

ARBETSRAPPORT 1151-2023

Granbarkborren och dess fienders övervintring i stående träd vintern 2021/2022

Jan Weslien, Olle Rosenberg, Skogforsk

Martin Schroeder, SLU



Provtagning av granbarkborreangripna träd. Foto Olle Rosenberg.

Innehåll

Innehåll	2
Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Inledning	5
Metod	6
Resultat och diskussion	7
Slutsatser	10
Litteratur	11
Bilaga 1	12
Bilaga 2	13
Bilaga 3	14



skogforsk

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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 27 januari 2023 av Erik Ling, Programchef och Line Djupström, Bitr. programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 22 februari 2023.

Redaktör: Mats Ostelius, mats.ostelius@skogforsk.se
©Skogforsk 2023 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport är ett samarbete mellan Skogforsk och SLU. Kontaktuppgifter till författarna: jan.weslien@skogforsk.se, olle.rosenberg@skogforsk.se och martin.schroeder@slu.se. Den är finansierad av Skogsstyrelsen genom samverkansprojektet ”Stoppa Borrarna” och av EU genom Jordbruksverket (Landsbygdsprogrammet projekt id 2020–940). Omfattande fält- eller laboratoriejobb har gjorts av Michael Krook, Skogforsk samt Oliver Moren James och Matilda Karlsson, SLU. Kartan över odlingszoner är publicerad med tillstånd av Riksförbundet Svensk Trädgård. Tips och kartor på möjliga platser för provtagning har fått av Holmen Skog, Sveaskog, Stora Enso, SCA, Gysinge Skogar och Mellanskog. Till alla framförs härmed ett varmt tack.

Uppsala februari 2023

Jan Weslien, Olle Rosenberg och Martin Schroeder

Summary

The spruce bark beetle, *Ips typographus*, overwinters either in the bark of the trees where they have developed or in the ground around the base of the trees. Previous studies show that just under half of the bark beetles overwinter in the bark of killed trees in the southern Sweden, while further north this proportion is much lower. The lower proportion in the north than in the south is likely an adaptation to the colder winters in the north where the bark beetles risk freezing to death if they do not leave the trees. There has previously been a lack of data on the proportion of overwintering spruce bark beetles in bark for large parts of mid-Sweden.

In this study, bark samples were taken in 10 areas from south to north. As an indicator of how cold the winters are, cultivation zones according to The Swedish Horticultural Society were used. The goal was to investigate the variation between areas and trees in the proportion of spruce bark beetles that overwinter in the bark and what factors that can explain this variation. This is important to know when assessing the control effect of harvesting bark beetle attacked trees during the winter. In addition, the density of spruce bark beetles and their enemies at different heights of the tree was investigated to estimate how bark sampling at the standard height of 4 m reflects insect densities throughout the tree. On each tree (n=134), a bark sample at 4 m height was taken, and two additional bark samples were taken on about every third tree (n=48), at 37.5 per cent and 62.5 per cent of the total height of the tree.

On average, 53 per cent of spruce bark beetles overwintered in bark at 4 m height. The proportion of overwintering spruce bark beetles in bark declined along the trunk from 4 m and upwards and the mean estimated value per tree was 43 per cent, i.e., 10 percentage units lower than the in the bark sample at 4 m. There were clear differences for several other variables between bark samples at different heights. The number of spruce bark beetles produced per m², the reproduction rate of the spruce bark beetle, as well as the density of larvae of long-legged flies (*Medetera spp.*) decreased with increasing height. The density of parasitic wasps and cocoons was higher further up the stem than at 4 m. More than 40 per cent of the variation in the proportion of overwintering spruce bark beetles in bark at 4 m could be explained by four variables. By far the most important variable was bark thickness, which alone explained 23 per cent of the variation. The thicker the bark, the higher the percentage of overwintering in bark. Trees with brown crowns (indicator of early attack) had a lower proportion than trees that still had green needles (late attack). Trees in edges bordering to open area (almost always a clear-cut) had a lower proportion of overwintering spruce bark beetles in the bark than trees inside stands. Trees in cultivation zones with cold winters (zones VI and VII) had a lower proportion of spruce bark beetles overwintering in bark than trees in cultivation zones II-IV (southern and central Sweden). There were no differences in the mean proportion of overwintering spruce bark beetles in bark between cultivation zones II, III and IV where the current outbreak of the spruce bark beetle is ongoing.

