

ARBETSRAPPORT 1132–2022

Användning av skördardata för att beskriva och utvärdera granbarkborrebekämpning.

Jan Weslien, Fredrik Johansson och Oskar Gustavsson



Avverkning av granbarkborreangripen granskog. Foto Jan Weslien

Innehåll

Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Bakgrund	6
Metoder	7
Studieområden	7
Avverkade volymer och arealer	8
Barkborreskador året efter avverkning	8
Resultat och diskussion	10
Avverkade volymer och arealer	10
Barkborreskador året efter avverkning	14
Referenser	20
Bilaga	21



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 21 november 2022 av Erik Ling, Programchef.
Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 14 december 2022.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
©Skogforsk 2022 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport är finansierad av Skogsstyrelsen genom samverkansprojektet ”Stoppa Borrarna” och av EU genom Jordbruksverket (Landsbygdsprogrammet projekt id 2020–940). Södra Skogsägarna har gett oss tillgång till data. Ingemar Eriksson, Forbis AB, har hjälpt till att extrahera och formatera data. Olle Rosenberg, Skogforsk, Henrik Holmberg, Södra Skogsägarna och Martin Schroeder, SLU, har läst och kommenterat tidigare versioner av rapporten. Till alla framförs härmed ett varmt tack.

Summary

The use of harvester data to describe and evaluate spruce bark beetle control.

Data recorded in harvester computers from cuttings made by Södra Skogsägarna in southern Sweden were used to analyse the monthly distribution of volumes of harvested trees during the years 2019-2021.

Analyses were made of bark beetle damage around each area where attacked spruce trees had been cut. The analyses show that the larger the harvested area and the higher the proportion of bark beetle-attacked spruce trees, the higher the damage in the surrounding forest. The analyses also indicate that summer harvest of spruce trees attacked by bark beetles reduces damage in the vicinity compared with harvest during autumn, winter, and spring, and that damage is reduced if neighbouring healthy spruce trees are harvested at the same time as bark beetle attacked spruce trees.

A total of 897,000 cubic metres was cut, of which 53,000 were spruce trees attacked by bark beetles, probably almost all by the spruce bark beetle, *Ips typographus*. Among three areas the volume and proportion of attacked trees decreased in an east-west gradient. Of the total volume harvested, 48 percent was harvested in the East area, 36 percent in the Mid area, and 16 percent in the West area. The corresponding figures for the volume of spruce attacked by bark beetles were 79 percent, 15 percent and 6 percent, respectively. Seen over the entire period, approximately 40% of the total volume of trees attacked by bark beetles was harvested during April-August and about 60 percent during September-March.

Sammanfattning

Baserat på skördardata från avverkningar av Södra Skogsägarna i södra Sverige analyserades hur volymer av barkborreangripna granar fördelade sig månadsvis under åren 2019–2021.

Analysen gjordes över barkborreskadorna omkring varje trakt där man hade avverkat barkborreangripna granar. Analyserna visar att ju större avverkningstrakter och ju högre andel barkborreangripna granar som hade avverkats, desto större var barkborreskadorna i omgivande skog påföljande säsong. Analyserna ger också visst stöd åt att sommaravverkning av barkborreangripna granar ger lägre skador i omgivningen än avverkning under höst, vinter och vår samt att skadorna blir mindre om man avverkar också friska granar samtidigt som man avverkar barkborreangripna granar.

Totalt avverkadades 897 000 m³ varav 53 000 m³ var granar angripna av barkborrar, sannolikt nästan alla av granbarkborren, *Ips typographus*. Mellan tre områden (benämnda Öst, Mitt, Väst) varierade andel och volym av barkborreangripna granar och minskade i en öst-västlig gradient. Av total avverkad volym avverkadades 48 procent i område Öst, 36 procent i område Mitt, och 16 procent i område Väst. Motsvarande siffror för volym barkborreangripna granar var 79 procent, 15 procent, respektive 6 procent. Sett över hela perioden så avverkadades cirka 40 procent av den totala volymen barkborreangripna granar under april-augusti och cirka 60 procent under september-mars.

Bakgrund

Den varma och torra sommaren 2018 initierade det hittills största kända utbrottet av granbarkborre (*Ips typographus*) som drabbat Sverige. Uppskattningsvis 26 miljoner kubikmeter granskog har dödats i Götaland och Svealand under åren 2018 – 2021 (Schroeder & Kärvemo 2022). Den enda bekämpningsmetod mot granbarkborre som praktiseras i stor skala är avverkning, och bortforsling, av angripna träd ut ur skogen med syftet att reducera den nya generationen av barkborrar och att rädda virkesvärden. Det första syftet, att väsentligt reducera antalet granbarkborrar, kan uppnås om avverkningen utförs innan barkborrarna hunnit utvecklas färdigt eftersom larver och puppor inte överlever i bark som lossnar under upparbetning. En stor del av avverkningarna sker dock under påföljande höst och vinter, efter att barkborrarna utvecklats färdigt, och då är granbarkborrarnas överlevnad i lossnad bark hög (Weslien m. fl. 2022). Det finns få undersökningar som beskriver hur avverkade volymer av barkborreangripna granar fördelar sig tidsmässigt över året och inga som studerat betydelsen av avverknings-tidpunkten för risken för efterföljande angrepp i närheten.

Det finns flera faktorer som kan påverka hur effektivt det är att avverka granbarkborreangripna träd för att minska skadorna i närheten nästa år. En faktor kan vara avverkningstidpunkten då man troligen reducerar den lokala populationen effektivare vid sommaravverkning än vid avverkning under höst, vinter och vår (se ovan). En annan faktor är den lokala populationens storlek, det vill säga antalet angripna granar på en plats. På platser med få angripna granar är det sannolikt lägre risk att angreppen sprider sig nästa år än på platser med många angripna träd (Hedgren m.fl., Schroeder & Lindelöw 2002). En tredje faktor är hur många friska granar som man avverkar samtidigt med de barkborreangripna. Det sistnämnda är viktigt av två skäl: 1) ju fler friska granar som avverkas desto lägre är risken att skördarföraren lämnar angripna (ännu gröna) granar och 2) ju fler ej barkborreangripna granar som avverkas runt angripna granar desto längre blir avståndet från övervintringsplats till friska granar på våren då svärmningen startar (i extremfallet avverkas alla granar vilket kan medföra att det inte finns några granar kvar på tillräckligt nära avstånd att angripa). Enligt en tidigare undersökning, gjord i ett naturreservat i Tyskland, uppkom cirka 65 procent av nya angrepp inom 100 m och cirka 90 procent inom 200 m från fjolårets angrepp (Kautz m. fl. 2011).

