

Scenarier för hur stora volymer skog som granbarkborren kan komma att döda sommaren 2022

Jag har blivit ombedd att till styrgruppen för projektet Stoppa borrharna ta fram scenarier för utvecklingen av granbarkborreskadorna under 2022. Scenarierna skall vara ett stöd för skogsbrukets planering inför 2022. Detta är tredje året detta görs (tidigare rapporter se Schroeder 2020, 2021a). Jämfört med tidigare års rapporter har jag nu inkluderat mer detaljerade beskrivningar av de viktigaste faktorerna som påverkar hur stora skadorna blir. Detta för att belysa komplexiteten i att i förväg försöka förutsäga skadornas storlek. Dessutom räknar jag nu på två väderscenarier istället för fyra som under tidigare år. Det första motsvarande sommaren 2020 och det andra motsvarande 2021 års varmare sommar. Jag resonerar även kring utfallen av en sval och nederbördsrik sommar och en upprepning av 2018 års exceptionellt varma och torra sommar.

Metoden jag använder baserar sig på att man först räknar ut en volym som granbarkborrarna teoretiskt skulle kunna döda under huvudsvärmningen 2022 baserad på volymen som dödades under 2021 och förökningsframgången i träden under samma år. Därefter appliceras en korrektionsfaktor (baserad på utfallet från tidigare år) på den teoretiska volymen. Denna korrektionsfaktor innefattar då flera olika faktorer som vi inte har säkra data på (t.ex. dödlighet innan våren, hur stor del av barkborrarna som helt misslyckas med sina angrepp, andel av föräldradjuren som anlägger syskonkullar och andel av nya generationen som förökar sig samma sommar). Under tidigare år gjorde jag på samma sätt för scenariot ”normal sommar” medan jag för övriga scenarier istället gjorde olika antaganden för var och en av dessa faktorer beroende på vilket vädersscenario det var. När det gäller de två huvudscenarierna i årets rapport så är de valda eftersom att det går att räkna ut en erfarenhetsbaserad korrektionsfaktor för dessa.

Stor osäkerhet i bedömningar över hur mycket skog som riskerar att dödas

Det går inte att göra säkra prognoser för hur mycket skog som granbarkborren kommer att döda under nästföljande år (i detta fall sommaren 2022). Jag vill därför egentligen ogärna ställa upp scenarier med siffror på förväntade antal miljoner m³ dödad skog utan hellre diskutera den mest sannolika riktningen för skadeutvecklingen. Detta eftersom siffror kan förleda läsaren till att tro att uppskattningarna är någorlunda säkra. Det är därför mycket viktigt att de som kommunicerar och använder sig av bedömningarna nedan är medvetna om den stora osäkerheten. I det följande redovisar jag först de viktigaste faktorerna som påverkar hur stora skadorna kommer att bli under 2022. Poängen med detta är att öka medvetenheten om vilka de viktigaste kända faktorerna är och dessutom visa på hur stor osäkerheten faktiskt är. Därefter redovisar jag hur jag räknat för att komma fram till de olika scenarierna istället för att bara ange några värden. Det är viktigt att påpeka att det inte finns någon beprövad mall för hur scenarier av kommande års skador skall beräknas. En sak som kan slås fast direkt är att eftersom skadorna var så stora under 2021 så är det mycket sannolikt att de blir betydande även under 2022.

Faktorer som påverkar skadeutvecklingen

Viktiga faktorer som avgör hur stora skadorna blir är: (1) trädens motståndskraft mot barkborreangrepp, (2) storleken på granbarkborrepopulationen på våren när de börjar svärma och (3) hur vädret blir. Eftersom vi inte på förhand kan veta hur vädret blir hanteras denna faktor med hjälp av de två olika scenarierna nämnda ovan. I det följande beskrivs hur jag resonerat kring var och en av dessa tre faktorer.

Trädens motståndskraft mot angrepp

Tyvärr saknas det för närvarande metoder för att uppskatta granskogens motståndskraft över större områden. Det som står till buds blir därför gissningar baserade på hur vädret och angreppen utvecklats under tidigare år. Det vi erfarenhetsmässigt vet att efter riktigt varma och nederbördsfattiga somrar så ökar risken för utbrott. Inte minst sommaren 2018 är ett exempel på detta. Nedan följer först en förenklad beskrivning av hur trädens motståndskraft påverkar volymen som dödas och sedan en bedömning av utgångsläget inför sommaren 2022.