Sammanfattning

Granbarkborren övervintrar antingen i barken i de träd de har utvecklats i, eller i förnan kring stambasen av träden. Tidigare studier visar att knappt hälften av barkborrarna övervintrar under bark i dödade träd i Småland, medan i norra Svealand och Norrland så är denna andel betydligt lägre. Den lägre andelen i norr är sannolikt en anpassning till de kallare vintrarna där barkborrarna riskerar att frysa ihjäl om de inte lämnar träden. Det har tidigare saknats data på andelen övervintrande granbarkborrar i bark för stora delar av Svealand.

I denna studie togs barkprover från träd inom 10 områden från södra Götaland till mellersta Norrland. Som en indikator på hur kärt vinterklimatet är användes odlingszon, enligt Riksförbundet Svensk Trädgård. Målet var att undersöka variationen mellan träd och områden i andelen granbarkborrar som övervintrar i barken samt vilka faktorer som kan förklara denna variation. Detta är viktigt att veta när man bedömer bekämpningseffekten av att avverka angripna träd under vintern. Dessutom undersöktes tätheten av granbarkborrar och deras fiender på olika höjder av trädet för att därmed kunna uppskatta hur barkprovtagning på standardhöjden 4 m avspeglar insektstätheter i hela trädet. På varje träd (n=134) togs ett barkprov på 4 m höjd. Ytterligare två barkprover togs på cirka vart tredje träd (n=48), på 37,5 procent och 62,5 procent av trädets totala höjd.

I medeltal övervintrade 53 procent av granbarkborrarna i bark vid 4 m höjd. Andelen övervintrande granbarkborrar i bark avtog längs stammen från 4 m och uppåt och det uppskattade medelvärdet per träd var, 43 procent, det vill säga 10 procentenheter lägre än vad barkprovet vid 4 m visade. Det fanns tydliga skillnader för flera andra variabler mellan barkprover på olika höjd. Antal producerade granbarkborrar per m², granbarkborrens förökningskvot samt tätheten av styltflugelarver sjönk med ökande höjd. Tätheten av parasitstekellarver och kokonger var högre längre upp på stammen än vid 4 m. Mer än 40 procent av variationen i andelen övervintrande granbarkborrar i bark vid 4 m kunde förklaras av fyra variabler. Den klart viktigaste variabeln var barktjocklek som ensam förklarade 23 procent av variationen. Ju tjockare bark desto högre andel övervintrande i bark. Träd med bruna kronor (indikation på tidigt angrepp) hade lägre andel övervintrande granbarkborrar än träd som fortfarande hade en del gröna barr (sena angrepp). Träd i kanter (nästan en hyggeskant) hade lägre andel övervintrande granbarkborrar i bark än träd inne i bestånd. Träd i odlingszon VI och VII (norra Värmland och Jämtland) hade lägre andel övervintrande granbarkborrar än träd i odlingszoner II-IV (Götaland och södra och mellersta Svealand). Det fanns inte några skillnader i andelen övervintrande granbarkborrar i bark mellan odlingszonerna II, III och IV där nuvarande utbrott av granbarkborre pågår.

Inledning

Den varma och torra sommaren 2018 initierade det hittills största kända utbrottet av granbarkborre (*Ips typographus*) som drabbat Sverige. Drygt 30 miljoner skogskubikmeter granskog uppskattas ha dödats i Götaland och Svealand under åren 2018 – 2022 (Schroeder & Kärveno 2022, Wulff & Roberge 2022), vilket motsvarar cirka en årsavverkning av gran i Götaland och Svealand (Skogsstyrelsen 2020). Den enda bekämpningsmetod mot granbarkborre som praktiseras i stor skala är avverkning och bortforsling av angripna träd ut ur skogen, med syftet att reducera nästa generation av barkborrar och att rädda virkesvärden. En stor del av avverkningarna görs under vintern då den nya generationen granbarkborrar antingen finns i marken eller i barken på de angripna träden. En avgörande faktor för att väsentligt kunna reducera antalet

granbarkborrar är hur många av den nya generationen som finns kvar i barken vid tidpunkten för avverkning, som forslas ut ur skogen och som därmed oskadliggörs.

