

Martin Schroeder
Inst Ekologi
SLU, Uppsala

Uppdaterad rapport för projektet ”Effektiviteten av Sök och Plock utförd under höst och vinter” som först publicerades 2008-03-05

Jag har valt att uppdatera den ursprungliga rapporten av framförallt tre skäl: (1) Ett ökat intresse för frågan om hur effektiv bekämpningsmetod vinteravverkning egentligen är. (2) Den ursprungliga versionen innehöll några felaktigheter, framförallt figurerna 3 och 4, som jag nu rättat till. (3) Jag har utnyttjat grunddata för analyser av några aspekter som inte fanns med i den första versionen. Detta gäller framförallt om de avverkade trädens diameter och kronfärg påverkade hur mycket bark som lossnade vid avverkningen och hur granbarkborrens fiender påverkades. (4) Omarbetningen är en del i planeringen för den nya undersökning av effektiviteten av Sök och Plock vinter som skall genomföras under vintern 2020/2021. Jag har också utökat, och uppdaterat, bakgrundsbeskrivningen när det gäller vilka olika överväganden man behöver göra när man tar ställning till metoden Sök och Plock vinter.

Bakgrund

Den mest använda bekämpningsmetoden mot granbarkborre är avverkning av årsangripna träd med syftet att få ut barkborrarna ur skogen. Effektivast är metoden om den utförs innan barkborrarna hunnit utvecklas till adulter eftersom inga barkborrar då hunnit lämna träden och om bark lossnar vid avverkningen (och blir kvar i skogen) så kan de inte fullfölja sin utveckling. Det saknas dock i nuläget fjärranalysmetoder för tidig upptäckt av angripna träd (dvs. medan de fortfarande är gröna) över hela skogslandskap och dessutom är avverknings- och transportresurserna begränsade. Detta innebär att en stor andel av angripna träd kan antas avverkas först under höst eller vinter. Hur stor denna andel är vet vi inte. En undersökning utförd efter stormen Gudrun visade att 64 % av grupper av angripna träd som skogsägarna på hösten 2007 fått information om från Skogsstyrelsens helikopterinventering sedan avverkades före sommaren 2008 (Schroeder et al., 2008).

Hur effektiv är då bekämpningsmetoden att avverka angripna träd under vintern? Detta är en mer komplex fråga att besvara än man först kan tro. Nedan listas några av de viktigaste övervägandena man behöver göra.

(1) Skall bara de angripna träden eller hela beståndet avverkas:

Det finns flera studier, både svenska och utländska, som visar att det är vanligt att angreppen fortsätter i samma bestånd under det kommande året när antalet angripna träd är stort. Detta kan förklaras med att det på våren finns tillräckligt många barkborrar på platsen för att de skall klara av att etablera nya angrepp i närstående träd. Genom att avverka hela beståndet räddar man virkesvärdet för de träd som ännu inte angripits. Risken är annars att man varje år får återkomma och avverka barkborredödade träd med lågt virkesvärde och höga avverkningskostnader som följd.

Följande punkter tar främst upp fallet när enbart de angripna träden avverkas.

(2) Inte bara bekämpningseffekten som är viktig:

Det finns oftast flera andra skäl till att avverka granbarkborredödade träd än att bekämpa granbarkborren, t.ex. att rädda en del av virkesvärdet och/eller att underlätta föryngringsåtgärder. Som med alla bekämpningsåtgärder är syftet att minska de ekonomiska förlusterna av angreppet. Därför bör även dessa andra skäl tas med i den ekonomiska kalkylen. Det är med andra ord tveksamt att bara se till hur många barkborrar man oskadliggör och vilken minskning i skador detta kan tänkas leda till under kommande år. Det finns också andra skäl än rent ekonomiska att beakta. Kvarlämnade dödade kan träd bidra till ökade mängder död ved i den brukade skogen vilket gynnar bark- och vedlevande organismer.

(3) Andelen av barkborrarna som övervintrar i träden är avgörande:

För att en vinteravverkning skall kunna leda till en bekämpningseffekt krävs det förstås att en betydande andel av barkborrarna verkligen övervintrar i träden. Om de flesta istället övervintrar i marken kommer man ju inte åt dem genom en avverkning. Dessutom är det en betydande andel av granbarkborrens fiender som övervintrar i träden vilket också bör beaktas. Denna aspekt diskuteras senare i rapporten.

När det gäller granbarkborrens övervintringsbeteende på Europeisk skala är det generella mönstret att längre norrut, och på högre altituder, så övervintrar en större andel i marken istället för under barken på stående träd (se Dworschak et al., 2014 för en sammanställning). För svenskt vidkommande har vi ingen heltäckande bild av hur stor andel av barkborrarna som övervintrar i stående träd i olika delar av landet. Särskilt för norra Götaland, Svealand och norra Norrland är det ont om data. I bilaga 1 redovisas resultatet från de undersökningar som genomförts i Sverige.

Den vanligaste metodiken har varit att ta barkprov från fjolårsangripna träd under tidig vår före svärmningsstart. Andelen som övervintrar i barken uppskattas genom att antalet levande barkborrar i barken dividerades med antalet levande barkborrar plus antalet kläckhål. Eftersom mer än en barkborre kan lämna genom samma kläckhål (Carlsson, 1983; Schlyter et al., 1984) finns det en risk att man överskattar andelen som övervintrar i barken. Detta gäller särskilt när tätheten av kläckhål är hög (dvs. när de flesta redan lämnat träden). Med denna metod har andelen övervintrare i stående träd uppskattats till 43 – 47 % för Småland och till 10 – 12 % för Medelpad och Jämtland i två fleråriga mer omfattande undersökningar (bilaga 1). Till detta kommer ett antal stickprovsundersökningar (dvs. få undersökta träd under endast ett år) utförda i Svealand med följande resultat: Dalarna 8 – 15 %, Värmland 39 % och Uppland 44 % (bilaga 1).

En alternativ metodik är att förse angripna träd med s.k. kläckfällor som innesluter delar av stammen och i vilka utkrypande barkborrar fångas upp i en fångstburk. När utkrypningen avslutats på senhösten kan man sedan undersöka hur många barkborrar som stannat kvar under barken. Med denna metod behöver man inte basera sin uppskattning på antalet kläckhål. En sådan undersökning utfördes under åren 2008 och 2009 på Asa, Siljansfors och Vindelns försökspark. På våren betades både stående och fällda träd med feromoner för att få dem angripna av granbarkborre. Just innan den nya generationen granbarkborrar började kläckas applicerades fällor på träden som sedan tömdes varje vecka. På senhösten räknades sedan antalet levande barkborrar som fanns kvar i barken. För stående träd övervintrade 9 – 13 % under barken i Asa (Småland), 2 – 4 % i Siljansfors (Dalarna) och 1 -7 % i Vindeln (Västerbotten) (bilaga 1). Resultatet för Småland var mycket lägre än vad barkprovsundersökningen visade (se ovan). Bidragande orsaker till detta kan ha varit: (1) att träden på försöksparkerna alla stod i beståndskanter (för att öka chansen att de skulle bli

angripna) vilket innebär att de var solexponerade och att utvecklingen därmed påskyndats, (2) att samtliga träd angreps tidigt på säsongen och (3) att det är troligt att barkprovsundersökningen i viss mån överskattar andelen som sitter kvar under barken. Dessutom kan det förstås inte uteslutas att andelen som väljer att lämna påverkas av kläckfällan på något vis.