Sambandet mellan trädens motståndskraft och dödad volym

Trädens motståndskraft mot barkborreangrepp påverkar hur stor volym som dödas på två sätt: För det första genom hur stor del av barkborrarna som helt misslyckas med sina angrepp (och därmed dör utan att föröka sig). För det andra genom hur många barkborrar som krävs för att övervinna trädens försvar i de träd som de lyckas föröka sig i (dvs. hur hög angreppstäthet som krävs).

Hur stor del av populationen som dör utan att lyckas föröka sig har vi ingen möjlighet att ta fram data för. Man kan anta att när trädens motståndskraft är hög så ökar denna andel. Men även populationstätheten (dvs. hur många barkborrar det finns i ett område) är viktig. Är populationstätheten hög så har trädens motståndskraft mindre betydelse. De kommer ändå lyckas döda många av träden.

Hur hög angreppstätheten blir i dödade träd påverkas inte bara av trädens motståndskraft utan även av förekomsten av andra barkborrearter (främst sextandad barkborre och dubbelögad bastborre) som kan konkurrera om plats under barken. Även andra faktorer kan tänkas påverka angreppstätheten.

Utgångsläget inför 2022

Jag har resonerat på följande sätt vad det gäller utgångsläget för trädens motståndskraft våren 2022. Juni och juli under 2021 var både betydligt varmare och nederbördsfattigare än normalt i sydöstra Sverige där huvuddelen av volymen dödades under samma år (SMHI 2021a, b; Wulff & Roberge 2021). Dessutom var granbarkborrens angreppstäthet i Småland, Uppland/Västmanland och Värmland under 2021 nere på samma låga nivåer som i Småland under 2018 (Schroeder 2022). En negativ påverkan av den varma sommaren 2021 på trädens motståndskraft under 2022 kan därför inte uteslutas även om också andra faktorer kan ha bidragit.

Populationens storlek våren 2022

En uppskattning av storleken på populationen av granbarkborrar våren 2022 kan baseras på volymen av träd som barkborrarna förökade sig i under föregående år (dvs. angripen volym 2021), deras förökningsframgång i

dessa träd och hur stor del av den nya generationen som dör fram till nästa vår.

Angripen volym under 2021

I det följande anges m^3 sk som m^3 och värden inom parentes anger relativt medelfel för skattningarna. Medelfelet är ett mått på osäkerheten i skattningen, ju större medelfel desto osäkrare skattning. Den totala volymen som granbarkborrarna förökade sig i under 2021 har uppskattats till totalt 8,2 miljoner m^3 (21 %) för Götaland och Svealand (Wulff & Roberge 2021). Av denna volym utgjorde dödade träd 8,1 miljoner m^3 och angripna vindfällen 0,1 miljoner m^3 . Uppdelat på landsdelarna var volymerna: Götaland 3,9 miljoner m^3 (27 %) och Svealand 4,3 miljoner m^3 (34 %). De största skadevolymerna återfanns i östra Svealand och Götaland. En uppdelning i öst – väst visade att 5,8 miljoner m^3 av totala volymen fanns i Västmanland, Uppsala, Stockholm, Södermanland, Örebro, Östergötland, Kalmar samt Blekinge län. Resultaten indikerade att Sörmland var allra hårdast drabbat även om osäkerheten blir stor för enskilda län.

Granbarkborrens förökningsframgång under 2021

Förökningsframgången definieras här som hur många döttrar varje barkborrehona har producerat för varje angripet träd.

Förökningsframgången har i ett forskningsprojekt uppskattats varje år sedan utbrottet startade 2018 i ett 10 x 10 mil stort studieområde i Småland genom analys av barkprover från dödade träd. Förökningsframgången har minskat sedan starten av utbrottet: 2018 var den drygt 5 döttrar/hona, 2019 drygt 2 döttrar/hona och under 2020 knappt 0,7 döttrar/hona (Schroeder & Fritscher 2021). Under 2021 ökade förökningsframgången dock till 2 döttrar per hona (13 %) (Schroeder 2022).