Tidigare studier visar att knappt hälften av barkborrarna övervintrar under bark i dödade träd i Småland. I norra Svealand och Norrland är andelen betydligt lägre (se sammanställning av Schroeder 2021). Den lägre andelen i norr är sannolikt en anpassning till de kallare vintrarna där barkborrarna riskerar att frysa ihjäl om de inte lämnar träden. Det har tidigare saknats data på andelen övervintrande granbarkborrar i bark för stora delar av Svealand. Under vintern 2020/2021 undersökte Skogforsk och SLU hur stor andel som övervintrade i träden på fem platser från södra Götaland till norra Svealand (Weslien m. fl. 2022). I medeltal övervintrade 62 procent i barken och det fanns ingen tydlig nord-syd gradient inom detta område. Detta är en betydligt högre andel än i tidigare undersökningar. Fyra av de fem områdena var naturreservat med gamla träd. Alla barkprov togs på 4 m höjd (en standard som av praktiska skäl tillämpats i flera undersökningar). Det finns dock indikationer på att andelen granbarkborrar som övervintrar i barken minskar med minskande barktjocklek och med ökande höjd på trädet (Komonen m. fl. 2009, Weslien m. fl. 2022), vilket i så fall innebär att provtagning på 4 m överskattar andelen övervintrande per träd. Även granbarkborrens fiender, t.ex. parasitsteklar och styltflugor, kan påverkas av barktjockleken och uppvisa vertikala gradienter i täthet under bark. Man kan också misstänka att angreppstidpunkten har betydelse där granar angripna tidigt på säsongen har lägre andel övervintrande granbarkborrar än granar angripna senare på säsongen. Det finns alltså ett behov av att mer systematiskt undersöka vilka faktorer som påverkar tätheten av granbarkborren och dess fiender i barken under vintern samt andelen granbarkborrar som övervintrar i barken.

Målet med denna studie var främst att undersöka variationen mellan träd och områden när det gäller andelen granbarkborrar som övervintrar i barken, samt vilka faktorer som kan förklara denna variation. Utöver detta var målet att undersöka täthet av granbarkborrar och fiender på olika höjder av trädet, samt att uppskatta hur barkprovtagning på standardhöjden 4 m avspeglar insektstätheter i hela trädet.

Metod

Mellan 2 februari och 6 april 2022 togs barkprover (cirka 15 x 45 cm) på stående granar dödade av granbarkborren under 2021. Alla barkprover förvarades vid +4° C tills de analyserades löpande på laboratorium under tiden 4 februari – 21 juni 2022. Arean mättes (längd x bredd) på varje prov och antalet levande och döda aduler, modergångar och kläckhål av granbarkborre räknades. De ljusare ungskalbagarna skiljdes från de mörkare föräldradjuret. Andelen ungskalbaggar som övervintrade i barken beräknades med formeln $(\text{antal levande ungskalbaggar}) / (\text{antal levande ungskalbaggar} + \text{antal kläckhål})$, under antagandet att en ungskalbagge lämnade genom varje kläckhål. Dessutom räknades antalet andra insekter, däribland granbarkborrens fiender. Vi redovisar data endast för de mest frekventa artgrupperna, det vill säga styltflugelarver (*Medetera* spp), stjärtflugelarver (*Lonchaea* spp.), parasitstekellarver (överfamilj *Chalcidoidea*) och parsitstekelkokonger (familj *Braconidae*). Antal granbarkborrar, kläckhål av granbarkborre och fiender i varje prov räknades om till tätheter per kvadratmeter med ledning av barkprovets area.

Barkprover togs inom 10 områden (Bilaga 1). De nordligaste områdena provtogs sist, i slutet av mars och början på april. Alla områden var produktionsskogar, på bolagsmark eller rotposter köpta av skogsbolag eller skogsägareföreningar. I standardfallet togs barkprov i tre bestånd med 5 träd per bestånd i varje område, vilket gav totalt 147 provtagna träd (varav 13 träd exkluderades, se nedan). På varje träd togs ett barkprov på

4 m höjd och ytterligare två barkprover togs på cirka vart tredje träd (n=48), på 37,5 procent och 62,5 procent av trädets totala höjd. Som en indikator på hur kärvat vinterklimatet är användes odlingszon, enligt Riksförbundet Svensk Trädgård. Odlingszonen för varje plats bestämdes med hjälp av tjänsten: [Digitala zonkartan – hitta din odlingszon! – Riksförbundet Svensk Trädgård \(svensktradgard.se\)](#)

På varje provträd mättes höjd och brösthöjdsdiameter innan de fälldes. Trädets totalålder uppskattades genom att räkna årsringarna på stubben. Färg på kronan uppskattades i tre klasser: brun, brungrön eller grön. Efterhand visade det sig att det var för få gröna träd (n=7) för att möjliggöra en meningsfull analys av de tre färgklasserna. Därför slogs brungröna och gröna träd ihop till en klass (härefter benämnd brungröna/gröna träd). Trädets läge angavs, om det stod i en kant eller inne i bestånd. Vi undvek att ta prov från träd som var gränsfall; antingen stod provträdet längst ut mot öppen yta (nästan alltid ett hygge) eller också flera meter in i beståndet omgivet av många andra träd.