Slutsatsen av ovanstående är att det förefaller som att det i norra Sverige bara är en liten andel som övervintrar under barken i stående träd. I södra Götaland kan upp till knappt hälften av barkborrarna övervintra i stående träd men siffran är osäker och troligen är den lägre eftersom flera barkborrar kan lämna genom samma kläckhål. För norra Götaland saknas data helt. För Svealand är bara ett litet antal träd undersökta och bara under ett år varför inga definitiva slutsatser kan dras.

(4) Hur stor är bekämpningseffekten vid vinteravverkning av angripna träd?

Hur mycket man reducerar antalet barkborrar med vinteravverkning jämfört med ingen avverkning (i områden där en betydande andel övervintrar i träden) är förstås en avgörande faktor för metodens effektivitet. Detta kan uppskattas med hjälp av modeller som tar hänsyn till de olika mortalitetsfaktorer som drabbar barkborrar i avvertrade respektive i kvarlämnade träd. Sådana modeller innehåller många antaganden vilket förstås innebär att de är osäkra. Några sådana beräkningar redovisas senare i denna rapport.

(5) Hur mycket minskar vinteravverkning av angripna träd risken för fortsatta skador?

Slutligen är frågan i vad mån vinteravverkning av angripna träd påverkar risken för angrepp under kommande år. Denna risk kan bedömas på två rumsliga skalor: dels risken för fortsatta skador i de specifika bestånd där vinteravverkning utförts och dels risken för skador på landskapsskala. För den enskilde skogsägaren är ofta det förstnämnda viktigast.

När det gäller risken för fortsatta skador i specifika bestånd påverkas den inte bara av hur stor del av barkborrarna man lyckats oskadliggöra genom en avverkning, utan även av hur de kvarstående träden, och barkborrarna, påverkas av den ändrade solexponeringen i beståndet. Det är välkänt att risken för angrepp på stående träd är högre i nyexponerade beståndskanter än inne i bestånd. En undersökning efter stormen Gudrun påvisade ett starkt samband mellan gruppstorlek (dvs. antal dödade träd = lokal populationsstorlek på våren när de börjar svärma) och risken för fortsatta angrepp på samma plats under det följande året (Schroeder & Kärvemo, 2015 och referenser däri). För de flesta mindre grupperna fortsatte inte angreppen på samma plats under det kommande året. Baserat på ovanstående resultat skulle en vinteravverkning av små grupper snarare kunna öka risken för fortsatta angrepp på samma plats jämfört med att lämna träden som ett resultat av störningen av beståndet. När det gäller riktigt stora grupper av angripna träd är det sannolikt att en avverkning åtminstone minskar antalet dödade träd under kommande säsong på samma plats. Detta gäller förstås bara under förutsättning att avverkningen påtagligt minskar antalet övervintrande barkborrar på platsen.

Det finns tyvärr bara ett fåtal studier där man jämfört hur mycket träd som dödas under kommande år i bestånd där man avverkat de angripna träden jämfört med i bestånd där man lämnat kvar dem. I ett examensarbete utfört i Östergötland jämfördes 10 bestånd med vinter/vår-avverkade träd som dödadats under 2019 med 10 bestånd där angripna träd lämnades kvar (Johansson, 2020). Medelantalet dödade träd per grupp under 2019 var 29,4 (varierade från 4 – 59) för avvertrade grupper och 30,4 (12 – 71) för kvarlämnade grupper. För bägge behandlingarna uppkom nya angrepp under 2020 i 8 av de 10 bestånden (undersökt

i en 20 m zon från kvarlämnade angripna träd respektive från kanten av avverkningarna). Det fanns en tendens till att fler träd dödades i orörda bestånd jämfört med i avverkade bestånd.

I en studie utförd 2007/2008 i Småland inventerades 163 slumpmässigt valda angripna trädgrupper som registrerats vid Skogsstyrelsens helikopterinventering under augusti/september 2007 (Schroeder et al., 2008). Trädgrupperna besöktes först under oktober/november 2007 då bl.a. det exakta antalet dödade träd räknades och sedan under slutet av maj till början av juli 2008 då det noterades om grupperna avverkats eller ej och om nya angrepp uppkommit i direkt anslutning till gruppen/avverkningen. Den övervägande delen av grupperna var små (< 25 dödade träd). Eftersom det finns ett starkt samband mellan gruppstorlek och risken för fortsatta angrepp under det följande året så delades analysen upp för små och större grupper (≥ 25 dödade träd). För små grupper uppkom angrepp vid 18 % av de avverkade grupperna (N = 80), och för 8 % av de ej avverkade grupperna (N = 53) under 2008. För de större grupperna uppkom angrepp vid tre av sju avverkade grupper medan inga angrepp uppkom vid de tre grupper som inte avverkades. Inga av dessa skillnader är statistiskt signifikanta. Ett bekymmer med denna undersökning är att vi inte kan utesluta att åtminstone en del av de avverkade grupperna faktiskt avverkades efter att svärmningen startat under våren 2008 och som ett direkt resultat av att nya angrepp upptäckts. Om så är fallet så innebär det att resultatet kan ha påverkats.

När det gäller risken för angrepp på landskapsskala blir det avgörande hur stor del av de angripna träden som avverkas och hur effektiv metoden är på att minska mängden barkborrar. För närvarande har vi inga uppgifter om hur stor del av angripna träd som avverkas under olika delar av året. Det går inte i förväg att säga vad en viss reduktion av mängden barkborrar på landskapsskala innebär för skadornas storlek i absoluta tal under det kommande året (för en detaljerad beskrivning av svårigheterna med detta se Schroeder, 2020). Risken för angrepp påverkas nämligen inte enbart av populationsstorleken av barkborrar på våren utan också av trädens motståndskraft mot barkborreangrepp och hur vädret blir.

Frågeställningar för denna undersökning

Förhoppningen är att man genom vinteravverkning kan oskadliggöra de barkborrar som övervintrar i träden. Det finns dock oroande signaler om att en betydande del av barken ramlar av från träden, och därmed blir kvar i skogen. Det har dock saknats systematiska undersökningar över detta. Det är också oklart i vilken grad granbarkborrarna, och deras fiender, som övervintrar i bark som ramlat av och blivit kvar i skogen överlever.

Frågeställningarna är:

- (1) Hur stor del av barken på årsangripna stående granar lossnar under avverkning utförd under sen höst?
- (2) Hur påverkas överlevnaden direkt efter avverkningen för barkborrar, och deras fiender, som finns i bark som sitter kvar på avverkade träd respektive i bark som skavts av?
- (3) Hur påverkas överlevnaden för barkborrar, och deras fiender, i avskavda barkbitar som legat kvar på marken över vintern?

