

Granbarkborrens angreppstäthet och förökningsframgång i dödade träd den extremt varma och torra sommaren 2018

Bakgrund

Sommaren 2018 var extremt varm och torr. Långvarig torka är en faktor som vi erfarenhetsmässigt vet kan utlösa angrepp på stående skog av barkborrar. Däremot så är mekanismerna bakom detta fortfarande dåligt kända. En hypotes är att i och med att trädens vitalitet sätts ned när de blir torkstressede så krävs det färre angripande barkborrar, dvs. lägre angreppstäthet, för att övervinna trädens försvar. Men detta har inte visats empiriskt på ett övertygande vis för någon barkborreart än.

En lägre angreppstäthet medför i sin tur att förökningsframgången blir högre som ett resultat av minskad konkurrens om födan. En högre förökningsframgång innebär att antalet granbarkborrar blir fler. Därför är data på förökningsframgången av intresse när man uppskattar risken för skador under kommande år.

Efter den rekordvarma och torra perioden maj – juli 2018 stod det klart att det fanns en överhängande risk för att ett utbrott av granbarkborre (*Ips typographus*) skulle kunna starta under sommaren eller under nästa år. Detta visade sig senare vara en korrekt bedömning och en inventering utförd av Skogsstyrelsen och Södra Skogsägarna på senhösten 2018 uppskattar volymen barkborredödad granskog till ca 2,5 miljoner m³ för Götaland. Dessutom är det påtagliga skador även i Svealand men där finns ingen uppskattning av volymer dödad skog. Detta innebär att barkborreskadorna under 2018 är de högsta som dokumenterats under ett enskilt år för Sverige. Det kan nämnas att stora skador även rapporterats från bl.a. Tyskland, Tjeckien och Österrike under 2018.

Eftersom extremt varma och torra somrar är förhållandevis ovanliga, 1992 senaste gången i Sverige, utgör det nu pågående utbrottet en unik möjlighet

att testa hypotesen att det krävs färre barkborrar för att övervinna torkstressade trädets försvar. De viktigaste frågeställningarna för undersökningen under 2018 var: (1) Hur hög var granbarkborrens angreppstäthet i de dödade träden? Resultaten kan sedan jämföras med data från tidigare år när det inte varit torka. (2) Hur hög var granbarkborrens förökningsframgång under 2018? Detta är en viktig faktor när man skall försöka att förutsäga granbarkborrens populationsutveckling framöver och därmed också risken för nya skador under 2019.

Metod

Totalt inspekterades 25 grupper av barkborredödade träd belägna i Kronobergs, Blekinge och Kalmar län från 12 – 28 september 2018. För varje grupp räknades antal angripna träd, registrerades diameter i brösthöjd (1,3 m), trädkronans färg och andel kvarvarande bark på stammen. Totalt inspekterades 455 dödade träd. Gruppstorleken varierade från 2 till mer än 100 dödade träd per grupp (medeltal 23 dödade träd per grupp). Medeldiametern i brösthöjd (1,3 m) var 29,3 cm. I medeltal fanns 69 % av barken kvar på träden (resten borthackad av hackspettar). Trädkronans färg var grön för 134 träd (30 %), brungrön för 228 träd (50 %) och brun för 93 träd (20 %). I 72 % av grupperna fanns alla tre kategorierna av kronfärg representerad (85 % om bara grupper med minst 10 dödade träd inkluderas). I anslutning till två av grupperna fanns några stående träd dödade under 2017 och i anslutning till en av grupperna vindfällda träd koloniserade under 2018.

Från varje grupp av dödade träd togs om möjligt barkprov (storlek 45 x 15 cm) från minst fem olika träd. Proven togs på en höjd av 4 m (med hjälp av stege). Totalt togs prover från 112 dödade träd fördelade på 22 av de inspekterade grupperna. Barkproven förvarades i +4°C tills de analyserades på lab i Uppsala. För varje barkprov registrerades sedan vilka olika arter av barkborrar som förekom. För granbarkborre dokumenterades dessutom följande:

- (1) Antalet modergångar av granbarkborre vilka sedan räknas upp till angreppstäthet per m² bark. Varje modergång motsvarar en barkborrehona som lagt ägg.
- (2) Produktionen av nya granbarkborrar per m² bark och förökningsframgången uttryckt som antalet döttrar per hona. Produktionen motsvaras av summan av antalet levande granbarkborrar och antalet kläckhål av granbarkborre i barkprovet. Förökningsframgången beräknas genom att dividera antalet döttrar med antalet mödrar (som representeras av antalet modergångar).