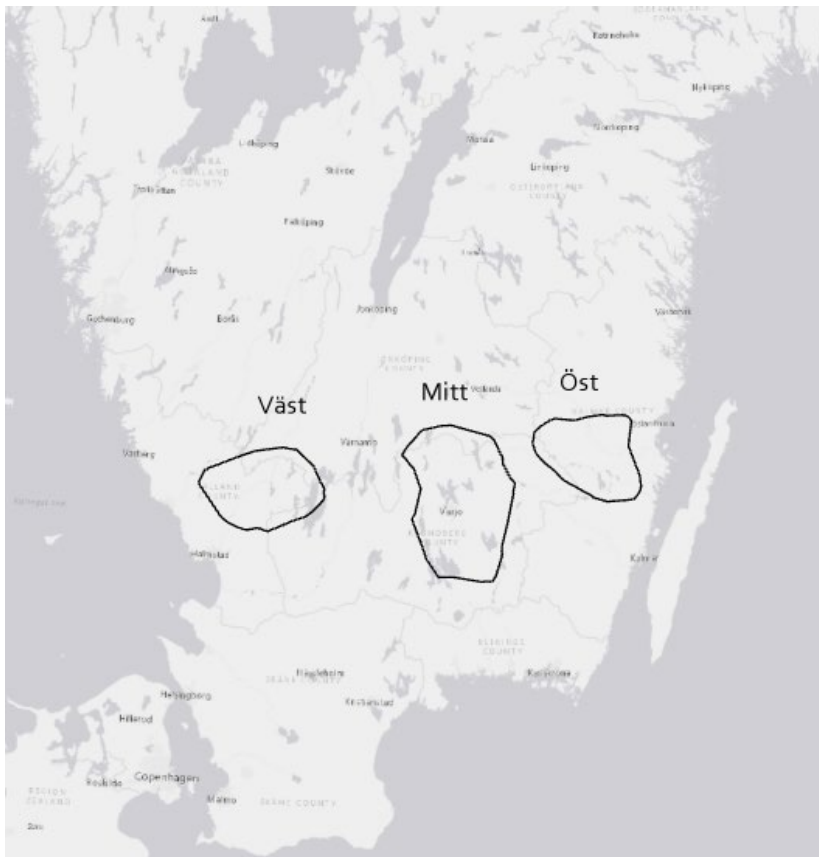
I denna studie beskriver vi hur avvercade volymer av barkborreangripna granar och andra träd fördelat sig månadsvis över tre år i tre områden i Södra Sverige. Vi utvärderar också möjligheten att med hjälp av skördardata relatera avverkningstraktens storlek, volymandelar av barkborreangripna och ej angripna granar samt avverkningstidpunktens betydelse till uppkomsten av påföljande angrepp i närliggande skogsbestånd.

Metoder

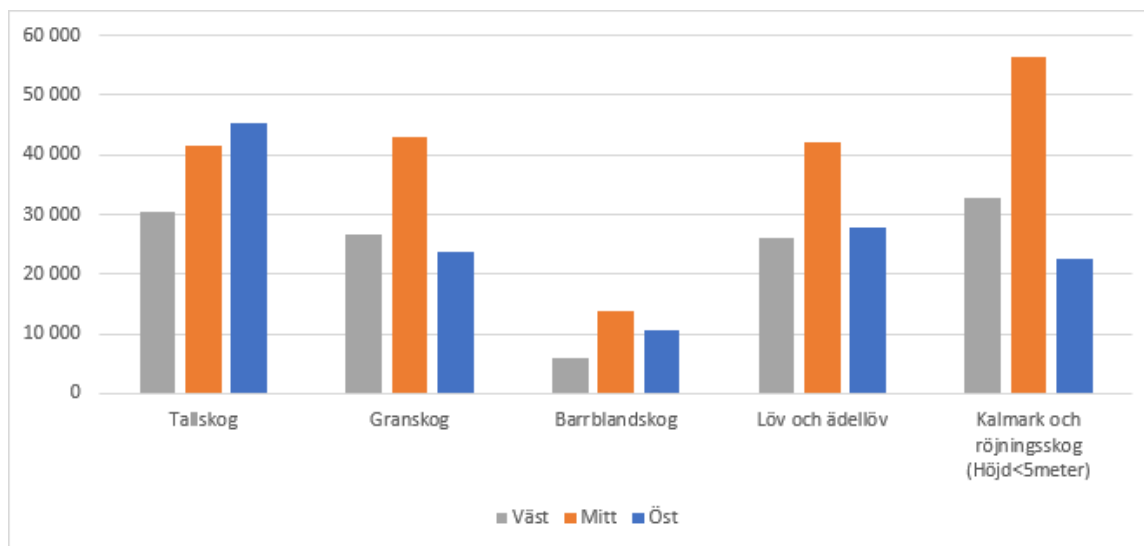
Studieområden

Vi använde skördardata från 51 skördare och 2564 avverkningstrakter där avverkningar utförts av Södra skogsägarna i tre områden under 2019–2021 (Figur 1). Med avverkningstrakt menas en arealbestämd yta inom vilken det avverkats träd genom slutavverkning, gallring eller plockhuggning. Skogsmarksarealen för respektive områden är beräknat med Nationella marktäckedata (www.naturvardsverket.se/verktyg-och-tjanster/kartor-och-karttjanster/nationella-marktackedata/). Figur 2 visar skogsmarkens fördelning på olika skogstyper för de tre områdena.

Södra skogsägarnas marknadsandel är 40–50 procent inom varje område. Virke som ej levererats till Södra Skogsägarna ingår inte i materialet. I materialet saknas också avverkade volymer som levererats till Södra Skogsägarna i form av leveransvirke från självverksamma skogsägare (ej avverkat av skördare). En liten del av insamlade skördardata har innehållit fel och ingår inte i analyserna.



Figur 1. Områdena som ingick i studien. Skogsmarksarealen för respektive område beräknades till: Väst 1 301 km², Mitt 1 969 km² och Öst 1 219 km² (Nationella marktäckedata).