Metodik

Projektet utfördes tillsammans med Sveaskog vid Asa försökspark under hösten 2007. Ett antal grupper med dödade träd valdes ut via information från Sveaskogs helikopterinventering

och via inspektioner på marken. De flesta grupperna i området innehöll färre än tio dödade träd. För att vara lämpliga för undersökningen krävdes att träden skulle vara dödade av granbarkborre under 2007, att en betydande andel av barken satt kvar på träden och att grupperna inte var för små. Fjorton sådana lämpliga trädgrupper identifierades. Av de lämpliga grupperna av granbarkborredödade träd avverkades sedan i slutändan fem stycken (Figur 1). Övriga objekt kunde inte nås med maskinen eller också var träden för grova för den aktuella maskinen. Veckan före avverkningen dokumenterades antalet dödade träd per grupp och för varje enskilt träd noterades brösthöjdsdiameter, barktäckningsgrad (hur stor andel av barken som satt kvar på trädet) och om det var årsangrepp eller fjolårsangrepp. De senare är ju inte intressanta i detta sammanhang. Träden märktes också med siffror för att kunna identifieras och följas upp under själva avverkningen. Barktäckningsgraden uppskattades i fem-procentsklasser från två håll för varje träd och medelvärdet användes sedan som en skattning av andel kvarsittande bark före avverkningen. Avverkningarna skedde den 22 - 23 oktober 2007. Det hade varit flera minusgrader under nätterna och någon enstaka minusgrad på dagarna men barken var inte fastfusen. Den använda maskinen var en Rottne H8 gallringsskördare (figur 2) med ett Rottne EGS 402 Aggregat (ett 2-hjuls aggregat). Trycket på knivar var 140 Bar, vilket motsvarar normalt tryck.

Andel bark kvar efter avverkningen

I samband med avverkningen av de fem trädgrupperna gjordes för sammanlagt 82 träd, dödade av granbarkborre under 2007, en löpande snabb bedömning för varje stock av hur mycket bark som fanns kvar på stocken efter att skördaren hanterat den. Dessa data räknades sedan upp till hela trädet för att kunna jämföras med den uppskattade procenten kvarsittande bark före avverkningen. Beräkningen gjordes både exklusive och inklusive toppstocken (eftersom den ibland var väl klen för granbarkborre och för att mantelytan är liten på grund av liten diameter).

För tre träd per trädgrupp gjordes i efterhand en mer noggrann inspektion av mängd kvarvarande bark per stock. Det visade sig då att den snabba löpande uppskattningen som gjordes direkt i samband med avverkningen överensstämde väl med den mer noggranna inspektionen (felmarginalen låg inom 5 %). Andelen kvarsittande bark uppskattades dock inte för alla träd per grupp: en del träd var dödade före 2007, en del blev inte avverkade, för en del hann ingen uppskattning göras och några blev avverkade med motorsåg (se Tabell 1).

Överlevnaden för barkborrar, och fiender, som finns i bark som sitter kvar på avverkade träd respektive skavts av

Tre träd per trädgrupp valdes ut för provtagning. Efter att träden fällts, men innan det passerat genom aggregatet, togs ett barkprov (15 x 45 cm) från varje träd (i det följande benämnda före avverkning). Prover togs på den lämpliga delen av trädet för granbarkborre och alltså inte på nedersta och översta delen av trädet. Efter att trädet passerat genom aggregatet togs ett nytt barkprov (15 x 45 cm) av kvarsittande bark och så nära som möjligt det redan tagna barkprovet. I samtliga fall var det mindre än 1 m avstånd i höjddled mellan proven.

När de tre träden hade fällts, men innan de kvistats och kapats upp, lades en duk ut under en del av stammen. Från bark som skalades av när trädet passerade aggregatet togs två typer av barkprover, dels av större barkbitar (i det följande benämnda avskalad bark och $> 9 \text{ cm}^2$) och dels av mindre barkbitar (i det följande kallade barksmulor). Barksmulorna kom framförallt

från de delar av stammen som påverkades av matarhjulen. Förutom bark samlades även lösa granbarkborrar in som ramlat ner på duken.

De avskalade barkbitarna delades i två lika stora delar varav den ena märktes, fotograferades och lämnades kvar på marken i skogen (figur 3) medan den andra togs till lab för analys direkt. Från var och en av de fem avverkade trädgrupperna togs dessutom en extra bit av avskalad bark från ytterligare ett träd (för att få fler prov) som också delades i två delar varav den ena lämnades kvar i skogen och den andra togs direkt till lab. Detta innebär att det fanns sammanlagt 20 par av sådana barkbitar. Av de 20 barkbitarna som lämnades kvar på marken lades hälften med utsidan uppåt och hälften med insidan uppåt. Storleken på dessa barkbitar var i medeltal $0,020 \text{ m}^2$ (medelfel = $0,003 \text{ m}^2$) för de som analyserades direkt och $0,022 \text{ m}^2$ (medelfel = $0,003 \text{ m}^2$) för bitarna som analyserades efter att legat ute på marken under vintern. Alla barkprover (förutom det som lämnades kvar på marken) togs till Uppsala där de förvarades i $+4^\circ\text{C}$ innan de analyserades på lab. Den 19 februari 2008 samlades barkbitarna som legat kvar i skogen under vintern in. De fotograferades återigen, och storleken och utseendet på bitarna jämfördes mellan höst- och vår-bilderna. Denna jämförelse visade att barkbitarna inte hade fragmenterats under vintern och mätningar av storleken visade att de var lika stora som de varit på hösten. Dessa barkbitar analyserades på lab 21 – 22 februari.

För varje barkprov räknades antalet modergångar, antal kläckhål, antal döda och levande granbarkborrar, och antal larver av fiender. Andelen granbarkborrar som lämnat träden före avverkningen räknades ut genom att dividera antalet kläckhål med summan av kläckhål och levande granbarkborrar. För barkproven som gicks igenom direkt efter avverkningen delades döda granbarkborrar upp i sådana som var torra och därmed bedömdes ha varit döda under lång tid före avverkningen och nyligen döda som kunde ha dött som ett resultat av avverkningen.

Resultat och diskussion

Medeldiametern för de 82 träden var 25,5 cm (medelfel = 0,6 cm). 55 av träden hade brun krona, 24 brungrön krona, 1 grön krona och för 2 träd saknas uppgift om kronans färg.

Andel bark kvar efter avverkning

De 82 träden, för vilka barkförlusten som ett resultat av upparbetningen med skördare uppskattades, hade i medeltal 61 % (medelfel = 4 %) av barken kvar innan avverkningen skedde (39% hade hackats bort av hackspettar). Efter avverkningen hade träden i medeltal 27 % (medelfel = 2 %) av sin bark kvar (toppstocken ej inkluderad). Skillnaden i andel bark före och efter avverkningen är statistiskt signifikant ($P < 0,001$; parvis t-test, $N = 82$). Medeltalet för skillnaden mellan barkandel före och barkandel efter avverkningen var 34 % (medelfel = 2 %). Observera att i den första versionen av rapporten uppgavs värdet för kvarvarande bark efter avverkning vara 20 %. Det något lägre värdet då berodde på en felaktighet i beräkningarna. Om toppstocken inkluderas i beräkningen så var andelen bark efter avverkning 30 % (blir en viss överskattning eftersom den är klenare och har mindre mantelyta).