- Eftersom könskvoten är 1:1 fås antalet barkborredöttrar genom att det totala antalet producerade barkborrar divideras med två.
- (3) Antalet fiender till barkborrar per m² bark (redovisas inte i det följande).

Resultat och diskussion

Granbarkborre dominerade i de dödade träden

Som väntat var granbarkborre den vanligaste barkborren i de dödade träden. Av de 112 träden som det togs barkprover från var samtliga angripna av granbarkborre, 31 (28 %) angripna av sextandad barkborre (*Pityogenes chalcographus*) och 11 (10 %) angripna av dubbelögad bastborre (*Polygraphus poligraphus*). Bägge arterna har i tidigare undersökningar påträffats tillsammans med granbarkborre i stående dödade träd.

De flesta träden dödades förmodligen senare under sommaren

Utifrån vår undersökning kan vi inte direkt avgöra när under sommaren som träden angreps. Det skulle dels kunna ha varit under vårsvärmningen (barkborrar som utvecklades under 2017 och övervintrat som adulter) och dels av deras avkommor senare under sommaren. Det är osannolikt att huvuddelen av de dödade träden skulle ha angripits redan under vårsvärmningen med tanke på att sommaren, hösten och vintern 2017 inte var särskilt nederbördsfattig i det berörda området (dvs. träden borde inte varit kraftigt torkstressade då). Möjligen kan en del av träden hunnit bli torkstressade när syskonkullarna anlades efter huvudsvärmningen på våren 2018. Det mest sannolika är därför att huvuddelen av de dödade träden under 2018 angreps av avkommor från de barkborrar som svärmade på våren. För detta talar även att andra observationer från denna undersökning som redovisas i det följande.

Att många avkommor förökade sig redan samma år, istället för att vänta med att reproducera sig till nästa säsong som är det normala, talar resultaten från Skogsstyrelsens och SLU's svärmningsövervakningen av granbarkborre i södra Sverige för. De visar på en kraftig ökning av fångsterna från slutet av juni och några veckor in i juli som inte kan förklaras på något annat sätt. Dessutom registrerades förekomst av ljusa baggar, dvs. nyutvecklade baggar, i fällorna just då (Gunnar Isacson muntligen).

Detta innebär i så fall att barkborrarna som utvecklades i de dödade träden utgjorde en andra generation och att denna andra generation var lyckad i och med att de allra flesta nått det fullbildade stadiet (dvs. adulter) före

övervintringen. I bara 8 av de 112 barkproven (7 %) förekom larver och/eller puppor. I samtliga dessa fall utgjorde de bara en mindre del av det totala antalet avkommor. Pupper och larver är inte medräknade i värdena för förökningsframgång och produktion eftersom de inte överlever vintern.

Få barkborrar fanns kvar i träden med brun krona

I medeltal fanns 61 % av granbarkborrarna kvar under barken (baserat på andel kläckhål och andel levande granbarkborrar i barkprovet) vid provtagningen i september. Resten hade då redan lämnat träden genom kläckhålen i barken. Andelen varierade från 0 – 100 % mellan olika träd. För träd med brun krona var andelen kvarvarande barkborrar i medeltal 32 % (medelfel: 5 %) medan den var 72 % (medelfel: 3 %) respektive 78 % (medelfel: 4 %) för träd med brungrön respektive grön krona. Skillnaden mellan de bruna träden å ena sidan och de brungröna och gröna träden å andra sidan var signifikant. Värdet för de bruna träden är förmodligen en överskattning eftersom mer än en granbarkborre kan ha lämnat trädet genom varje enskilt kläckhål (sannolikheten för detta ökar ju större andel som har kläckts). Sammantaget indikerar detta att träden med brun krona, som utgjorde 20 % av det totala antalet inspekterade träd, blivit angripna tidigare än de med brungrön eller grön krona. En möjlighet är att träden med brun krona blev dödade på våren/försommaren, under huvudsvärmningen och syskonkullsvärmningen (dvs. att föräldrardjuren från huvudsvärmningen anlägger en andra kull), av granbarkborrarna som övervintrat och att resterande 80 % av träden (med brungrön och grön krona) blev angripna senare på sommaren av avkommorna från barkborrarna som svärmade på våren.