Figur 2. Fördelning (hektar) av skogstyper för respektive område (Nationella marktäckedata).

Avverkade volymer och arealer

Data hämtades från sammanlagt 2 564 avverkningstrakter med en total areal av 3 623 ha och totalt 896 000 m³ avverkad volym. För varje trakt, baserat på skördardata, räknade vi ut total volym, volym frisk gran samt volym barkborreangripen gran (Tabell 1) fördelade på område, år och avverkningsmånad.

Tabell 1. Metodik för att beräkna volymer (m³) per sortiment baserat på skördardata

Storhet	Beräkningsmetod
Total volym	Summering av alla avverkade stockars volym
Volym frisk gran	Summering av stockars volym från alla träd som registrerats som gran av skördarföraren men som ej registrerats som barkborreangripen innan fällning eller ej haft någon stock som registrerats som barkborreskadat sortiment under upparbetningen.
Volym barkborredödad gran	Summering av stockars volym från alla granar som registrerats som barkborreangripna av skördarföraren innan fällning och därtill volymen på alla stockar från träd där minst en stock registrerats som barkborreskadat sortiment under upparbetningen (men där trädet ej registrerats som barkborreangripna av skördarföraren innan fällning).

Barkborreskador efter avverkning

Analyser gjordes över skador omkring varje trakt där man tidigare hade avverkat barkborreangripna granar. Vi använde två dataset:

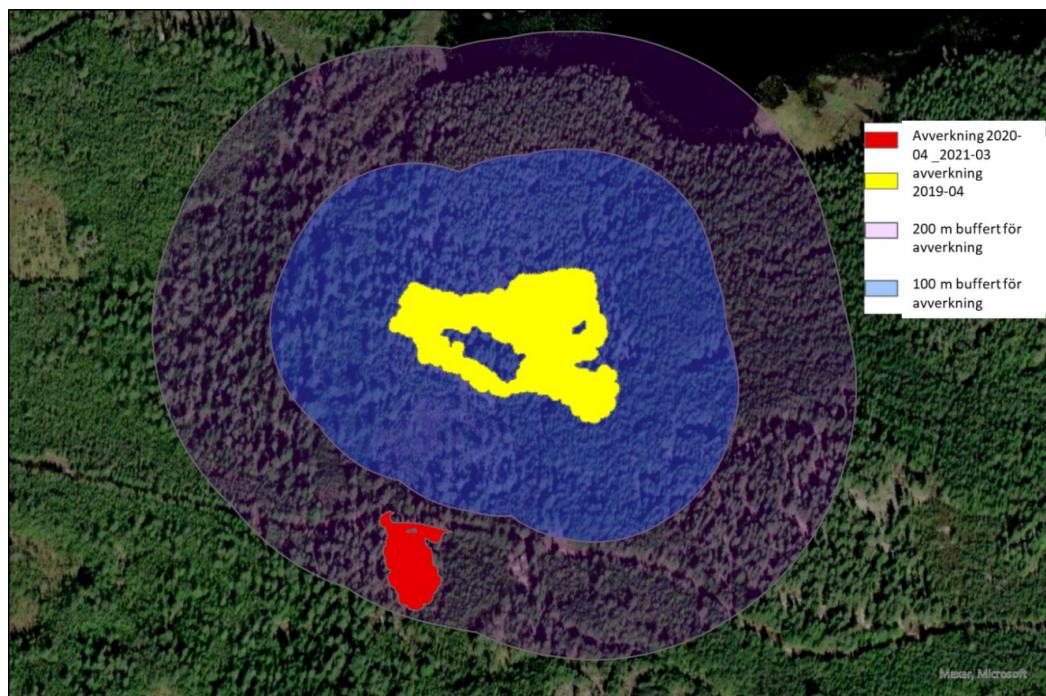
Dataset 1) Trakter där man avverkat barkborreangripna granar fr.om. april 2019 t.o.m. mars 2020 (period 1) och angränsande avverkningstrakter inom 100 m. resp. 200 m. (nedan kallad buffertzonen) där man avverkade träd fr.om. april 2020 t.o.m. mars 2021 (period 2). Se figur 3.

Dataset 2) Trakter där man avverkat barkborreangripna granar fr.om. april 2020 t.o.m. mars 2021 (period 1) och angränsande avverkningstrakter inom 100 m. resp. 200 m. där man avverkade träd fr.om. april 2021 t.o.m. dec 2021 (period 2). Se figur 3.

Dataset 1																							
Period 1												Period 2											
apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mar	apr	maj	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mar
2019												2020											
Dataset 2																							
Period 1												Period 2											
apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec			
2020												2021											

Figur 3. Det två dataseten bestående av skördardata från avverkningstrakter där barkborreangripna granar avverkades under period 1 och skördardata från avverkningar inom 100 och 200 m under period 2.

För varje dataset och avverkningsmånad under period 1, räknade vi ut hur stor volym granbarkborreangripna granar som avverkades inom 100 m resp. 200 m från traktens yttergräns under period 2 (det räckte med att buffertzonen yttergräns nuddade en närliggande avverkningstrakt för att hela trakten skulle räknas in i buffertzonen). Buffertzoner utan avverkningar inkluderades inte i analyserna. Vi testade också 300 m buffertzon men det visade sig att det gav för stora överlapp mellan olika avverkningstracters buffertzoner varvid volymer blev dubbelräknade. Figur 4 visar ett exempel från en avverkningstrakt med 100 m och 200 m buffertzon.



Figur 4. Exempel från en trakt som avverkades under april 2019 (gult område) med två zoner 100 m (blått område) och 200 (rosa område) från avverkningens yttre gräns. Rött område är en avverkning under perioden april 2020 - mars 2021.

I variansanalyser (SAS, GLM), analyserades inverkan av olika faktorer under period 1 på mängden barkborreskador i buffertzonen under period 2. Responsvariabeln var volym avverkad barborreangripen gran i buffertzonen under period 2 (m³f) och faktorerna under period 1 var: traktareal (hektar), volymandel barkborreangripen gran (volym barkborreangripen gran/total volym), volymandel frisk gran av gran (volym frisk gran/(volym frisk gran + volym barkborreangripen gran) samt avverkningsmånad. För att tillgodose krav på normalfördelning och homogena varianser så transformerades volymer ($\text{Log}^{10} y+1$) och volymandelar ($\text{arcus sinus } x$).