Vi eftersträvade att ta barkprover från ungefär lika många träd i varje kronfärgsklass, vilket innebär att stickprovet sannolikt inte är representativt för det verkliga förhållandet mellan bruna och brungröna/gröna träd. Provträden hade mer bark kvar än genomsnittet för träden i många av bestånden, men vi saknar data på den genomsnittliga andelen bark kvar per bestånd.

Efter att barkproven analyserats, exkluderades 13 träd. Sju av dessa därför att angreppen sannolikt var för gamla (det vill säga dödade redan 2020) och sex för att produktionen av granbarkborre vid 4 m bedömdes vara för låg (kläckhål + ungskalbaggar <10) för att ge bra värden på andel granbarkborrar som övervintrar i barken. Sammanlagt ingår alltså 134 granar i analyserna.

Medelvärden och medelfel beräknades för en rad granbarkborrevariabler: angreppstäthet (modergångar per m²), produktion (ungskalbaggar + kläckhål) per m², förökningskvot (döttrar per modergång) samt för täthet av vissa av granbarkborrens fiender i barken. Detta gjordes dels för 4-m-proverna (n=134) dels för vart och ett av proverna på de 48 träden med tre prover (n= 144). Med ledning av dessa två dataset analyserades hur representativa 4-m-proverna var för hela trädet (Bilaga 2).

Variationen i andel granbarkborrar som övervintrar under bark analyserades med variansanalys (4-m-proverna). Fyra variabler inkluderades i analyserna: 1) barktjocklek (mm), 2) kronans färg (två klasser, brun eller brungrön/grön), 3) om trädet stod i en kant eller inne i bestånd (två klasser) 4) odlingszon (enligt Riksförbundet Svensk Trädgård (fyra klasser, se Bilaga 1).

De 48 träden med tre prover på olika höjd analyserades för att se om det fanns skillnader inom trädet i produktion och förökning av granbarkborre, andel övervintrande granbarkborrar i bark samt tätheter av fiender.

Resultat och diskussion

Variation mellan träd

I medeltal övervintrade 53 procent av granbarkborrarna i bark vid 4 m höjd. Det var högre andel i brungröna och gröna träd än i bruna träd. Det var något högre produktion av granbarkborre, täthet av stjärtflugelarver och stjärtflugelarver i brungröna/gröna träd än i bruna träd. För övriga variabler var det små skillnader mellan dessa två kronfärgsklasser (Tabell 1).

För träden som stod inom nuvarande utbrottsområde (de två nordligaste områdena exkluderade) var medeltalet övervintrande granbarkborrar i bark 57 procent, vilket är

något lägre än medeltalet, 62 procent, från vår undersökning under vintern 2021 (Weslien m. fl. 2022) men högre än tidigare studier i Götaland (se Schroeder 2021). För södra och mellersta Svealand har det tidigare saknats data på andelen övervintrande granbarkborrar i bark. Våra två studier indikerar att andelen är ungefär lika hög inom det området som i Götaland.

Tabell 1 Medelvärden och medelfel för olika variabler. Barkprov på 4 m höjd över mark.

	Kronans färg		
	Brun	Brungrön/ grön	alla
Antal träd	68	66	134
Brösthöjdsdiameter (cm)	28,6±0,8	29,3±1,1	28,9±0,7
Barktjocklek prov (mm)	4,7±0,19	4,4±0,14	4,6±0,12
Bark kvar (%)	93±1,0	93±1,0	93±0,7
Andel granbarkborrar i bark (%)	47±3,0	60±3,2	53±2,3
Produktion, granbarkborrar per m ²	804±62	1068±71	936±49
Modergångar per m ²	283±14	312±17	296±11
Förökningskvot	1,6±0,15	2,0±0,17	1,8±0,12
<i>Medetera</i> spp. larver per m ²	183±24	290±34	241±21
Parasitsteklar (larv+kokong) per m ²	57±14	62±14	59±10
<i>Lonchaea</i> spp. larver per m ²	29±10	92±26	61±14

Mer än 40 procent av variationen i andelen övervintrande granbarkborrar i bark vid 4 m kunde förklaras av variablerna barktjocklek, kronans färg, odlingszon och om trädet stod i en kant eller i bestånd (regressionskoefficient $R^2=0,43$). Den klart viktigaste variabeln var barktjocklek som ensam förklarade 23 procent av variationen. Ju tjockare bark desto högre andel övervintrande i bark. Bruna träd hade lägre andel än gröna/brungröna träd. Kantträd hade lägre andel övervintrande i bark än träd inne i bestånd. Träd i odlingszon VI och VII (sammanslagna till VI+) hade lägre andel övervintrande i bark än träd i odlingszoner II-IV (Bilaga 3).