Låg angreppstäthet indikerar att träden hade nedsatt försvar mot barkborrar

Granbarkborrens angreppstäthet var i medeltal 294 modergångar per m² bark (medelfel: 12,8). Vid angrepp på stående träd brukar angreppstätheten ofta ligga på ca 400 modergångar per m² bark eller mer. Den lägre tätheten under 2018 indikerar att träden var kraftigt stressade av torka och därför hade lägre motståndskraft mot barkborreangrepp. Med andra ord, det krävdes inte lika många barkborrar för att övervinna trädens försvar. Detta är förmodligen också huvudförklaringen till att en så stor volym granskog dödades. Dels krävdes det färre barkborrar till varje dödat träd och dels var förmodligen andelen misslyckade angrepp betydligt lägre än vad den skulle varit under ett normalår.

Även angreppstätheten skilde sig åt mellan träd med olika kronfärg: brun krona = 327 modergångar per m² bark (medelfel: 23), brungrön krona = 293

modergångar per m² (medelfel: 20) och grön krona = 250 modergångar per m² (medelfel: 21). Skillnaden mellan träd med brun och grön krona var signifikant. Resultatet kan tolkas som att trädens försvarsförmåga minskade under säsongen som ett resultat av värmen och torkan. Även de bruna träden (dvs. de vi antar angreps tidigast på säsongen) hade lägre angreppstäthet än normalt vilket indikerar att även de hade nedsatt försvarsförmåga.

Under alla de tidigare åren vi har data för angreppstätheter av granbarkborre är det bara under 1992 och 2006 som vi dokumenterat lika låga angreppstätheter. 1992 var den senaste extremt varma och torra sommaren vilket kan förklara den låga angreppstätheten då. Under 2006 kan förklaringen till den låga angreppstätheten vara att träden var torkstressade som ett resultat av att stormen Gudrun 2005 skadat rötterna genom rottryckning (under första sommaren efter Gudrun angreps nästan inga stående träd eftersom det fanns ett enormt överutbud av stormfällda träd).

Sammanfattningsvis kan man konstatera att denna undersökning, tillsammans med tidigare data, stödjer hypotesen att en av mekanismerna bakom ökad risk för ståndskogsangrepp under torra år är att det då krävs färre barkborrar för att övervinna trädens försvar.

Komplicerat att beräkna granbarkborrens förökningsframgång

Att uppskatta granbarkborrens förökningsframgång är komplicerat. För det första är det en okänd andel av barkborrarna som helt misslyckas med att föröka sig eftersom de inte lyckas hitta något förökningsmaterial eller misslyckas med sina angrepp på annat sätt. Hur stor denna andel är vet vi inte. Den här uppskattade förökningsframgången innefattar därför bara de barkborrar som lyckats angripa träd vilket betyder att för hela populationen har förökningsframgången varit lägre.

För det andra har det i år utvecklats två generationer av barkborrar varav de dödade träden förmodligen huvudsakligen hör till den andra generationen (se ovan). Eftersom vi inte har några bra data för den första generationen, som vi antar har förökat sig i både vindfällena och en del stående träd, gäller de här presenterade resultaten för den andra generationen.

För det tredje kan en andel av föräldrardjuren anlägga en andra kull, en så kallad syskonkull. Detta innebär i så fall att man måste inkludera båda dessa två kullar när förökningsframgången uppskattas. Det finns ingen möjlighet baserat på barkproverna att avgöra vad som är en första kull respektive en syskonkull. Det är också osäkert att avgöra detta från svärmningsdata. Jag har i det följande antagit att det inte varit någon betydande syskonkullsvärmning senare på sommaren vilket i viss mån stöds av

svärmningsövervakningen. Eftersom daglängden styr om barkborrarna förökar sig direkt (lång daglängd) eller går i reproduktiv diapaus (kort daglängd) och därmed väntar till nästa säsong, så talar även detta mot att det skulle varit en hög andel syskonkullar på sensommaren.