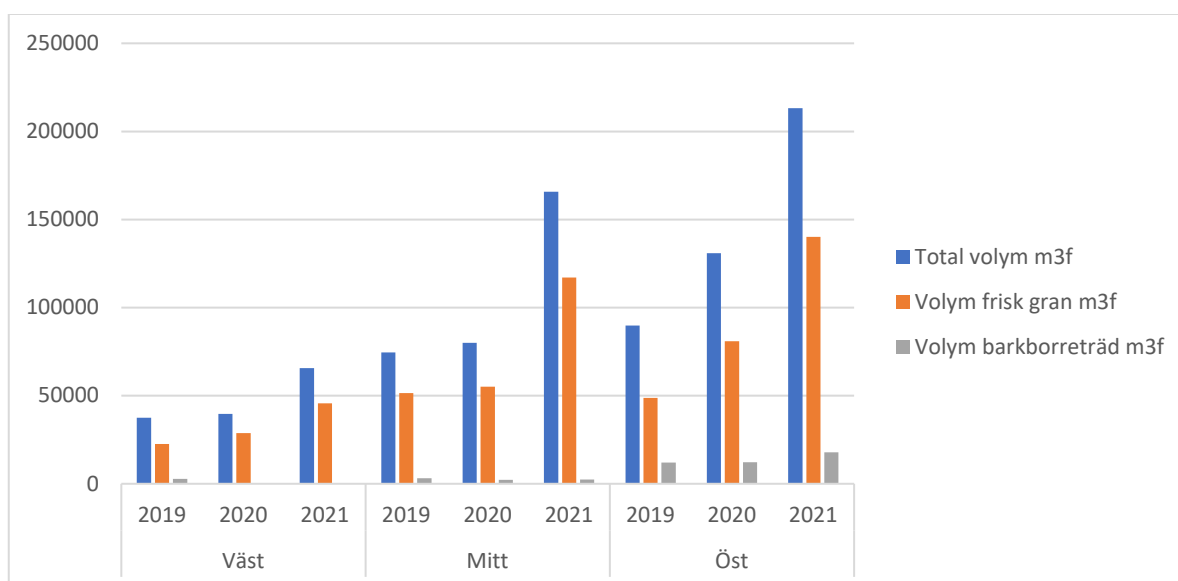
Resultat och diskussion

Avverkade volymer och arealer

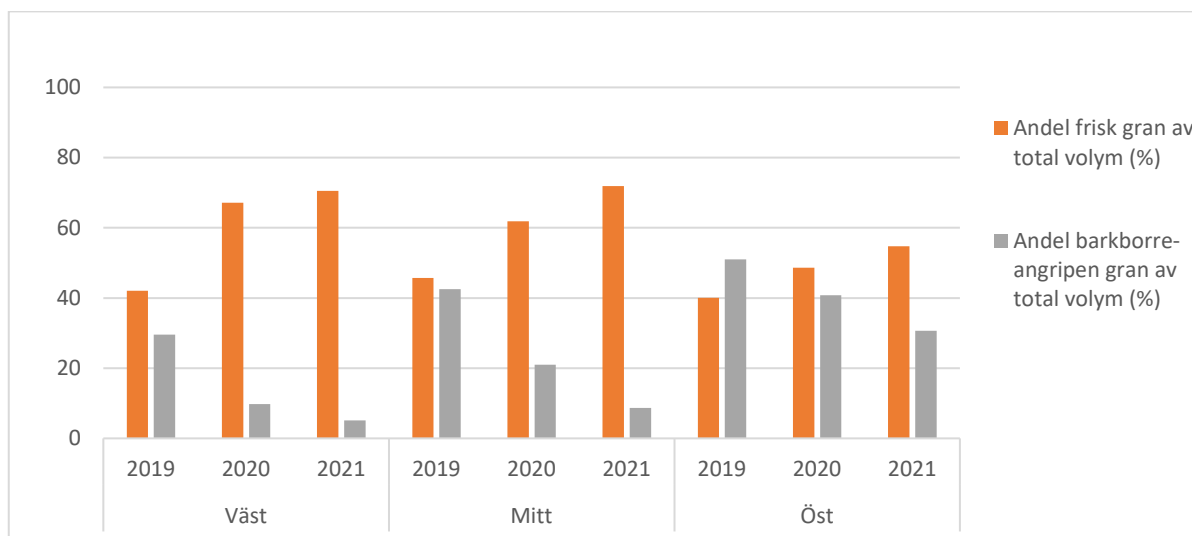
Det var betydligt högre volymer som avverkades i områden Mitt och Öst än område Väst (Figur 5). Av total avverkad volym avverkades 48 procent i område Öst, 36 procent i område Mitt, och 16 procent i område Väst. Motsvarande siffror för volym barborreangripna granar var 79 procent, 15 procent respektive 6 procent. Avverkning av barkborreangripna granar fördelade sig ganska jämt över årens månader. Ungefär 40 procent av den totala volymen avverkade barkborreangripna granar avverkades under april-augusti och cirka 60 procent under september-mars. En överblick av volymer och andelar av olika sortiment ges i figurer 5–8. Mer detaljerade siffror, innehållande totala volymer och arealer och medelvärde ± medelfel finns i Bilaga 1.

Andelen avverkade barkborreangripna granar av total avverkad volym var relativt låg över åren i alla områden (Figur 5, 7, Bilaga 1). Medeltalet för andelen barkborreangripna granar per avverkningstrakt där det avverkades barkborreangripna granar var betydligt högre (Figur 6, 8, Bilaga 1). Detta beror delvis på att alla trakter utan avverkade barkborreangripna granar inte ingår i medeltalen men till stor del också på att det var många små avverkningstrakter med hög andel barkborreangripna träd.