Från och med 2020 uppskattades även förökningsframgången för Värmland och Uppland/Västmanland. Detta för att få en geografisk spridning på uppskattningarna. Under 2020 var förökningsframgången 0,8 döttrar per hona (12 – 15 %) för både Värmland och Uppland/Västmanland medan motsvarande värden för 2021 var 0,9 döttrar (10 %) respektive 1,1 döttrar per hona (24 %) (Schroeder 2022).

En osäkerhetsfaktor är hur representativa förökningsframgången i de tre studerade regionerna är för utbrottsområdet i stort. Jag har valt att i de följande beräkningarna använda mig av ett medeltal mellan Småland och de två regionerna i Svealand, dvs. 1,5 döttrar per hona.

Andel av den nya generationen som dör fram till våren 2022

En del av den nya generationen dör av naturliga orsaker under vintern. För de som valt att övervintra under barken på angripna stående träd är dödligheten låg, uppskattningsvis högst 10 %, medan den är ca 40 % för de som övervintrar i marken (Schroeder 2021b, Weslien och Schroeder 2021). Antaget att 40 % övervintrar under barken (stor variation mellan olika undersökningar) och resten i marken landar vinterdödligheten på ca 30 %.

Till detta kommer de granbarkborrar som oskadliggörs genom avverkning av angripna träd. Enligt SLU's provyteinventering var 20 % av den totala angripna volymen under 2021 avverkad vid inventeringen på hösten 2021 (motsvarande siffra för hösten 2020 var 25 %) (Wulff & Roberge 2021). Dessutom uppskattades att drygt 60 % av volymen som dödades 2020 fortfarande fanns kvar i skogen hösten 2021. Baserat på detta kan det antas att endast en liten del av den totala dödade volymen avverkades när metoden är som mest effektiv (dvs. innan barkborrarna utvecklats till adulter) och mindre än hälften medan metoden har någon effekt på barkborrarna (dvs. innan de börjar svärma på våren). Vid avverkningar under vintern kan bekämpningseffekten variera från 10 – 40 % beroende på hur många barkborrar som redan lämnat träden och hur mycket bark som blir kvar i skogen (Weslien & Schroeder 2021).

Vädrets inverkan

Hur varm sommaren blir kommer vara avgörande för hur stora skadorna blir under 2022. Temperaturen under sommaren påverkar granbarkborrens potential att döda träd både direkt och indirekt. Det senare via trädens motståndskraft som redan avhandlats ovan (dvs. en varm och torr sommar ökar risken för att träden stressas). Temperaturens direkta inverkan påverkar både granbarkborrens fenologi och troligen även hur effektiva de är att övervinna trädens försvar.

Med fenologi avses här dels när föräldrardjuren lämnar sina först lagda kullar för att anlägga en (eller flera) syskonkullar och dels när den nya generationen är färdig. För det senare finns det modeller som baserat på ackumulerad temperatursumma (över en viss minimitemperatur) från svärmningsstart förutsäger när den nya generationen granbarkborrar är färdigutvecklad (inklusive mognadsgnag) i olika delar av Sverige (Fritscher & Schroeder, opublicerat). Ju tidigare detta inträffar ju större andel av den nya generationen kommer att vara reproduktiva och därmed angripa träd samma sommar istället för att vänta till nästa år (Fritscher & Schroeder,

opublicerat) vilket därmed ökar risken för skador. Experiment har visat att huruvida den nya generationen av granbarkborrar är reproduktiva, eller i reproduktiv diapaus, huvudsakligen styrs av dagslängden när de är färdigutvecklade (Schroeder & Dalin 2017).

När det gäller syskonkullar har man i experiment där man odlat granbarkborre i stamsektioner visat att 90 % av föräldrardjuren lämnar sin första kull för att anlägga en syskonkull (Anderbrant m.fl. 1985). Hur lång tid det tar från det initiala angreppet tills föräldrardjuren lämnar styrs också av temperaturen. Dessutom påverkas det av angreppstätheten (Anderbrandt m.fl. 1985). Ju varmare sommar, och ju högre angreppstäthet, ju snabbare lämnar föräldrardjuren för att anlägga en eller flera syskonkullar.