Samtliga undersökta träd förlorade bark under avverkningen men det var en stor spridning i hur mycket bark de förlorade i absoluta tal (Figur 4). Av naturliga skäl kan ett träd med mycket bark kvar före avverkning också förlora mycket bark i absoluta tal. Om man istället tittar på hur stor andel av den kvarvarande barken som förloras visar det sig att det inte finns något samband mellan hur mycket bark träden hade före avverkning och hur stor andel av denna bark de förlorar under avverkningen (Figur 5).

Trädens diameter påverkade inte hur mycket bark de hade före avverkningen eller hur mycket bark de förlorade under avverkningen (varken i absoluta tal eller i andel av kvarvarande bark). Träd med brun krona hade mer bark kvar i medeltal (65 %) än de med brungrön krona (47 %) före avverkningen. Medeltalet för skillnaden mellan barkandel före och barkandel efter avverkning var 34 % för bägge typerna av träd. Om man istället räknar på hur stor andel av den kvarvarande barken som föll av i medeltal så var den högre för brungröna träd (72 %) än för bruna träd (54 %). Det enda trädet med grön krona hade 93 % av barken kvar före avverkningen som minskade till 25 % bark kvar efter avverkningen.

I denna undersökning har vi inte studerat hur mycket ytterligare bark som ramlar av under skotning och lastning på lastbil. Men det faktum att en del träd fortfarande hade betydande mängder bark kvar efter att skördaren hanterat dem innebär att det finns en risk att ytterligare bark förloras innan virket transporterats ut ur skogen. Hur stor denna risk är kan vi inte svara på utifrån denna undersökning.

Överlevnaden direkt efter avverkning för barkborrar som finns i bark som sitter kvar på avverkade träd respektive skavts av

Angreppstätheten i de undersökta träden var i medeltal 384 modergångar per m² bark (medelfel = 44). Värdet baserar sig på barkproverna som togs efter att skördaren fällt träden men innan stammen påverkats av aggregatet (N = 13). Detta är en normal angreppstäthet för stående träd. Antalet producerade barkborrar per m² bark (dvs. antal kläckhål plus levande kvar under bark) var i medeltal 1047 (medelfel = 149). Det var en relativt god överensstämmelse mellan barkproven som togs innan stammen passerat genom aggregatet och efter (på samma träd) för angreppstäthet ($R^2 = 0,62$, N = 13), producerade barkborrar per m² bark ($R^2 = 0,78$) och andel barkborrar som satt kvar under barken ($R^2 = 0,82$). Detta är en fördel när man sedan analyserar vilken inverkan aggregatet haft på barkborrarna.

I medeltal 36 % (medelfel = 6 %) av barkborrarna som utvecklats i träden övervintrade under barken på de undersökta träden. Detta antaget att varje kläckhål motsvarar en barkborre som lämnat trädet för övervintring i marken. Detta är troligen en överskattning eftersom flera kan lämna genom samma kläckhål som diskuterats tidigare i texten. 36 % är ett något lägre värde än de ca 43 – 47 % som andra undersökningar visat för Småland.

Andelen nyligen döda granbarkborrar var 3 – 4 ggr högre i kvarsittande bark efter att stammen gått genom skördaraggregatet, i avskalad bark och i barksmulor jämfört med i barkprover tagna innan aggregatet påverkat stammen (Tabell 2). Slutsatsen av detta är att den ökade dödligheten för nyligen döda granbarkborrar jämfört med vad den var före avverkningen orsakades av aggregatet. För andelen granbarkborrar som bedömdes ha varit döda länge (torra) fanns inte motsvarande mönster som för de som bedömdes ha dött nyligen (Tabell 2). Detta styrker antagandet att barkborrarna som klassades som ha varit döda länge (dvs redan före avverkningen) verkligen varit det och att denna dödlighet alltså inte orsakats av avverkningen.

Det påträffades inte särskilt många lösa barkborrar på duken under träden. Men för de som hittades var 47 % döda varav 15 % klassades som nyligen döda och 32 % som varit döda länge.

Överlevnaden för barkborrar i avskavda barkbitar som legat kvar på marken under vintern

Tätheten av levande granbarkborrar per barkbit var ungefär dubbelt så hög i oktober jämfört med i februari och denna skillnad var signifikant (medeltal levande granbarkborrar per m² bark: oktober = 339 (medelfel = 54) och februari = 165 (medelfel = 39); P < 0,006; parvis t-test; N = 20). Även för döda granbarkborrar var tätheten lägre på våren än på hösten och här var skillnaden ännu större än för levande (medeltal döda granbarkborrar per m² bark: oktober = 97 och februari = 25; P < 0,001; Wilcoxon's signed rank test; N = 20). Dessa resultat måste sägas vara oväntade. Om den lägre tätheten av levande granbarkborrar i februari hade berott på att hälften dött under vintern hade man förväntat sig en högre täthet av döda barkborrar och inte, som blev fallet, en kraftig minskning. En alternativ förklaring för minskningen i levande barkborrar skulle kunna vara att en del barkborrar har lämnat barkbitarna efter avverkningen för att istället övervintra i marken. Temperaturmässigt har detta varit fullt möjligt (medel max temperaturen för november månad i Växjö var 4,3°C och högsta temperatur 12°C). En studie utförd i Centraleuropa har visat att detta sker med barkborrar som sitter i barkbitar som ramlar ner på marken på grund av hackspettsaktivitet. Men, då återstår fortfarande att förklara minskningen i täthet av döda barkborrar. Det är osannolikt att någon fiende ätit upp dem utan att lämna spår efter sig i form av rester av de kitiniserade delarna av barkborrarna. En annan märklighet är att även tätheten av kläckhål var signifikant lägre i de barkprover som lämnats i skogen under vintern än i de som analyserades före vintern (medeltal kläckhål per m² bark: oktober = 602 (medelfel = 99) och februari = 260 (medelfel = 38); P = 0,001; parvis t-test; N = 20). Detta trots att angreppstätheten var densamma (medeltal modergångar per m² bark: oktober = 395 (medelfel = 50) och februari = 405 (medelfel = 39); P = 0,74; parvis t-test; N = 20). Jag har ingen förklaring till dessa resultat. Det kan också nämnas att oktobervärdena stämmer väl överens med motsvarande värden från barkproven tagna på stammarna före och efter att aggregatet kvistat dem: kläckhål per m² bark = 711 respektive 664; döda per m² bark = 75 respektive 114 och levande per m² bark = 356 respektive 307.

Det var ingen skillnad i täthet av vare sig levande eller döda barkborrar mellan barkbitar som legat med utsidan uppåt eller neråt på marken.

Sammantaget betyder detta att tätheten av levande granbarkborrar var ungefär hälften så hög i barkbitarna som legat på marken fram till februari jämfört med i barkbitarna som analyserades direkt efter avverkningen i oktober. Man kan inte utesluta att en del barkborrar lämnat barkbitarna för övervintring i marken. I studien undersökte vi inte dödligheten för granbarkborre under vintern i dödade träd som inte avverkas. Men tidigare studier har visat att den är låg (se tabell 2).