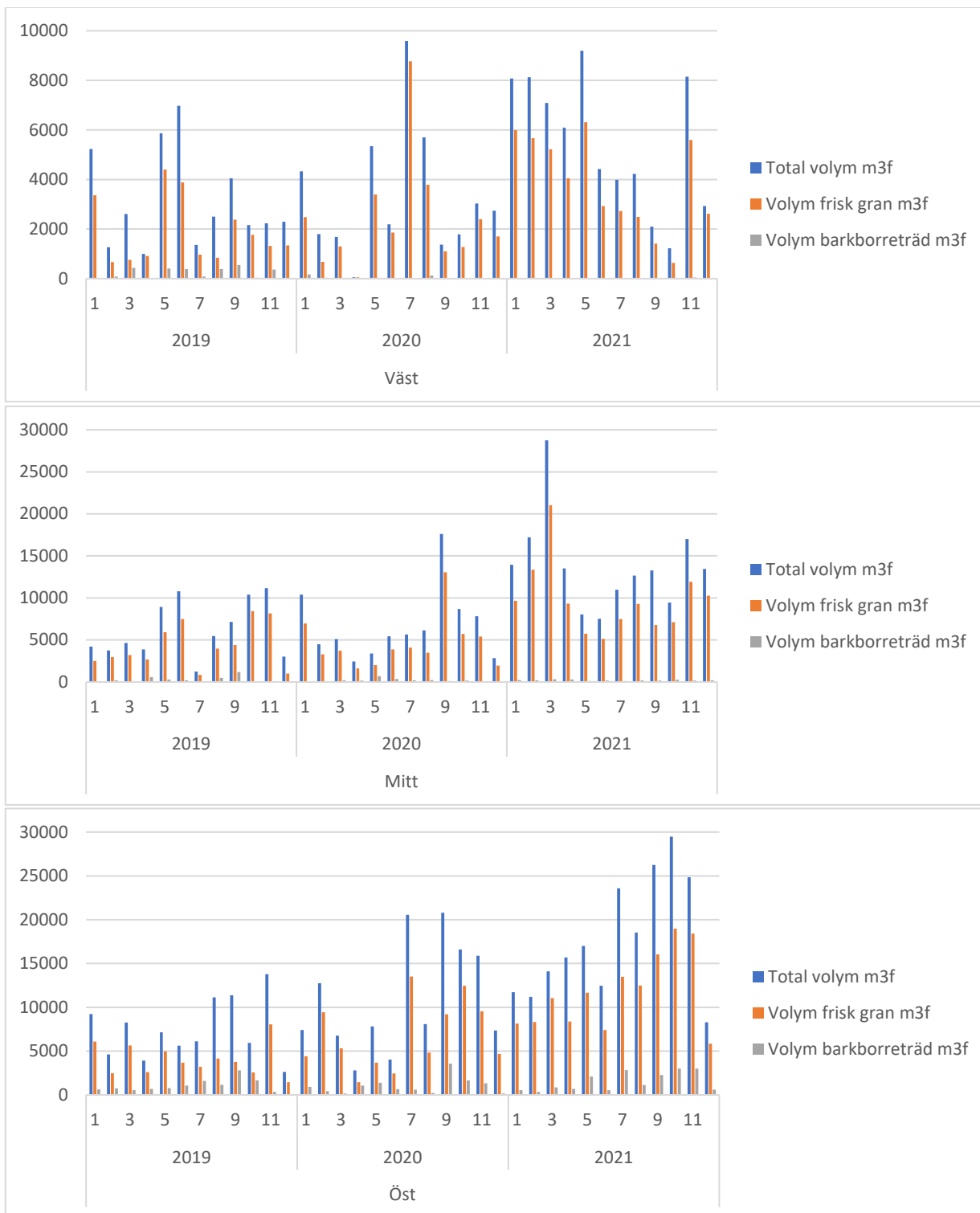
Den sammanlagda arealen av de avverkningstrakter där det avverkades barkborreangripna granar var 1822 ha. Dessa trakter var i genomsnitt cirka 1,4 hektar och det var små skillnader mellan områdena i avverkningstrakternas medelarea. Det fanns en tydlig trend i alla tre områden att arean ökade över tid med ett medelvärde på 0,9 hektar 2019 till 1,8 hektar 2021. De minsta trakterna varierade stort i volymandel barkborreangripna granar (Figur 9). För trakter mindre än ett hektar var medeltalet för volymandelen barkborreangripna granar 46 procent (medelfel 1,1 %).



Figur 5. Total avverkade volym, avverkad, volym frisk gran och avverkad volym barkborreangripen gran per område och år (1 jan. - 31 dec.) Samtliga avverkningstrakter.



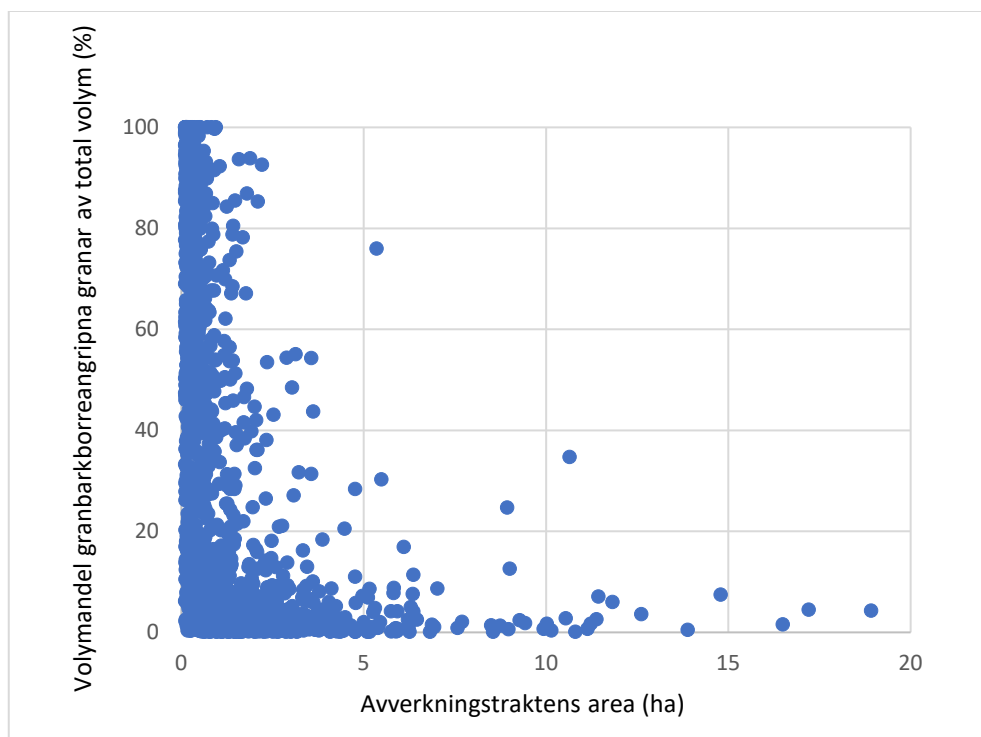
Figur 6. Andel av total avverkad volym för frisk gran och barkborreangripen gran. Medelvärden per område och år (1 jan -31 dec.). Endast avverkningstrakter där barkborreangripna granar avverkades.