Dessutom är det troligt att granbarkborrens förmåga att övervinna trädens försvar ökar under riktigt varma dagar. En tysk studie visade att de dagliga fångsterna i feromonbetade fällor ökade kraftigt när maxtemperaturen låg mellan 22 - 25°C för att därefter ligga på en hög nivå (Hinze m.fl. 2020). Detsamma bör gälla under den tidiga fasen för träd under angrepp då de först angripande barkborrarna börjat avge feromoner. Ju snabbare denna process är, ju svårare bör träden ha att mobilisera sitt inducerade försvar.

Sammanfattningsvis innebär ovanstående att under varma somrar kommer en högre andel av föräldrardjuren försöka anlägga syskonkullar (en eller flera), en högre andel av den nya generationen angripa träd samma sommar som de utvecklats och barkborrarna bli förmodligen mer effektiva i att övervinna trädens försvar. Tillsammans innebär detta då också att den dödade volymen riskerar att bli större.

Komplicerade samband gör det svårt att ställa upp scenarier

Ovan har betydelsen av trädens motståndskraft, granbarkborrens populationstäthet och sommarens väder för risken för skador diskuterats var för sig. I verkligheten är det ett komplicerat samspel mellan alla dessa faktorer som avgör hur stora skadorna blir under en given sommar. Som exempel kan nämnas att om populationstätheten är riktigt hög så spelar trädens motståndskraft mindre roll och även helt friska träd kan dödas. Om däremot populationstätheten är lägre så blir trädens motståndskraft mer avgörande för hur lyckosamma angreppen på stående träd blir. På samma sätt avgörs hur lyckosamma angrepp av syskonkullar och den nya generationen blir av både populationstäthet och trädens motståndskraft. Till detta kommer också att trädens motståndskraft, populationstätheten och

vädret varierar över ett så stort utbrottsområde som Götaland och Svealand. Detta innebär att beräkningarna nedan till stor del baserar sig på gissningar.

Beräkningar

I det följande beräknas först en s.k. teoretisk volym som kan angripas om granbarkborrarna skulle vara hundra procentigt effektiva (dvs. alla lyckas döda träd) under huvudsvärmningen. Därefter använder jag en korrektionsfaktor, som baserar sig på utfallet från tidigare år, för att kompensera för att en del dör fram till våren, att inte alla sedan lyckas angripa träd, att en del av föräldradjuren angriper nya träd där de producerar syskonkullar och att en del av den nya generationen förökar sig samma sommar. Eftersom den dödade volymen granskog fördelar sig ganska jämnt mellan Götaland (3,9 miljoner m³) och Svealand (4,3 miljoner m³) skiljer jag inte på landsdelarna i det följande (Wulff & Roberge 2021).

Teoretisk volym som kan angripas under 2022

Första steget är att multiplicera volymen som granbarkborrarna förökade sig i Götaland och Svealand under 2021 med förökningsframgången för 2021. Jag har då valt att använda förökningsframgången 1,5 döttrar per hona (se ovan).

$$8,2 \text{ miljoner m}^3 \times 1,5 = 12,3 \text{ miljoner m}^3.$$

Korrektionsfaktor

Korrektionsfaktorn räknas ut på följande sätt:

Volymen dödad av granbarkborre år n+1 dividerad med (volymen koloniserad av granbarkborre år n multiplicerad med förökningsframgången för granbarkborren år n)

För 2018 kan ingen korrektionsfaktor beräknas eftersom vi inte har någon siffra på volymen angripet under 2017 eller förökningsframgången i dessa träd. Den kan dock antas ha varit riktigt hög.

Under 2019 blev korrektionsfaktorn 0,39 (3,5 miljoner m³ dödad volym 2018 x 5,1 (förökningsframgång 2018) = teoretisk volym 17,9 miljoner m³; Faktiskt utfall 2019: ca 7 miljoner m³ dödat; 7 dividerat med 17,9 = korrektionsfaktor 0,39). Korrektionsfaktorn är extra osäker för detta år eftersom ingen systematisk uppskattning av dödad volym genomfördes för

Svealand under 2018 och förökningsframgången bara uppskattades för Småland under 2018. Använder därför inte denna korrektionsfaktor nedan.