Hög förökningsframgång som ett resultat av låg angreppstäthet

Granbarkborrens förökningsframgång i de dödade träden, definierad som antalet producerade döttrar per hona, var i medeltal 5,1 (medelfel: 0,4). Det är betydligt högre än vad det brukar vara i stående träd då det ofta ligger kring 2. En förklaring till den höga förökningsframgången är den låga angreppstätheten som innebär minskad konkurrens om födan men även andra faktorer kan ha spelat in. Under 2006, när angreppstätheten också var låg, låg förökningsframgången i stående träd på ungefär samma nivå som under 2018. För den torra sommaren 1992 saknar vi data på förökningsframgång.

Även för förökningsframgången var det skillnad mellan träd med olika kronfärg: brun krona = 2,7 döttrar per hona (medelfel: 0,5), brungrön krona = 6,4 döttrar per hona (medelfel: 0,7) och grön krona = 6,1 döttrar per hona (medelfel: 0,7). Skillnaden i förökningsframgång mellan träd med brun krona å ena sidan och träd med brungrön och grön krona å andra sidan var signifikant. Resultatet kan till viss del förklaras med att angreppstätheten var högre i träd med brun krona än i gröna träd vilket innebär att konkurrensen om födan var högre i de förra. Dessutom så är förmodligen värdet för träd med brun krona en underskattning eftersom mer än en granbarkborre kan ha lämnat trädet genom varje enskilt kläckhål (sannolikheten för detta ökar med ökande täthet av kläckhål). Om vi antar att träden med brun krona angreps på våren (se ovan) så kan vi bortse från dem när vi beräknar förökningsframgången för träden angripna senare på sommaren. Det innebär att förökningsframgången i så fall blir 6,3 döttrar per hona för sommarangreppen.

I ovanstående beräkning har ingen hänsyn tagits till den negativa effekt hackspettar kan ha haft på granbarkborrens förökningsframgång. I medeltal så var 31 % av barken borthackad vid provtagningen i september (inga stora skillnader mellan träd med olika färg på kronan). En del barkborrar i den borthackade barken överlever eftersom de redan varit färdigutvecklade och det ofta är större barkbitar som ramlar ner på marken. I det följande antas att hackspettar reducerat förökningsframgången med 15 %.

Baserat på ovanstående resonemang så antar jag att förökningsframgången varit ca 4,3 döttrar per hona inkluderande både stående träd angripna på

våren och sommaren ($0,85 \times 5,1 = 4,3$). Jag har valt att använda denna siffra för beräkningen av den övervintrande populationens storlek. En osäkerhet är hur stor del av barkborrarna som kläckts från de bruna träden (som antas ha angripits på våren) som deltog i angrepp på stående träd senare under sommaren (och därför inte skall räknas in i övervintrande population) respektive som gick i reproduktiv diapaus för att föröka sig först efter övervintring (och därmed skall räknas med).

Hög dödlighet under vintern reducerar antalet barkborrar som överlever till våren

Baserat på tidigare undersökningar vet vi att dödligheten är betydande för granbarkborre under vintern. För de som övervintrar i marken är dödligheten uppskattad till ca 50 % medan för de som övervintrar under bark på stående träd är dödligheten uppskattad till ca 20 % (innefattar både hackspetts aktivitet och barkborrar som av andra orsaker dött under barken). Det bör påpekas att variationen mellan år varit stor i tidigare undersökningar. Baserat på dessa siffror sjunker förökningsframgången under 2018 från 4,3 till 2,9 döttrar per hona efter övervintringen ($(0,61 \times 4,3 \times 0,8) + (0,39 \times 4,3 \times 0,5) = 2,9$).