Barktjocklek vid 4 m höjd var positivt korrelerad med ålder på träden i denna studie ($R^2 = 0,16$, $p < 0,001$). Att bruna träd i denna studie hade lägre andel övervintrande granbarkborrar i bark än gröna/brungröna beror sannolikt på att de blev angripna tidigare på säsongen. I vår tidigare studie från 2021 (Weslien m. fl. 2022) var det dock ingen skillnad mellan bruna och brungröna/gröna i andelen övervintrande granbarkborrar, så sannolikt är kronans färg ingen stabil indikator på hur stor andel av granbarkbarrarna som finns kvar under bark. Att kantträd har lägre andel övervintrande granbarkborrar än träd inne i bestånd kan bero på varmare mikroklimat och därmed snabbare utvecklingshastighet i dessa än i träd inne i bestånd (och att kantträd i genomsnitt angrips tidigare på säsongen).

Inom odlingszoner II, III och IV (där nuvarande utbrott pågår), fanns ingen effekt av odlingszon, men de övriga 3 variablerna (barktjocklek, kant eller ej och färg på kronan) kunde förklara 29 procent av variationen i andel granbarkborrar som övervintrar i bark (SAS, GLM). Även för dessa träd var barktjocklek den viktigaste variabeln och sambandet mellan ålder och barktjocklek starkt signifikant. De 115 träden inom odlingszon II-IV fördelade sig enligt följande uppdelande på olika kategorier (4 m proverna). Träd som var 60 år och yngre hade i medeltal 51 procent ($n=61$) och träd äldre än 60 år ($n= 54$) 63 procent övervintrande granbarkborrar i bark. Träd som stod i hyggeskanter ($n= 45$) hade i medeltal 48 procent och träd som stod inne i bestånd hade 63 procent ($n= 69$) övervintrande granbarkborrar i bark. Bruna träd ($n= 50$) hade i medeltal 51 procent och gröna/brungröna träd ($N=65$) 61 procent övervintrande granbarkborrar i bark. Medelfelen är dock ganska stora och bland dessa parvisa jämförelser var det endast

jämförelsen hyggeskant-bestånd som var statistiskt signifikant (ej överlappande 95 procent konfidensintervall).

Vi gjorde en analys på alla barkprover tagna inom odlingszoner II-IV på 4 m höjd för 2021 (Weslien m. fl. 2022) och 2022 (denna studie). Totalt var det 117 träd från fem områden under 2020/2021 och 115 träd från 8 områden 2021/2022. Andelen övervintrande granbarkborrar i bark var 62 procent (medelfel 2,4) för 2020/2021 och 57 procent (medelfel 2,4) för 2021/2022. Motsvarande värden för barktjocklek var 5,1 mm (medelfel 0,3) och 4,5 mm (medelfel 0,12). I en variansanalys (SAS GLM) med andel övervintrande granbarkborrar i bark som responsvariabel och år (2021 eller 2022) och barktjocklek (mm) som förklarande variabler fanns ingen signifikant effekt av år men en starkt signifikant effekt av barktjocklek. Barktjocklek ensam förklarade 21 procent av variationen i materialet ($R^2=0,21$). När färg på kronan (brun eller brungrön/grön) lades till som förklarande variabel ökade förklaringsgraden endast marginellt ($R^2=0,23$). Nästan 80% av variationen i andel övervintrande granbarkborrar i bark förklaras alltså inte av barktjocklek så effekten är inte särskilt stark men det är den enda variabel som väsentligt kan förklara variationen över två år för 232 granar från 13 olika områden i odlingszoner II-IV.

Variation inom träd

Det fanns tydliga skillnader för flera variabler mellan barkprover på olika höjd. Andelen övervintrande granbarkborrar i bark, antal producerade granbarkborrar per m², förökningskvot samt tätheten av stultflugelarver sjönk med ökande höjd. Tätheten av parasitstekellarver och kokonger var högre längre upp på stammen än vid 4 m (Tabell 2). Eftersom barktjocklek var en så viktig förklarande variabel för variationen mellan träd i andelen övervintrande granbarkborrar (Bilaga 3), kan man anta att minskande barktjocklek med ökande höjd är en sannolik förklaring för det observerade mönstret för den variabeln inom träd (Tabell 2).

Tabell 2. Medelvärden och medelfel för 48 träd med tre prov. Med ledning av tätheter i de tre proverna per träd, mantelytan på varje sektion (representerat av ett barkprov) samt hur mycket bark som fanns kvar på varje sektion beräknades ett viktat värde per träd (se bilaga 2).