Under 2020 blev korrektionsfaktorn 0,49 (ca 7 miljoner m³ dödad volym 2019 x 2,3 (förökningsframgång 2019) = teoretisk volym 16,1 miljoner m³; Faktiskt utfall 2020: 7,9 miljoner m³ angripet; 7,9 dividerat med 16,1 = korrektionsfaktor 0,49).

Under 2021 blev korrektionsfaktorn 0,91 (ca 7,9 miljoner m³ angripen volym 2020 x 0,8 (förökningsframgång 2020) = teoretisk volym 6,3 miljoner m³; Faktiskt utfall 2021: 8,2 miljoner m³ angripet; dock måste denna siffra korrigeras ned med 30 % eftersom angreppstätheten under 2021 var 30 % lägre än under 2020. $0,7 \times 8,2 = 5,7$ miljoner m³ dividerat med 6,3 miljoner m³ = korrektionsfaktor 0,91). En faktor som troligen bidragit till att korrektionsfaktorn var betydligt högre under 2021 jämfört med under 2020 är den varma sommaren 2021 (se avsnitt om vädrets inverkan ovan). Det kan ju förstås inte heller uteslutas att missvisande indata till beräkningen påverkat resultatet. Exempel på detta skulle kunna vara om den uppskattade förökningsframgången för 2020 inte var representativ för hela utbrottsområdet (dvs. om den i verkligheten var högre) eller om de verkliga volymerna dödad skog avvek från de uppskattade volymerna.

Medeltalet för korrektionsfaktorn från tidigare data från utbrottet efter stormen Gudrun och utbrotten i mellannorrland är 0,44 (varierade mellan 0,21 – 1,14).

Den stora spridningen för de uträknade korrektionsfaktorerna innebär förstås att osäkerheten är stor för nedanstående scenarier.

Scenarier för 2022

I nedanstående scenarier antas att utbrottsområdet är ungefär detsamma under 2022 som under tidigare år med en tyngdpunkt av skadorna i de östra delarna av Götaland och Svealand. Observera att nedanstående scenarier antager samma angreppstäthet som under 2021. Om angreppstätheten blir högre får volymerna korrigeras ned på motsvarande sätt.

Sommar motsvarande 2020

0,49 (korrektionsfaktor) x 12,3 (teoretisk volym) = 6,0 miljoner m³.

Sommar motsvarande 2021

$0,91$ (korrektionsfaktor) \times $12,3$ (teoretisk volym) = $11,2$ miljoner m^3 .

Sommar motsvarande 2018

En upprepning av sommaren 2018 skulle högst sannolikt leda till större skador än scenariot sommar motsvarande 2021. Men det är svårbedömt hur mycket större skadorna skulle bli. Både juni och juli var riktigt varma månader under 2021. Juni 2021 var en av de varmaste som uppmätts för Sverige (varmare än juni 2018) och temperaturöverskottet var som störst i de östra delarna av Götaland och Svealand där den största delen av den dödade volymen fanns under 2021 (SMHI 2021a). Juli 2021 var också en av de varmare som uppmätts och bara något svalare än 2018 som är den varmaste juli som någonsin uppmätts (SMHI 2021b). Dessutom var båda månaderna under 2021 också nederbördsfattigare än normalt i delar av utbrottsområdet även om det inte blev lika torrt som under 2018. Så frågan är hur mycket mer skador en upprepning av den torra sommaren 2018 skulle leda till?

Sval och blöt sommar

En sval och blöt sommar kan antas minska volymen dödad skog ytterligare jämfört med scenariot sommar motsvarande 2020. Dock innebär den höga populationstätheten att man ändå kan förvänta sig betydande volymer av dödad skog även om det blir en sval och blöt sommar.

