerna för varje enskilt angripet träd, fälla och kontrollpunkt.

Varje angripet träd är kopplades till en fälla eller en kontrollpunkt d.v.s. ett angrepp räknas bara en gång. Eftersom avståndet mellan fällor eller kontrollpunkter var 25-30 m kommer det undersökta området runt dessa, som uppgår till 100 m, att överlappa varandra, figur 5. Genom överlappningen minskar den undersökta ytan runt varje fälla/kontrollpunkt från teoretiskt möjliga 3,14 ha till i genomsnitt 0,91 ha. Den totalt undersökta ytan som omger 446 fällor och 490 kontrollpunkter uppgår totalt till 852 ha.

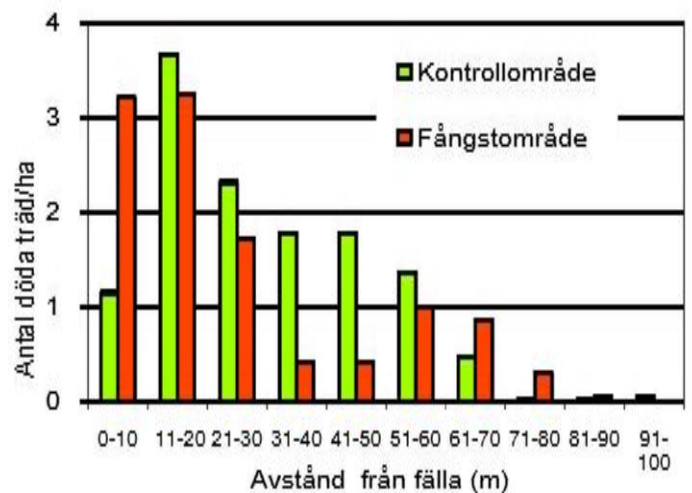


Figur 5. Fångst- och kontrollområde i Os kronopark samt ett utsnitt från kontrollområdet. I utsnittet visas 15 st kontrollpunkter med det undersökta området indelat i cirkelsegment med 5 och 10 m intervall och 14 st döda träd.

Resultat

Resultaten visar att fångstvirkesfällorna minskat angreppen på närstående skog. Dödligheten i fångstområdena var i genomsnitt ca 30% lägre än dödligheten i kontrollområdena (sign).

Skyddseffekten fanns i avståndsintervallet 11-60 m. Skyddseffektens storlek och utbredning redovisas i figur 6. I figuren visas antal döda träd per ha inom olika avståndsintervall från kontrollpunkt respektive fälla. I intervallen 11-60 m och 0-100 m kan en skillnad mellan kontrollområde och fångstområde säkerställas. I intervallet 11-60 m var skillnaden 0,86 träd/ha vilket var 41 % lägre dödligheten än i kontrollområdet. I intervallet 0-100 m var minskningen 27%.

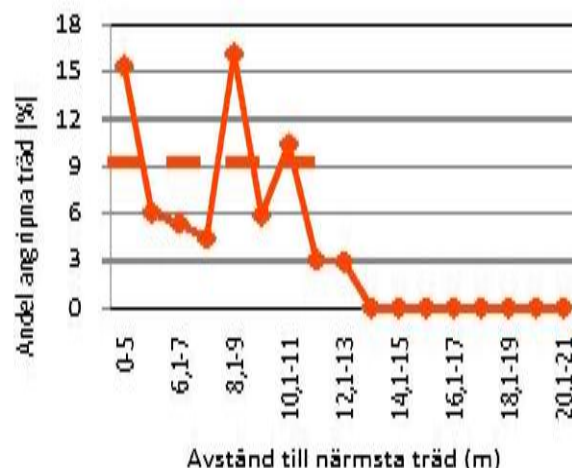


Figur 6. Antal döda träd per ha inom olika avståndsintervall från kontrollpunkt och fälla.

I figur 6 framgår att närmast fällan, i intervallet 0-10 m kan skyddseffekten ha varit negativ (ej sign), d.v.s. fällan kan ha bidragit till att öka antalet angripna träd. Detta förhållande studerades i en delstudie med en frekvensanalys där fällornas närmaste träd kontrollerades avseende barkborreangrepp. Fällornas avstånd till närmaste träd bestämdes med hjälp av laserteknik.

Skadefrekvensen minskade med ökat avstånd mellan fälla och närmsta träd, se figur 7. I intervallet 0-11 m var andelen angripna träd i medeltal 9%. Andelen minskade i intervallet 11-13 m och vid ett avstånd större än 13 m påträffades inga angripna träd.

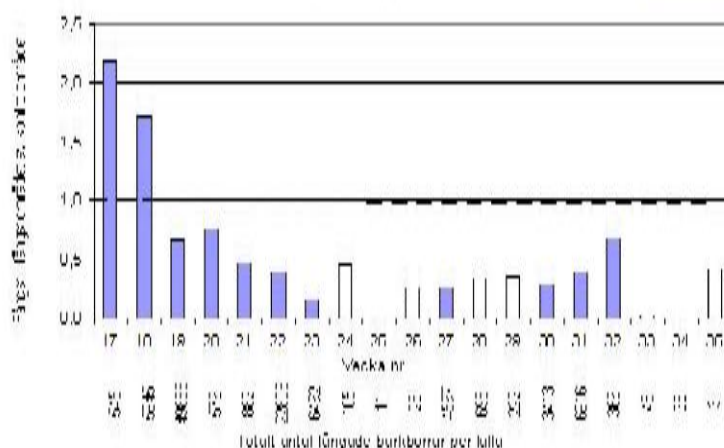
Inom samtliga kontroll- och fångstområden fanns övervakningsfällor utplacerade vars syfte var att registrera granbarkborrarnas aktivitet avseende antal och tidpunkt. Största fångsterna registrerades veckorna 19 och 22. Fördelningen av fångsten mellan kontroll och fångstområdet visade på en över tiden relativ minskning i fångstområdet. Under de två första veckorna var fångsterna större i fångstområdet medan de under resten av fångstperioden var ungefär hälften så stor som i kontrollområdena, se figur 13.



Figur 7. Skadefrekvens (%) vid olika avstånd mellan fälla och närmaste träd. Den streckade linjen anger medelvärdet för intervallet 0-11 m.

Slutsatser

- Fångstvirkesfällorna minskar angreppen i undersökningsområdet.
- Skyddseffekten uppmättes till 60 m från fällorna.
- Angreppen kan öka i fällans omedelbara närområde, närmare än 10-15 m.



Figur 8. Fångst av granbarkborrar i övervakningsfällor i sex kronoparker under veckorna 17-35 beräknad som andel i fångstområdet av kontrollområdet. Streckad linje anger lika stor fångst i kontroll- som i fångstområden. Vita staplar anger liten fångst, några fällor saknar fångst. Totalantal fångade granbarkborrar redovisas i figurens underkant.

Denna studie är genomförd som ett samarbetsprojekt mellan SLU, Sveaskog och Södra.

Per-Erik Larsson¹⁾, Niklas Björklund²⁾, Bo Långström²⁾, Kjell Gustavsson³⁾ och Göran Örlander⁴⁾
¹⁾ Asa försökspark SLU 360 30 Lammhult, ²⁾ Ekologiska Inst. SLU 750 07 Uppsala, ³⁾ Sveaskog 350 53 Växjö, ⁴⁾ Södra 351 89 Växjö