Stor risk för angrepp även under 2019

Avgörande för hur stora skadorna blir under 2019 är: (1) hur stor populationen av granbarkborrar är på våren när de börjar svärma, (2) vilken motståndskraft träden har på våren vilket påverkar andelen som lyckas med sina angrepp och (3) om det blir en ny störning som en stor stormfällning under vintern eller ännu en varm och torr sommar. Av dessa tre faktorer kan vi grovt uppskatta populationsstorleken på våren (under förutsättning att volymen dödad skog och granbarkborrens förökningsframgång är någorlunda korrekt uppskattade) medan trädens vitalitet i vår är högst osäker och nya störningar kan vi förstås inte alls förutse. Sammantaget innebär detta att uppskattningar av hur stor volym som kommer dödas nästa sommar blir mycket osäkra.

När det gäller populationens storlek på våren kan man göra en uppskattning utifrån den i denna studie uppskattade förökningsframgången efter övervintringen och volymen dödade träd under 2018. Baserat på detta kommer det våren 2019 finnas tillräckligt med barkborrar för att rent teoretiskt kunna döda ca 3 gånger så stor volym som under 2018 (antaget samma angreppstäthet) om de är 100 % effektiva. Då är ingen syskonkullsvärmning, som ytterligare skulle kunna öka volymen dödade träd, inräknad. Men granbarkborrarna är aldrig 100 % effektiva och särskilt inte när de skall angripa levande träd med ett försvar. Hur stor andel som

kommer misslyckas med sina angrepp kommer därför till stor del avgöras av trädens tillstånd på våren. Det rimligaste är att träden i vår är mindre stressade än vad de var under den extremt varma och torra högsommaren 2018 när vi antar att huvuddelen av träden dödades. Under sommaren led träden av en akut brist på vatten i kombination med mycket höga temperaturer medan de nu i vår kommer att ha viss tillgång på vatten efter vinterns nederbörd och förmodligen inte utsättas för riktigt lika höga temperaturer. Å andra sidan kan en svag tillväxt under 2018 (som resultat av torkan) negativt ha påverkat tillväxten av finrötter och nya skott. Finrötterna är betydelsefulla för trädens vattenupptagningsförmåga och skotttillväxten påverkar fotosyntesen under 2019. Sammantaget är min bästa gissning att en betydande andel av granbarkborrarna kommer att misslyckas med sina angrepp i vår. Dessutom kommer angreppstätheten som krävs för att döda träden bli högre om träden är vitalare (dvs. det går åt fler barkborrar för att döda ett träd än under högsommaren 2018). Min gissning är därför att om sommaren blir "normal" så kan vi fortsatt räkna med stora skador med tanke på den höga populationen, kanske i samma storleksordning som under 2018 eller mer. Om det istället blir en sval och regnig försommar, med få lämpliga svärmningsdagar, kommer andelen misslyckade angrepp öka kraftigt (och även angreppstätheten) vilket innebär att skadorna i så fall kan bli lägre än under 2018. Sammantaget innebär detta att uppskattningar av hur stora volymer som riskerar att dödas under nästföljande år mycket osäkra men att risken för betydande angrepp även under 2019 får anses vara stor.

Vad händer om det blir en stormfällning i vinter eller ännu en extremt varm och torr sommar?

Om det inträffar en större stormfällning under vintern så kommer en del av populationen att angripa de stormfällda träden istället för att angripa stående träd. Om stormfällningen blir "lagom stor" kan de stormfällda träden fungera som fångstvirke och därmed minska angreppen på stående skog. Om den blir väldigt stor riskerar man ett år till med hög förökningsframgång vilket innebär ökad risk för skador under kommande år. Dessutom är det då risk för att träden rottryckts och att trädens motståndskraft sätts ned under några år efter stormen.