	48 träd med 3 prov			
	Prov 1 (4 m)	Prov 2 37,5 % av trädhöjd	Prov 3 62,5 % av trädhöjd	Viktat värde per träd
Diameter vid provstället (cm)	25±0,61	21±0,6	16±0,45	-
Barktjocklek (mm)	4,7±0,19	4,4±0,8	3,8±0,9	-
Bark kvar vid provstället (%)	96±1,5	94±1,6	94±1,8	-
Andel granbarkborrar i bark (%)	52±4,3	43±4,5	37±4,8	42±3,9
Produktion granbarkborrar per m ²	851±82	763±67	601±58	735±59
Modergångar per m ²	292±20	348±21	312±26	341±21
Förökningskvot	1,8±0,20	1,3±0,16	1,1±0,10	1,3±0,12
<i>Medetera</i> spp. larver per m ²	257±40	146±26	68±16	145±22
Parasitstekel (larver och kokonger per m ²)	79±16	112±24	116±28	105±17
<i>Lonchaea</i> spp. larver per m ²	47±13	49±14	104±38	63±16

Barkprov tagna på 4 m höjd kommer sannolikt att systematiskt överskatta andelen övervintrande granbarkborrar i barken. Det viktade värdet per träd för andelen övervintrande granbarkborrar i bark var 10 procentenheter lägre än värdet vid 4 m; 42 procent jämfört med 52 procent (Tabell 2, Bilaga 2). För träd inom odlingszoner II, III och IV (där nuvarande utbrott pågår) var det viktade värdet per träd för andelen övervintrande granbarkborrar i bark i medeltal 48 procent (medelfel 4,4 procent) jämfört med 56 procent (medelfel 4,7 procent) för proverna tagna på 4 m höjd (Bilaga 2).

Barkprov tagna på 4 m höjd kommer sannolikt också att överskatta tätheten av styltflugelarver per träd. Det viktade värdet per träd för tätheten av styltflugelarver var knappt 60 procent av det vid 4 m (Tabell 2).

Slutsatser

Denna studie ger delvis ny information om övervintring hos granbarkborren och dess fiender. Den ger tillsammans med vår tidigare studie (Weslien m. fl. 2022) en bättre bild än tidigare över variation mellan platser och år och vilka faktorer som påverkar denna variation. Detta kan vara viktigt för att kunna effektivisera bekämpningsarbetet. Andel granbarkborrar som övervintrar i träden är en viktig faktor när man försöker uppskatta effekten av en vinteravverkning (Weslien m. fl. 2022) och denna studie bidrar med nya data.

Den viktigaste slutsatsen av studien är att inom hela Götaland, samt södra och mellersta delarna av Svealand (odlingszoner II-IV) kan man förvänta sig att i genomsnitt knappt hälften av granbarkborrarna övervintrar i träden (viktade värden med hänsyn tagen till att andelen sjunker med ökad höjd på trädet, Bilaga 2).

Den starkast förklarande variabeln för variationen mellan träd i andelen övervintrande granbarkborrar i bark är barktjocklek. Detta kan vara en förklaring till varför andelen övervintrande barkborrar sjunker med ökad höjd över mark. Unga träd har i genomsnitt tunnare bark än gamla träd och därför i genomsnitt lägre andel granbarkborrar som övervintrar i barken. Andelen är också lägre i träd som står i hyggeskanter än i träd som står inne i bestånd, och i bruna jämfört med gröna/brungröna träd.

Enligt denna studie kan man alltså förvänta sig lägst reduktion av antalet granbarkborrar vid vinteravverkning av unga bruna träd i hyggeskanter och högst reduktion vid avverkning av gamla gröna/brungröna träd inne i bestånd. Men skillnaden i medelvärden i andelen övervintrande granbarkborrar mellan olika trädkategorier är ganska liten och variationen stor, så i praktiken är det sannolikt betydligt viktigare att det finns mycket bark kvar på träden vid avverkningstillfället och att barken inte skalas av under upparbetningen, vilket oftast är fallet då barken inte är frusen (Weslien m. fl. 2022).

Även om det inte finns några skillnader i andelen övervintrande granbarkborrar i bark mellan odlingszonerna II, III och IV så kan effektiviteten av vinteravverkning i genomsnitt vara högre i odlingszon IV än i de två övriga eftersom barken oftare är frusen där än i odlingszon II och III.