Figur 7. Total avverkad volym, avverkad, volym frisk gran och avverkad volym barkborreangripen gran per område, år och månad. Samtliga avverkningstrakter. Observera y-axelns avvikande skala för område Väst.



Figur 8. Andel av total avverkad volym för frisk gran och barkborreangripen gran. Medelvärden per område, år och månad. Observera att det ingår endast avverkningstrakter där barkborreangripna granar avverkades och att ibland endast ett fåtal avverkningar förekom för vissa månader, särskilt i område Väst där det också saknades avverkningar med barkborreangripna granar för flera månader.



Figur 9. Fördelning av avverkningstrakter på areal och volymandel barkborreangripna granar av total avverkad volym. Endast avverkningstrakter där det avverkades barkborreangripna granar.

Studien omfattar endast platser där det avverkades träd. Studien ger således ingen information om barkborreskador på platser där det inte förekom avverkningar. Enligt Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS) hade, av granar angripna under sommaren 2021 i Götaland, 1,1 milj. m³sk av 3,9 milj. m³sk avverkats vid inventeringen hösten 2021 (Wullf & Roberge 2021). Alltså, drygt 70 procent av volymen årsangripna granar stod kvar vid inventeringstillfället. Vi vet inte hur representativa de tre områdena som ingick i vår studie är för Götaland i stort eller om andelen avverkade granbarkborreangripna granar är i nivå med NRS:s siffror.

Studien ger heller ingen information om när granarna blev angripna. Enligt Henrik Holmberg, Södra Skogsägarna (muntligt) är det sannolikt en relativt liten andel av den avverkade volymen under maj och juni som är angripna samma år. Merparten av avverkningarna under dessa månader var riktade mot skador från föregående år, med viss variation mellan åren. Riktade avverkningar mot årsangripna granar skedde i huvudsak under juli - september. Sett över alla år och regioner, så avverkades 40 procent av totala volymen avverkade barkborreangripna träd under juli-september (21 000 av 53 000 m³, bilaga 1).

Barkborreskador efter avverkning

Dataset 1) Under period 1, april 2019-mars 2020 avverkades 707 trakter. På 205 av dessa förekom avverkningar inom 100 m och på 246 förekom avverkningar inom 200 m under period 2, april 2020-mars 2021 (Tabell 2).

Dataset 2) Under period 1, april 2020-mars 2021 avverkades 836 trakter. På 168 av dessa förekom avverkningar inom 100 m och på 210 förekom avverkningar inom 200 m under period 2, april 2021-dec 2021 (Tabell 3).

Avverkningstrakterna under period 1 var mindre för dataset 1 (medelvärde 0,8 hektar) än dataset 2 (1,3 ha) och hade högre volymandel barkborreangripna granar (49%) än dataset 2 (30%), vilket stämmer med trenden för hela materialet 2019–2021. Skillnaderna mellan de två datasetens medelvärden för traktareal och volymandel barkborreangripna granar var starkt signifikanta ($p < 0,001$, t-test). Det var ganska stor skillnad mellan dataset 1 och dataset 2 i avverkad volym barkborreangripna granar under period 1 (medelvärde 45 m³f för dataset 1 och 31 m³f för dataset 2), men det var stor variation mellan trakter och skillnaden i var bara svagt signifikant ($p < 0,05$, t-test). Medelvärden per månad för dessa tre variabler ges i tabell 2 och 3.

Variansanalyser (SAS, GLM) utfördes för båda dataseten och båda buffertzoner med ”avverkad volym barkborreangripna granar i buffertzoner under period 2” som responsvariabel, nedan kallad ”*barkborreskadorna under period 2*”, (se tabell 4 och 5).

Först testades effekten av variablerna ”areal” och ”volymandel barkborreangripna granar”. För dataset 1 fanns det en svag effekt av både traktareal och volymandel barkborreangripna granar under period 1 på barkborreskadorna under period 2 i båda buffertzoner ($p < 0,05$). Ju större areal och ju högre volymandel barkborreangripna granar för avverkningar under period 1 desto mer barkborreskadorna under period 2 i buffertzoner. För dataset 2 fanns ingen effekt av traktareal men en stark effekt ($p < 0,001$) av volymandel barkborreangripna granar under period 1 (ju högre volymandel desto mer barkborreskadorna under period 2).

Variansanalyser gjordes sedan för båda dataseten med ”volymandel frisk gran av gran” under period 1” som förklarande variabel. För dataset 2 fanns en stark effekt ($p < 0,001$) på barkborreskadorna under period 2. Ju högre volymandel frisk gran som avverkades under period 1, desto mindre barkborreskadorna under period 2 i båda buffertzoner. För dataset 1 fanns en svag effekt ($p < 0,05$) för buffertzonen 200 m men ingen effekt för 100 m ($p > 0,1$).

Slutsatser: Resultaten av variansanalyserna indikerar att risken för påföljande angrepp är störst runt stora avverkningstrakter med hög andel barkborreangripna granar. Detta är ett förväntat resultat då den lokala populationen av granbarkborrar sannolikt är stor på sådana platser eftersom många granbarkborrar blir kvar på platsen efter avverkning i marken och i lossnad bark (Weslien m. fl. 2022). Resultaten indikerar också att risken för barkborreskadorna blir mindre om man avverkar också friska granar samtidigt som man avverkar barkborreangripna granar i ett bestånd. Detta stämmer med nuvarande rekommendationer men det har saknats tidigare undersökningar (se kapitel ”Bakgrund”).

Tabell 2. Dataset 1. Månadsvärden för antal avverkningstrakter (n), medelvärden \pm medelfel för avverkade volymer barkborreangripna granar, volymandel barkborreangripna granar och avverkningstraktens areal under period 1, april 2019 - mars 2020 samt andel av avverkningstrakterna med avverkning i buffertzoner under period 2 april 2020 - mars 2021. (endast trakter det avverkades barkborreangripna granar).