Inverkan av stormarna under januari 2022

Södra Sverige drabbades av flera stormar under januari 2022 och då särskilt av stormen Malik 31 januari. I en inventering utförd av Södra Skogsägarna uppskattas den stormfällda volymen i Götaland till $2,2$ miljoner m^3 med tyngdpunkten i de östra delarna av landet (Södra Skogsägarna 2022), som också är hårdast drabbade av granbarkborren. Beroende på hur mycket av volymen som utgörs av gran, och hur stor del av denna volym som ligger kvar i skogen när granbarkborrarna börjar svärma, så kan volymen angripen stående skog komma att minska en del. Dock är det inte så att granbarkborrarna först kommer angripa vindfällena och först därefter stående träd, utan bägge typerna av substrat kommer att angripas samtidigt under huvudsvärmingen.

Hur lyckades jag med mina scenarier för 2021

Det kan ju vara intressant i sammanhanget och utvärdera hur väl scenarierna överensstämde med den faktiska skadenivån i förra årets scenarioanalys (Schroeder 2021a).

För scenariot normal sommar uppskattades 3 miljoner m³ bli dödat under 2021 för Götaland plus Svealand.

För scenariot 2018 års sommar landade volymen på 6,3 miljoner m³ dödat under 2021.

Detta skall jämföras med den av SLU uppskattade volymen på 8,2 miljoner m³ (relativt medelfel 21 %) (Wulff och Roberge 2021). Dock är då ingen hänsyn tagen till att angreppstätheten under 2021 sjönk med 30 % jämfört med under 2020. Med hänsyn tagen till den lägre angreppstätheten blir då volymen 5,7 miljoner m³ att jämföra med scenarierna ovan.

Referenser

Anderbrant, O., Schlyter, F., Birgersson, G. (1985). Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos*, 89-98.

Hinze, J., John, R. (2020). Effects of heat on the dispersal performance of *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology* 144, 144-151.

Schroeder M (2020) Scenarier för volymer granbarkborredödad skog sommaren 2020. Arbetsrapport, Institutionen för Ekologi, SLU, 2020-02-03.

Schroeder M (2021a) Scenarier för volymer granbarkborredödad skog sommaren 2021. Arbetsrapport, Institutionen för Ekologi, SLU, 2021-01-18.

Schroeder M (2021b) Effektiviteten av Sök och Plock utförd under höst och vinter – en uppdatering. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi.

Schroeder M (2022) Granbarkborrens förökningsframgång i dödade träd under sommaren 2021 i sydöstra Småland, Värmland och Uppland/Västmanland. Arbetsrapport, Institutionen för Ekologi, SLU.

Schroeder, M., Dalin, P. (2017). Differences in photoperiod-induced diapause plasticity among different populations of the bark beetle *Ips typographus* and its predator *Thanasimus formicarius*. *Agricultural and Forest Entomology* 19, 146-153.

Schroeder M & Fritscher D (2020) Granbarkborrens förökningsframgång i dödade träd under sommaren 2020 i sydöstra Småland, Värmland och Uppland/Västmanland. Arbetsrapport, Institutionen för Ekologi, SLU.

SMHI 2021a. SMHIs månadsbeskrivning för juni 2021.

<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/manadens-vader-i-sverige/juni-2021-rekordvarm-junimanad-i-sydost-1.173425>.

SMHI 2021b. SMHIs månadsbeskrivning för juli 2021.

<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/manadens-vader-i-sverige/juli-2021-varma-luftmassor-dominerade-men-kyligare-avslut-1.173427>

Södra Skogsägarna 2022. Södras inventering efter stormarna klar – så stora är skogsskadorna i Götaland. Nyhet 17 februari 2022.

Weslien J & Schroeder M (2021) Effekt på granbarkborren och dess fiender vid vinteravverkning av dödade granar. Slutrapport från projekt ”Effekt av sök och plock vinter” på granbarkborren och dess fiender under bark”.

Wilcke et al. (2020) The extremely warm summer of 2018 in Sweden – set in a historical context. *Earth Syst. Dynam.*, 11, 1107–1121.

Wulff S & Roberge C (2020) Inventering av granbarkborreangrepp i Götaland och Svealand 2020. Institutionen för Skoglig Resurshushållning, SLU.

Wulff, S & Roberge C (2021) [Inventering av granbarkborreangrepp i Götaland och Svealand 2021](#). Institutionen för skoglig resurshushållning. 2021-11-24.