Förekomst av fiender i avskavda barkbitar som legat kvar på marken under vintern

Den vanligast förekommande fienden var larver av rovlevande flugor av släktet *Medetera* som äter granbarkborrens larver, puppor och förmodligen även nyutvecklade aduler. I oktober påträffades de i samtliga barkprover och i februari i 90 % av proverna. Tätheten av levande *Medetera* var 1,6 ggr högre i barkbitarna direkt efter avverkningen i oktober jämfört med i barkbitarna som lämnades kvar på marken till februari och skillnaden var signifikant (medeltal *Medetera*-larver per m² bark: oktober = 373 (medelfel = 53) och februari = 239 (medelfel = 41); P = 0,02; parvis t-test; N = 20).

Förutom *Medetera* larver förekom det även parasitstekellarver i en del av barkproverna (35 % av barkproven i oktober och 20 % i februari). Medeltätheten av larver per m² bark av dessa var i oktober 40 och i februari 13.

Det var ingen skillnad i täthet av fiender mellan barkbitar som legat med utsidan uppåt eller neråt på marken.

Resultaten visar att en del av fienderna överlevt i barkbitarna under vintern. Precis som för granbarkborren så var tätheten lägre i februari än vad den var direkt efter avverkningen i oktober. Det är högst osannolikt att några parasitstekellarver skulle ha lämnat barkbitarna (är inte så rörliga) medan *Medetera* larver är rörligare och skulle ha kunnat göra det, men det finns inga uppgifter om att de övervintrar i marken. Hur stor dödligheten är för fiender under vintern i träd som inte avverkas undersöktes inte i denna studie. Vi vet att stora mängder adulta *Medetera* kan kläckas från bark som på våren tas från angripna träd (Mats Jonsell, muntligen). Därför indikerar resultaten att en hel del *Medetera* överlever i bark som ramlar av vid skördaravverkning. Vi vet inte om det samma gäller för parasitsteklar.

Modeller för uppskattningar av hur stor del av barkborrarna som man oskadliggör genom vinteravverkning jämfört med om träden får stå kvar

Med en enkel modell kan man uppskatta hur stor andel av granbarkborrarna som utvecklats i dödade träd som överlever fram till våren med eller utan vinteravverkning. Modellen utgår ifrån att huvuddelen av populationen utvecklar en generation per år. I en situation där en stor del av den nya generationen förökar sig redan samma sommar (som i Centraleuropa) kommer det på vintern finnas många angripna träd som saknar övervintrande barkborrar.

Modelleringen utgår ifrån den nya generationen barkborrar på hösten som sätts till 100 % som sedan reduceras som ett resultat av olika mortalitetsfaktorer. Modellernas uppbyggnad redovisas i figurerna 6 (träden får stå kvar) och 7 (vinteravverkning). Modellerna innefattar följande steg:

Steg 1: Nya generationen barkborrar som reduceras som ett resultat av att en del bark hackas bort av hackspettar under sensommar/höst.

Steg 2: Andel av barkborrarna som övervintrar under barken respektive i marken.

Steg 3: Andel av barkborrarna som övervintrar under bark som sitter kvar på träden hela vintern respektive i bark som hackas bort av hackspettar under vintern.

Steg 4 (bara vid avverkning): Andel bark som sitter kvar på träden efter avverkning respektive lossnar och blir kvar i skogen.

Steg 5 (bara vid avverkning): Andel av bark som lossnar vid avverkning som utgörs av större barkbitar respektive barksmulor. I denna undersökning har dödligheten uppskattats vara ungefär densamma i dessa bägge typer av barkbitar.

Värdena som används för modelleringen baserats på uppgifter från denna och tidigare undersökningar, och i vissa fall antaganden när data saknas. De olika värdena och var de kommer ifrån redovisas i bilaga 1. Vissa av värdena är osäkra. Detta gäller bl.a. hur stor överlevnaden är för barkborrar som utvecklats i bark som hackspettar hackat av från träden före vintern, hur mycket bark som ramlar av vid avverkning (bara en skördare i ett område under ett år), hur mycket ytterligare bark som faller av från de avverkade träden vid skotning och lastning, är all bark som sitter kvar på avverkade träd barkborreangripen, hur stor andel av barkborrarna, och deras fiender, som sitter i bark som ramlar av vid avverkningen överlever

till våren. Dessutom kan ju värdena för vissa variabler variera mellan år och regioner. Jag har därför gjort tre olika beräkningar.

(1) Grundscenario: Baserat på resultaten från denna undersökning, tidigare undersökningar och antaganden där uppgifter saknas, reducerade vinteravverkning antalet granbarkborrar med 22 %. De använda värdena i detta scenario redovisas i bilaga 2.

(2) Känslighetsanalys för tre av variablerna: Jag har då utgått ifrån grundscenariot (dvs. de värden som redovisas i bilaga 2) och sedan varierat värdena för en variabel i taget:

Om överlevnaden i bark som hackats bort under sensommar/höst varieras från 0 – 100 % förändras reduktionen av antalet barkborrar från 17 – 32 %.

Om andelen som övervintrar under bark varieras från 0 – 100 % förändras reduktionen av antalet barkborrar från 0 – 54 %.

Om andelen bark som lossnar vid avverkningen varieras från 0 – 100 % förändras reduktionen av antalet barkborrar från 29 – 15 %.

(3) Scenario med högre (A) och lägre (B) bekämpningseffekt: Här har jag samtidigt ändrat värdena för tre viktiga variabler.

	Grund	A	B
Överlevnad bark som hackats loss sensommar/höst	0,5	0,25	0,75
Andel övervintrande under bark	0,36	0,5	0,25
Andel bark som lossnar vid avverkning	0,5	0,25	0,75
Reduktion av antal barkborrar (%)	22	41	11

Slutsatser och rekommendationer

- Både bekämpningseffekten och virkesnettot bör beaktas vid beslut om vinteravverkning av angripna träd.
- Om det är stora skador i beståndet bör man överväga att avverka hela beståndet eftersom risken är stor att angreppen fortsätter under följande år om man bara avverkar de angripna träden.
- För bästa bekämpningseffekt skall angripna träd avverkas innan barkborrarna utvecklats till aduler eller åtminstone innan de börjat lämna träden för övervintring i marken.
- Helt avgörande för bekämpningseffekten är förstås om det finns några barkborrar kvar i träden när avverkningen görs. För Småland har andelen övervintrande under bark uppskattats till drygt 40 % medan uppskattningar saknas, eller är mycket osäkra, för norra Götaland och Svealand. I Norrland är det bara en liten andel som övervintrar i träden.
- I denna studie uppskattades att vinteravverkningen reducerade antalet barkborrar med drygt 20 % jämfört med om träden lämnats kvar. Men osäkerheten är stor för flera av de ingående variablerna som t.ex. hur mycket bark som lossnar och blir kvar i skogen samt överlevnaden av barkborrarna i denna bark.
- När det gäller risken för att angreppen fortsätter i bestånd där man avverkat de angripna träden behövs det fler studier.

- Vissa av granbarkborrens fiender övervintrar alltid under barken (oavsett var i landet man befinner sig). Det finns därför en risk att fienderna påverkas mer negativt av vinteravverkning än granbarkborren vilket är olyckligt om en stor andel av alla angripna träd avverkas på vintern. Mer kunskap behövs därför om hur fienderna påverkas av vinteravverkning.