			Avverkning april 2019-mars 2020				
år	mån.	n	Avverkad volym barkborreangripna granar (m ³ f)	Volymandel barkborreangripna granar (%)	Areal (hektar)	andel med avverkning under period 2 (%)	
						100 m	200 m
2019	April	83	64 \pm 12	52 \pm 3,2	0,7 \pm 0,1	17	23
2019	Maj	91	39 \pm 9,0	43 \pm 3,7	0,9 \pm 0,1	44	51
2019	Juni	47	51 \pm 9,1	52 \pm 5,3	0,9 \pm 0,2	32	43
2019	Juli	32	64 \pm 30	61 \pm 6,7	1,1 \pm 0,4	28	34
2019	Aug.	69	39 \pm 5,7	57 \pm 4,1	0,7 \pm 0,4	29	30
2019	Sept.	115	56 \pm 6,7	58 \pm 3,1	0,7 \pm 0,1	25	30
2019	Okt.	100	48 \pm 7,9	53 \pm 3,1	0,6 \pm 0,1	33	40
2019	Nov.	54	32 \pm 5,8	42 \pm 4,5	1,2 \pm 0,4	24	31
2019	Dec.	9	13 \pm 5,3	40 \pm 12	0,5 \pm 0,2	33	33
2020	Jan.	30	47 \pm 11	49 \pm 6,2	1,0 \pm 0,3	43	50
2020	Febr.	41	17 \pm 2,3	39 \pm 6,1	0,7 \pm 0,2	22	27
2020	Mars	36	17 \pm 2,9	15 \pm 3,6	1,7 \pm 0,3	17	25

Tabell 3. Dataset 2. Månadsvärden för antal avverkningstrakter (n), medelvärden \pm medelfel för avverkade volymer barkborreangripna granar, volymandel barkborreangripna granar och avverkningstraktens areal under period 1, april 2020-mars 2021 samt andel av avverkningstrakterna med avverkning i buffertzoner under period 2, april-december 2021. (endast trakter det avverkades barkborreangripna granar).

Avverkning april 2020 - mars 2021							
år	mån.	n	Avverkad volym barkborreangripna granar (m ³ f)	Volymandel barkborreangripna granar (%)	Areal (hektar)	andel med avverkning under period 2 (%)	
						100 m	200 m
2020	April	64	34 \pm 6,7	29 \pm 3,8	0,7 \pm 0,1	36	39
2020	Maj	120	30 \pm 4,2	50 \pm 3,0	0,7 \pm 0,1	32	36
2020	Juni	90	18 \pm 2,8	35 \pm 3,3	0,6 \pm 0,1	12	20
2020	Juli	31	32 \pm 11	27 \pm 5,9	1,8 \pm 0,5	10	16
2020	Aug.	56	30 \pm 9	20 \pm 3,1	2,1 \pm 0,7	18	21
2020	Sept.	124	42 \pm 4,9	42 \pm 2,9	1,2 \pm 0,2	31	36
2020	Okt.	83	39 \pm 7,9	21 \pm 3,2	1,5 \pm 0,2	20	28
2020	Nov.	77	48 \pm 15	32 \pm 3,5	1,0 \pm 0,3	18	19
2020	Dec.	48	13 \pm 2,9	17 \pm 4,5	1,7 \pm 0,2	8	10
2021	Jan.	43	22 \pm 3,3	28 \pm 5,4	1,5 \pm 0,2	7	14
2021	Febr.	48	12 \pm 2,4	12 \pm 3,4	1,7 \pm 0,3	6	13
2021	Mars	52	23 \pm 5,0	10 \pm 2,9	2,3 \pm 0,4	8	13

För båda dataseten så hade avverkningar utförda under juli, period 1, minst barkborreskadorna under period 2 i buffertzonerna men antalet avverkningar per månad varierade stort (Tabell 4, 5). Fördelningen av avverkade volymer under period 2 medgav inte att utföra en parametrisk variansanalys av typen ovan (SAS, GLM) för att testa om avverkningsmånad under period 1 hade någon effekt på barkborreskadorna under period 2 i buffertzonerna.

I stället gjordes en icke-parametrisk variansanalys (Kruskall-Wallis). Dunn´s test med Bonfferonis korrektion användes sedan vid 11 parvisa jämförelser där den avverkningsmånad med lägst medelrankningssumma sattes som referens (juli 2019, augusti 2020) och som alla andra månader jämfördes mot (Tabell 4, 5).

Tabell 4. Dataset 1. Antal trakter där det avverkades barkborreangripna granar period 1, april 2019 - mars 2020, och där det utfördes avverkningar inom 100 m och 200 m under period 2, april 2020 - mars 2021, samt medelvärden och medianvärden för avverkad volym barkborreangripna granar under period 2. Den månad med lägsta medelrankningssumma i Kruskall-Wallis test sattes som referens och som alla andra månader jämfördes med. *P <0,05 (Dunn´s test med Bonfferoni korrektion, jämförelse med referensmånad juli)

Avverkning april 2019- mars 2020		Avverkningar inom buffertzon 100m och 200 m april 2020-mars 2021					
år	mån.	n		Medelvärde och medelfel för avverkad volym barkborreangripna granar (m³f)		Medianvärde för avverkad volym barkborreangripna granar (m³f)	
		100 m	200 m	100 m	200 m	100 m	200 m
2019	April	14	19	7,3±5,4	23±14	0,1	1,1
2019	Maj	40	46	21±5,1	38±6,4	6,9	25*
2019	Juni	15	20	12±6,5	19±8,5	0	0,1
2019	Juli	9	11	4,2±3,8	5,6±3,1	0 ref	0,3 ref
2019	Aug.	20	21	31±10	62±17,6	8,2*	18*
2019	Sept.	29	34	25±6,9	39±6,4	11*	32*
2019	Okt.	33	40	21±4,3	48±9,9	17*	23*
2019	Nov.	13	17	6,8±3,3	10±4,1	1,9	2,9
2019	Dec.	3	3	29±28	29±28	0,1	0,6
2020	Jan.	13	15	38±13	56±15	13*	50*
2020	Febr.	9	11	13±6,4	32±14	3,1	7,5*
2020	Mars	6	9	15±8,8	21±8,9	3,0	0,2