Slutligen så riskerar all avverkning att drabba styltflugor proportionellt hårdare än granbarkborrar. Avverkningar som inte motiveras av att rädda virkesvärden, och där effekten bedöms vara låg på reduktionen av granbarkborrar, bör därmed undvikas.

Litteratur

Komonen, A., Schroeder, L.M. & Weslien, J. 2011. *Ips typographus* population development after a severe storm in a nature reserve in southern Sweden. *Journal of Applied Entomology* 135: 132–141.

Schroeder, M. 2021. Effektiviteten av Sök och Plock utförd under höst och vinter – en uppdatering. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, Institutionen för ekologi, Uppsala. <https://pub.epsilon.slu.se/26947/>

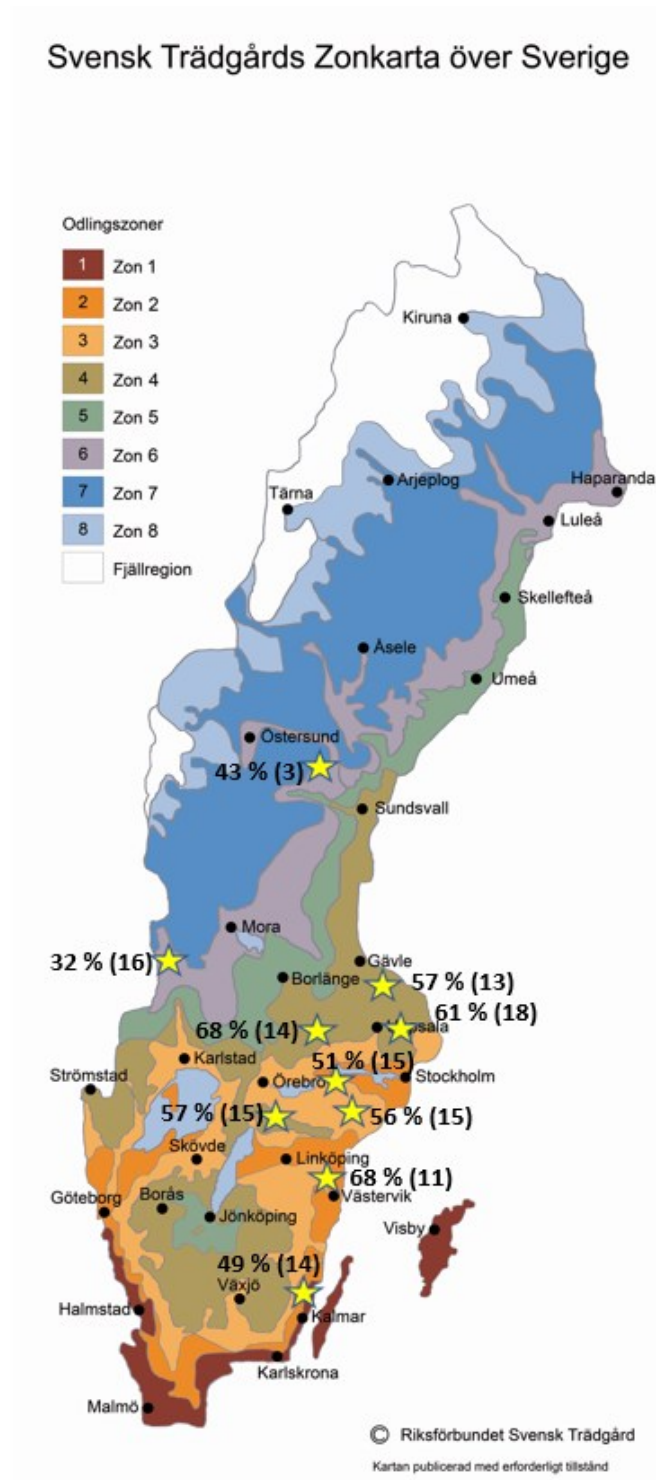
Schroeder M & Kärvemo S 2022. Rekordstort utbrott av granbarkborre – orsaker och vad man kan göra. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens TIDSKRIFT nr 7 2022.

Skogsstyrelsen 2020. Bruttoavverkning 2018 och preliminär statistik för 2019. Statistiska meddelanden, JO0312 SM 2001.

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

Wulff, S. & Roberge C. 2022. Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS) Inventering av granbarkborreangrepp i Götaland och Svealand 2022. Inst f Skoglig Resurshushållning, SLU, Umeå. 2022.12-06.

Bilaga 1



Tio områden där det togs barkprover (gula stjärnor) med medeltal för andel övervintrande granbarkborrar i bark vid 4 m höjd och, inom parentes, antal undersökta träd per område. Kartan visar odlingszoner enligt Riksförbundet Svensk Trädgård, med två områden inom zon II, två områden i zon III, fyra områden i zon IV och två områden i zon VI-VII.