Tack till

Åke Einarsson, Kjell Gustavsson, David Ventorp och Jonas Björklund på Sveaskog för hjälp med undersökningen. Jan Weslien har kommit med förslag till den nya versionen.

Skogsstyrelsen har finansierat den ursprungliga undersökningen.

Referenser

- Austarå, Ø. & Midtgaard, F. (1986) On the longevity of *Ips typographus* L. adults. *Journal of Applied Entomology* 102, 106-111.
- Carlsson, T. (1983) Estimating the number of spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) emerging through the same exit hole; a factor of importance for population estimates. Division of Forest Entomology. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Dworschak, K., Meyer, D., Gruppe, A. & Schopf, R. (2014) Choice or constraint: Plasticity in overwintering sites of the European spruce bark beetle. *Forest Ecology and Management* 328, 20 – 25.
- Faccoli, M. (2002) Winter mortality in sub-corticolous populations of *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) and its parasitoids in the south-eastern Alps. *Journal of Pest Science* 75, 62-68.
- Hedgren, P.O. & Schroeder, M. (2004) Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecology and Management* 203, 241–250.
- Johansson, J. (2020) Vinteravverknings bekämpningseffekt av granbarkborre. Examensarbetet 2020:08 Skogsmästarprogrammet. Preliminärt.
- Schlyter, F., Anderbrant, O., Harding, S. & Ravn, H.P. (1984) Offspring per emergence hole at different attack densities in the bark beetle, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae). *Z. Angew. Entomol.* 97, 244–248.
- Schroeder, M. (2007) Granbarkborrens mortalitet under vintern 2006/2007. Uppsala 2007-06-14.
- Schroeder, M. (2009) Granbarkborrens mortalitet under vintern 2008/2009. Uppsala 2009-06-11.
- Schroeder, M. (2011) Undersökning av barkborredödade träd i Västernorrlands och Jämtlands län våren 2011. Uppsala 2011-05-04.
- Schroeder, M. (2012) Undersökning av barkborredödade träd i Västernorrlands län våren 2012. Uppsala 2012-06-13.
- Schroeder, M. (2020) Scenarier för volymer granbarkborredödad skog sommaren 2020. Uppsala 2020-02-03.
- Schroeder, M. & Kärvemo, S. (2015) Var är risken störst för att granbarkborre ska döda träd? Fakta Skog nr 7.
- Schroeder, M., Kärvemo, S. & Cocos, D. (2008) Sök och Plock i praktiken under vintern 2007/2008 – slutrapport. Uppsala 2008-10-30.

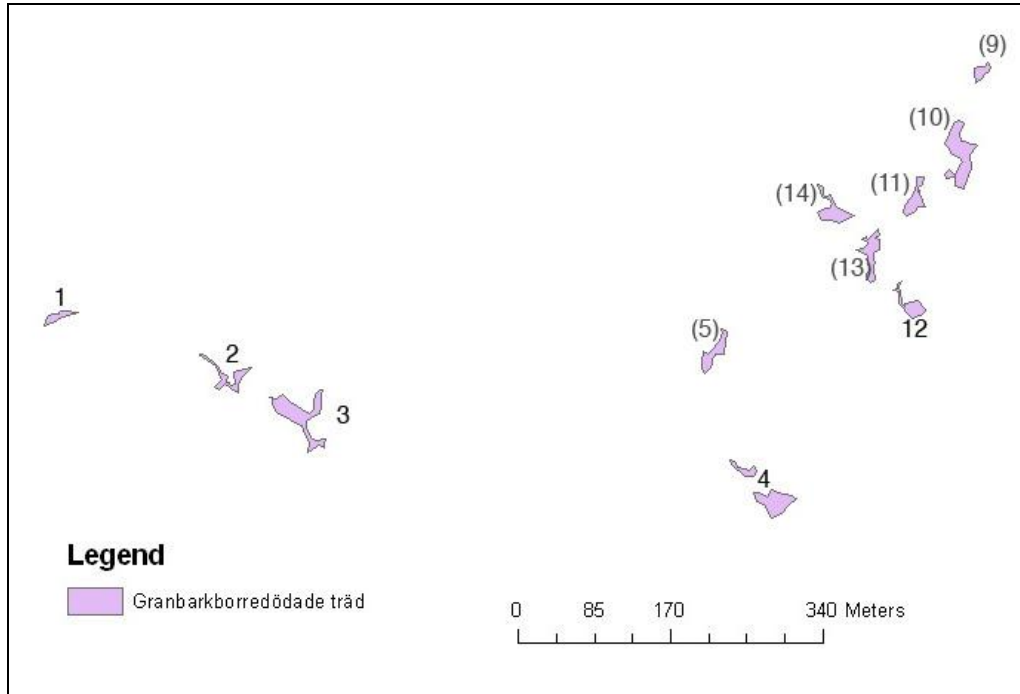
Tabell 1. Översikt över antal granbarkborredödade träd per trädgrupp, antal av dessa som var dödade 2007 och undersöktes med avseende på hur stor del av barken som ramlar av vid skördaravverkning. Träd som dödade före 2007 eller som avverkades med motorsåg undersöktes inte. Några träd avverkades inte eller hann inte med att undersökas.

Trädgrupp	Antal granbarkborre-dödade träd	Dödade 2007 och undersökta	Dödade före 2007	Ej avverkade eller ej undersökta	Motorsågs-avverkade
1	15	14	0	0	1
2	25	12	11	0	2
3	37	12	14	9	2
4	43	35	5	3	0
12	18	9	9	0	0

Tabell 2. Andel granbarkborrar som bedömdes nyligen ha dött (färska) respektive varit döda länge (torra) i barkprov från fällda träd innan de gått igenom skördaraggregatet (Före aggregat), efter att de gått igenom aggregatet (Efter aggregat) och i av aggregatet avskavda barkbitar och barksmulor (bitar mindre än 9 cm²). Beräknat enligt: antal döda/(antal döda + antal levande).

	Nyligen döda (%)		Döda länge (%)	
	Medeltal	Medelfel	Medeltal	Medelfel
Före aggregat	5,4	1,6	17,7	3,7
Efter aggregat	16,9	4,3	12,1	3,6
Avskalad bark	18,1	7,4	10,1	3,6
Barksmulor	19,3	5,6	21,6	3,6

Figur 1. Kartan visar 11 av de 14 grupper av träd dödade av granbarkborre som bedömdes vara lämpliga för utvärderingen. Fem (1, 2, 3, 4 och 12) av de 14 grupperna avverkades med skördare och utvärderades. I Tabell 1 redovisas detaljerade data för dessa fem grupper. De övriga trädgrupperna avverkades inte.