Om det skulle bli en ny sommar som under 2018 och dessutom trädens motståndskraft är fortsatt låg på våren är risken stor för angrepp av en storleksordning som aldrig dokumenterats tidigare. På så vis är extrem värme och torka mer oroväckande än stormfällningar när det gäller risken för barkborreskadorna. De allra flesta stormfällningar är hanterbara på så sätt att huvuddelen av de stormfällda träden hinner upparbetas innan

granbarkborrarna hinner utvecklas i dem. I de fall detta inte är fallet, som efter Gudrun, så klingar utbrotten snabbt av eftersom förökningsframgången är låg i vitala träd efter att de återhämtat sig från rottryckningen. Men om det istället blir flerårig extrem sommarvärme och torka, med kraftigt nedsatt vitalitet för granskogen som en följd, samt två generationer per säsong så kan skadorna bli mycket stora. Detta eftersom: (1) de flesta barkborrarna då kommer lyckas med sina angrepp, (2) angreppstätheten blir låg vilket innebär att fler träd kan dödas av en given population barkborrar, (3) förökningsframgången blir hög (som ett resultat av låg angreppstäthet) vilket innebär att populationen av barkborrar ökar från generation till generation och (4) risken ökar för två generationer per säsong. Just den andra generationen kombinerad med tidpunkten när träden är som mest stressade under högsommaren är fatal.

Vad kan man göra på kort sikt

Tyvärr finns det inga dokumenterat kostnadseffektiva storskaliga bekämpningsmetoder att ta till när man väl har ett pågående utbrott av granbarkborre. Ur renodlad skogsskyddssynpunkt, dvs. om man bortser från virkesvärdet av de avverkade träden, är det tveksamt om avverkning av angripna träd nu under vintern är en kostnadseffektiv åtgärd. Detta eftersom endast ca 50 % av barkborrarna finns kvar under barken då (resten har lämnat träden för övervintring i marken) och dessutom ramlar mycket av barken av vid maskinell avverkning vilket innebär att många barkborrar blir kvar i skogen (tidigare studier har visat att de kan överleva i barkbitarna).

När barkborrarna börjat flyga till våren kan man avverka angripna träd innan den nya generationen hunnit utvecklas färdigt och börjat lämna träden (ännu bättre om föräldrardjuren fortfarande är kvar). Förutom att få bort barkborrar ur skogen så får man också ut ett förhållandevis högt virkesvärde från de avverkade träden. Svårigheten med detta är att i tid upptäcka angripna träd eftersom de då fortfarande är gröna. Ökad risk för angrepp är det i bestånd där man haft angrepp under föregående säsong (ju fler träd som dödades under föregående år på en plats ju mer ökar risken för att angreppen fortsätter i samma bestånd under följande år), i volymrika äldre granbestånd och i nyexponerade beståndskanter.

Förebyggande åtgärder effektivast

En skogsskötsel som resulterar i vitala och stormfasta granbestånd är den effektivaste åtgärden för att långsiktigt minska risken för granbarkborreskador. Det är därför mycket oroande att man under en rad av år har planterat gran på tallmarker på grund av det höga betetrycket. Det finns en stor risk att sådana granbestånd på sikt blir mindre vitala eftersom

de står på en olämplig ståndort och därmed också blir mer utsatta för barkborreangrepp. Detta kan leda till både att grundpopulationerna blir högre vilket innebär att när en störning inträffar så har man en högre ingångspopulation och till att sådana bestånd kan vara särskilt utsatta vid torka.

Fortsatt forskning viktigt

Granbarkborrens angreppstäthet, förökningsframgång och populationsutveckling kommer att fortsätt att följas upp under 2019 och 2020. Detta eftersom vi har få dokumenterade utbrott som ett resultat av torka och därför i nuläget har svårt att förutsäga hur sådana utbrott kan utvecklas över tiden. Frågor av särskilt intresse är: (1) Hur många år efter ett torrår fortsätter utbrottet? (2) Hur förändras granbarkborrens angreppstäthet (ett mått på trädens motståndskraft) och förökningsframgång (påverkar hur utbrottet utvecklas över tid) under de följande åren? (3) Vilket förklaringsvärde har nederbörd och sommartemperatur för längre tidsserier av angreppstäthet och förökningsframgång i stående dödade träd.

Tack till

Dragos Cocos för insamling av barkprover i fält, Jan ten Hoopen och Ruta Plakane för genomgång av barkprover på lab. Södra Skogsägarna och Asa försökspark (SLU) bistod med lokaler med dödade träd för provtagningen. Projektet finansieras av anslag från FORMAS (projekt 2018-02125) och Södra Skogsägarnas Forskningsstiftelse.