Bilaga 2

Efter avverkning delades vart och ett av de 48 träden med tre barkprover upp i fyra lika långa sektioner från stubbe till topp (varje sektionens längd var 25 procent av trädhöjden). Sektionslängderna varierade mellan 4,8 och 8,5 m (medelvärde 6,2 m).

Barkprover togs cirka 4 m över stubben på första delen och nära mitten av sektionerna 2 och 3. Den fjärde sektionen (övre delen) provtogs inte eftersom dess bidrag till antalet granbarkborrar per träd bedömdes vara försumbar.

Vid beräkning av ytan för varje sektion (se nedan) subtraherades den första metern ovanför stubben från längden på den första sektionen eftersom denna nedre del i allmänhet inte hade någon produktion av granbarkborre.

För var och en av de 3 provtagna sektionerna beräknades den totala ytan genom att approximera varje sektion som en cylinder med en diameter uppmätt vid provpunkten. Provpunkten var nära mittpunkten för sektionerna 2 och 3 och vid cirka 4 m för sektion 1. 4-m-provet var beläget på varierande avstånd från mittpunkten i den första sektionen. Efter att ha subtraherat 1,0 m från sektion 1 (se ovan) låg provtagningspunkten inom 1,1 meter från mittpunkten för alla träd.

Tätheten av modergångar av granbarkborre och olika insektsgrupper per träd beräknades genom att vikta tätheter med ytan för varje trädsektion. Modergångstätheten (uppskattad i barkprovet) multiplicerades med sektionens mantelyta vilket resulterade i antal modergångar per sektion som sedan kunde räknas om till täthet per träd (totalt antal modergångar per träd/sammanlagda mantelytan av de tre sektionerna). För att få tätheter av olika levande insekter per träd (inklusive granbarkborre) multiplicerades det beräknade totala antalet insekter per sektion med andelen av sektionens yta täckt av bark. För att beräkna andel granbarkborrar som övervintrar i ett träd beräknades antal kläckhål och ungskalbaggar per sektion och multiplicerades med sektionens yta täckt av bark. Därefter kunde antal kläckhål och ungskalbaggar per sektion summeras till antal per träd och andelen kvar i bark per träd kunde beräknas.

- För de 48 träden blir medeltalet för andelen övervintrande granbarkborrar per träd 42 procent. Detta värde kan jämföras med medeltalet för 4-m-proverna på samma träd vilket var 52 procent. Medelvärdet för 4-m-proverna för de 48 träden är nära medelvärdet för samtliga 134 träd, 53 procent vilket indikerar att träden med 3 prover var representativa.
- För träden men tre barkprover i odlingszoner II-IV som innefattar nuvarande utbrottsområde var medeltalet för andelen övervintrande granbarkborrar i bark per träd 48 procent (n=38). Detta värde kan jämföras med 4-m-proverna på samma träd vilket var 56 procent. Medelvärdet för 4-m-proverna för de 38 träden är nära medelvärdet för samtliga 115 träd i odlingszoner II-IV, 57 procent vilket indikerar att även inom detta område var träden med 3 prover representativa.

Bilaga 3

Resultat av variansanalyser (SAS, GLM) för 4 m prover. Faktorer: barktjocklek (mm), kronans färg (brun eller grön/brungrön), trädet i kant (1) eller i bestånd (o) samt växtzon enligt bilaga 1. Responsvariabel: andel övervintrande granbarkborrar i bark, $R^2=0,43$

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
barktjocklek	1	1.95214285	1.95214285	45.05	<.0001
Färg två klasser	1	0.37413182	0.37413182	8.63	0.0039
Kant	1	0.39162246	0.39162246	9.04	0.0032
zon	3	0.46383156	0.15461052	3.57	0.0161

Parameter	Estimate		Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	-.0390279817	B	0.08653924	-0.45	0.6528
barktjocklek	0.0918812490	B	0.01368962	6.71	<.0001
Färg två klasser B	-.1167152051	B	0.03972239	-2.94	0.0039
Färg två klasser G	0.0000000000	B	.	.	.
Kant 0	0.1143728081	B	0.03804602	3.01	0.0032
Kant 1	0.0000000000	B	.	.	.
zon II	0.1946304057	B	0.06889749	2.82	0.0055
zon III	0.1563346391	B	0.06410688	2.44	0.0162
zon IV	0.1849145115	B	0.05872640	3.15	0.0021
zon VI+	0.0000000000	B	.	.	.