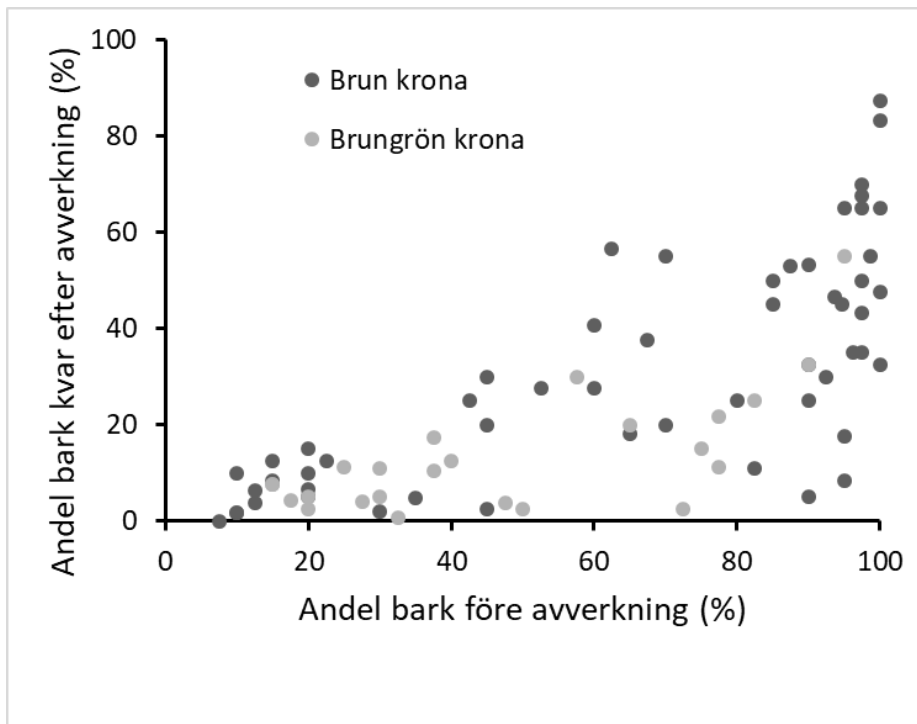
Figur 2. Rottne H-8 skördaren som användes vid undersökningen (bild från www.rottne.com).



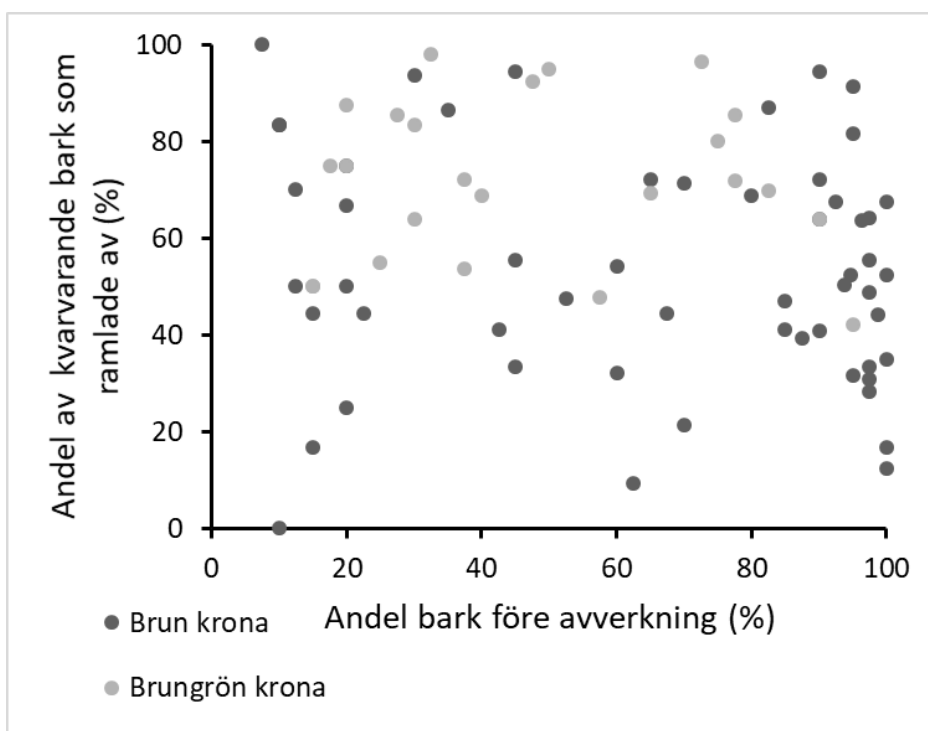
Figur 3. De fyra halva barkbitarna som lämnades kvar i skogen över vintern vid en av de fem avverkade trädgrupperna. De andra halvorna analyserades direkt efter avverkningen. Linjalen är 30 cm lång.



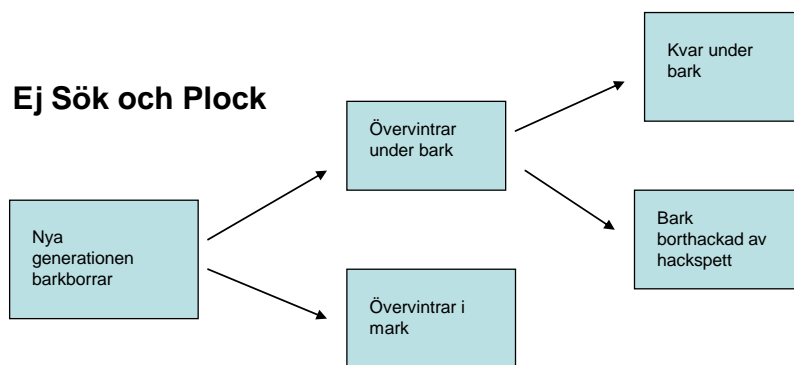
Figur 4. Förhållandet mellan andelen bark före och efter skördaravverkningen. Varje punkt representerar ett granbarkborreangripet träd. Andelen av trädets mantelyta som hade bark kvar uppskattades innan träden avverkades och sedan efter att träden avverkats och kvistats.



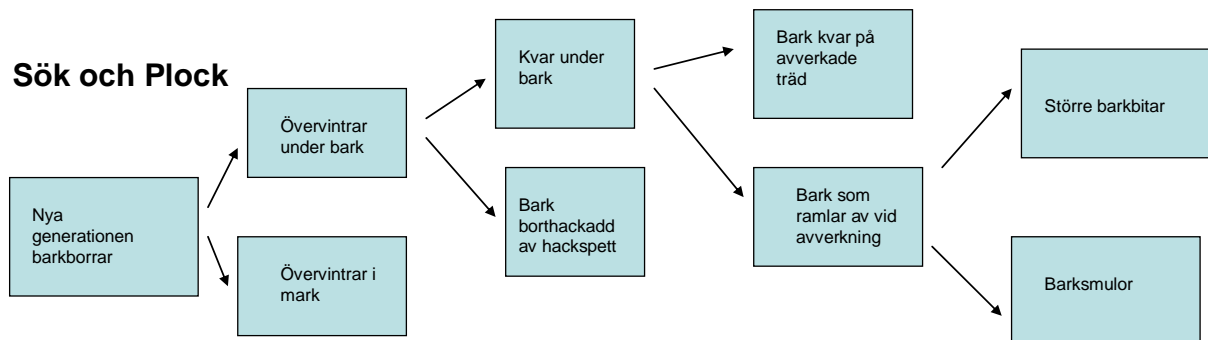
Figur 5. Andelen av bark som ramlade av vid skördaravverkningen av den kvarvarande barken före avverkningen. Varje punkt representerar ett granbarkborreangripet träd.



Figur 6. Schematisk skiss över hur modellen för beräkning av andelen överlevande barkborrar i träd som inte avverkas är uppbyggd. I det första steget sätts den nya generationen barkborrar till 100 %. I detta steg ingår även att en viss del av barken hackas bort av hackspettar under sensommar/höst (visas inte i figuren). I det andra steget väljs hur stor andel som övervintrar i trädet respektive i marken av de som finns kvar i trädet efter första steget. I det avslutande steget väljs hur stor andel av barken som hackas bort av hackspettar under vintern.



Figur 7. Schematisk skiss över hur modellen för beräkning av andelen överlevande barkborrar i träd som avverkas är uppbyggd. De tre första stegen är identiska med modellen för träd som inte avverkas (se figur 6). I det fjärde steget anges hur mycket bark som sitter kvar (och följer med virket ur skogen) respektive lossnar (och blir kvar på marken i skogen) vid skördaravverkningen. I det femte och sista steget anges andelen av barken som lossnar som utgörs av större respektive mindre barkbitar.



Bilaga 1. Sammanställning av undersökningar av andel av granbarkborrar som övervintrar under barken i stående och liggande träd i olika delar av landet. Tre olika metoder har använts för att uppskatta andelen övervintrande under bark. Barkprov: Antalet levande barkborrar under bark divideras med antalet levande barkborrar plus antal kläckhål. Kläckfällor: en del av den angripna stammen innesluts med en utspänd väv och alla barkborrar som lämnar trädet samlas upp i en fångstburk som töms veckovis. Efter att utkläckningen upphört på senhösten undersöks hur många levande barkborrar som sitter kvar under barken. Kläcksäckar: stamsektioner kapas från angripna träd just innan utkläckningen startar och hängs i tygpåsar som mynnar i en fångstburk som töms veckovis. Efter att utkläckningen upphört på senhösten undersöks hur många levande barkborrar som sitter kvar under barken. När det gäller barkprover visade undersökningen utförd på våren 2008 i Jönköping och Kronobergs län att andelen som satt kvar under bark var i medeltal 17 % högre på 2 meters höjd jämfört med på 4 meters höjd (Schroeder 2007).

Län	Andel under bark (%)		Utkläckning	Metod	Höjd (m)	Omfattning	År	Referens
	Stående	Liggande						
Kronoberg (Asa)	9 - 13	59 - 64	juli - oktober	Kläckfällor	4	8 stående, 8 liggande	08/09, 09/10	Schroeder, opublicerat
Kronoberg, Jönköping	43 - 47			Barkprov, vår	7	4 lokaler, 27 - 57 träd	07/08, 08/09, 09/10	Schroeder, 2009
Kronoberg	36			Barkprov, höst	3 - 10	12 träd	07	Denna undersökning
Uppland (Tierp)	44			Barkprov, vår	4	6 träd	07/08	Schroeder, opublicerat
Värmland (Lässerud)	39			Barkprov, vår	7	11 träd	07/08	Schroeder, opublicerat
Dalarna, Värmland	22	34	4/8 - 26/10	Kläcksäckar	flera	6 lokaler, 8 träd	98/99	Hedgren & Schroeder, 2004
Dalarna (Siljansfors)	2 - 4	24 - 52	juli - oktober	Kläckfällor	4	7 stående, 8 liggande	08/09, 09/10	Schroeder, opublicerat
Dalarna (Siljansfors)	15			Barkprov, vår	7	3 träd	07/08	Schroeder, opublicerat
Dalarna (Tammerås)	8			Barkprov, vår	7	3 träd	07/08	Schroeder, opublicerat
Västernorrland	4			Barkprov, höst	flera	9 träd	85	Weslien, opublicerat
Västernorrland, Jämtland	10 - 12			Barkprov, vår	flera	63 träd, 38 träd, spridda	10/11, 11/12	Schroeder, 2011, 2012
Västerbotten (Vindeln)	1 - 7	19 - 28	juli - oktober	Kläckfällor	4	6 stående, 8 liggande	08/09, 09/10	Schroeder, opublicerat

Bilaga 2. De olika variabler som ingår i modelleringen av hur stor andel av den nya generationen av granbarkborrar som överlever vid vinteravverkning av angripna träd respektive när träden lämnas kvar, deras värden i grundmodellen, källa för värdena och motivering.

Variabler	Värde	Källa och motivering
Andel övervintrare i mark	0,64	Har använt värdet från denna undersökning. Värdet varierar mellan olika delar av landet men saknas heltäckande data (stor osäkerhet särskilt för norra Götaland och Svealand).
Överlevnad mark	0,60	Tidigare undersökningar (Austarå & Midtgaard 1986, Faccoli 2002, Weslien & Lindelöw opublicerat). Undersökningar efter Gudrun visade lägre överlevnad (25 - 52 %) men utfördes i bestånd med extremt höga popuklationstätheter.
Andel övervintrare under bark	0,36	Denna undersökning. OBS, är troligen en överskattning eftersom fler barkborrar kan ha lämnat genom samma kläckhål.
Andel kvarsittande bark på hösten	0,61	Denna undersökning. Tidigare undersökningar efter stormen Gudrun 49 - 65 %
Överlevnad i bark som är borthackad före höst	0,40	Antagande. Ofta stora bitar där många barkborrar bör ha överlevt om de varit färdigutvecklade. En del av barkborrarna antas övervintra i marken.
Andel bark borthackad på vintern	0,14	Undersökningar efter Gudrun (9 - 18 %).
Överlevnad i borthackad bark under vintern	0,50	Antagande. Ofta stora bitar där många barkborrar bör ha överlevt. En del av barkborrarna antas övervintra i marken.
Överlevnad under kvarsittande bark	0,88	Undersökningar efter Gudrun (75 - 100 %).
Andel bark som sitter kvar efter avverkning (av de 61 %)	0,50	Denna undersökning. OBS, mer bark kan lossna vid skotning och lastning
Andel bark som ramlar av vid avverkning (av de 61%)	0,50	Denna undersökning.
Andel avskavd bark i form av barksmulor	0,20	Denna undersökning (grov uppskattning).
Andel avskavd bark i form av större bitar	0,80	Denna undersökning (grov uppskattning).
Andel bark som sitter kvar efter avverkning	0,30	Denna undersökning, inkluderar toppstock.
Överlevnad i avskavda större barkbitar efter avverkning	0,80	Denna undersökning. Medeltal nyligen döda 18,1 % (Obs! har här inkluderat döda länge + döda nyligen + levande i totalen).
Överlevnad i barksmulor efter avverkning	0,80	Denna undersökning. Medeltal 19,3 % (OBS! se raden ovan).
Överlevnad lösa barkborrar	NA	Denna undersökning. Få lösa barkborrar. Bortser därför från denna post.
Överlevnad i avskavda större barkbitar på våren	0,50	Denna undersökning. Antagit att bara de som påträffades i barkbitarna överlevt. Kan dock inte uteslutas att en del lämnat och krypit ner i marken.
Överlevnad i barksmulor på våren	0,50	Antar att det är detsamma som för avskalad bark.