Tabell 5. Dataset 2. Antal trakter där det avverkadades barkborreangripna granar period 1, april 2020 - mars 2021, och där det utfördes avverkningsarbeten inom 100 m och 200 m underperiod 2, april - december 2021, samt medelvärden och medianvärden för avverkad volym barkborreangripna granar under period 2. Den månad med lägsta medelrankningssumma i Kruskal-Wallis test sattes som referens och som alla andra månader jämfördes med. *P <0,05 (Dunn's test med Bonferroni korrektion, jämförelse med referensmånad augusti)

Avverkning april 2020- mars 2021		Avverkningar inom buffertzonen 100 m och 200 m april - dec 2021					
år	mån.	n		Medelvärde och medelfel för avverkad volym barkborreangripna granar (m ³ f)		Medianvärde för avverkad volym barkborreangripna granar (m ³ f)	
		100 m	200 m	100 m	200 m	100 m	200 m
2020	April	23	25	41±15	101±23	13*	90*
2020	Maj	38	43	19±4,7	43±9,1	8,5*	17*
2020	Juni	11	18	7,9±4,3	8,9±3,2	2,3	2,1
2020	Juli	3	5	4,5±4,4	2,7±2,7	0,1	0,4
2020	Aug.	10	12	5,8±3,9	5,9±3,3	0 ref	0,4 ref
2020	Sept.	38	45	37±8,3	76±15	13*	38*
2020	Okt.	17	23	25±8,1	23±7,2	8,8	12
2020	Nov.	14	15	24±10	58±15	4,0	28*
2020	Dec.	4	5	5,4±1,8	9,3±4,0	6,6	6,2
2021	Jan.	3	6	3,4±1,9	3,4±1,4	3,6	3,7
2021	Febr.	3	6	13±8,7	6,4±4,8	8,8	0,7
2021	Mars	4	7	73±39	92±51	34*	34*

För båda dataseten och buffertzonen hade variabeln "avverkningsmånad" en stark effekt ($p < 0,001$) på barkborreskadorna under period 2 i buffertzonen. Vid de 11 parvisa jämförelserna i dataset 1, var det statistiskt signifikant skillnad ($p < 0,05$) mellan referensmånad juli och 4 andra månader för 100 m buffertzonen och 6 andra månader för 200 m buffertzonen (Tabell 4). Motsvarande siffror för dataset 2 med augusti som referensmånad var 4 resp. 5 månader (Tabell 5). Att det skiljde mellan dataseten (åren) i vilka avverkningsmånader under period 1 som hade lägst barkborreskadorna under period 2 i buffertzonen (juni - juli för 2019 och juli-augusti för 2020) kan bero på skillnader i det tidsmässiga svärmningsförloppet. Enligt Skogsstyrelsens och Södra Skogsägarnas svärmningsövervakning för Götaland inträffade huvudsvärmningen tidigare år 2019 (april-maj) än år 2020 (maj-juni).

Slutsatser: Resultaten av analyserna ger visst stöd åt att sommaravverkning av barkborreangripna granar ger lägre påföljande skador i närheten än avverkning under

höst, vinter och vår. Resultatet är logiskt, eftersom det är endast under sommaren som man har möjlighet att avverka nyangripna granar, men bör tolkas försiktigt av flera skäl. Det var ganska få observationer för vissa månader vilket medför osäkerhet i skattningarna. Vi vet heller inte när granarna blev angripna, hur mycket äldre granskog som fanns i buffertzonerna eller skadornas omfattning där det inte avverkades träd. Det finns alltså ett behov av experiment där man testar skarpa hypoteser rörande granbarkborrebekämpning under olika tidsperioder.

Referenser

- Hedgren, P.-O., Schroeder, L.M. & Weslien, J. 2003. Tree killing by *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at stand edges with and without colonized felled spruce trees. *Agricultural and Forest Entomology* (2003)5, 67-74.
- Kautz, M., Dworschak, K., Gruppe, A. & Schopf, R. 2011. Quantifying spatio-temporal dispersion of bark beetles in epidemic and endemic conditions. *Forest ecology and management*, 262: 598-608.
- Schroeder M & Lindelöw, Å. 2002. Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col.: Scolytidae) following a storm-felling: A comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and forest entomology* 4: 47-56.
- Schroeder M & Kärvelo S 2022. Rekordstort utbrott av granbarkborre – orsaker och vad man kan göra. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift nr 7 2022*: 16-19.
- 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. 2021. Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS) Inventering av granbarkborreangrepp i Götaland och Svealand 2021. *Inst f Skoglig Resurshushållning, SLU, Umeå. Arbetsrapport 534*.

Bilaga 1

Medelvärde, medelfel och summa för olika variabler uppdelade på olika kategorier.

antal trakter	variabel	medelvärde	medelfel	Summa
2573	Volym total (m ³ f)	348,56	10,97	896 840
	Volym frisk gran (m ³ f)	229,60	8,14	590 764
	Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	20,64	0,99	53 113
	Area (ha)	1,41	0,04	3 624
	Volymandel barkborreangripen gran (%)	16,09	0,57	–

A) Uppdelat på områden

Område	antal trakter	variabel	Medel-värde	Medel-fel	summa
Väst	457	Volym total (m ³ f)	312,46	22,01	142 792
		Volym frisk gran (m ³ f)	212,43	19,36	97 079
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	7,06	1,62	3 227
		Area (ha)	1,38	0,07	629
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	20,19	2,87	–
Mitt	965	Volym total (m ³ f)	331,92	14,42	320 305
		Volym frisk gran (m ³ f)	231,86	10,77	223 745
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	8,04	0,79	7 754
		Area (ha)	1,40	0,06	1 350
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	8,55	0,69	8 250
Öst	1151	Volym total (m ³ f)	376,84	19,45	433 743
		Volym frisk gran (m ³ f)	234,53	13,81	269 940
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	36,60	1,91	4 2131
		Area (ha)	1,43	0,07	1 645
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	27,29	1,00	–

B) Uppdelat på avverkningsår

år	antal trakter	variabel	Medelvärde	Medelfel	summa
2019	744	Volym total (m ³ f)	271,39	13,47	201 915
		Volym frisk gran (m ³ f)	165,13	9,56	122 860
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	24,12	2,21	17 945
		Area (ha)	1,06	0,05	790
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	21,24	1,19	–
2020	730	Volym total (m ³ f)	343,07	22,86	250 439
		Volym frisk gran (m ³ f)	226,00	17,16	164 978
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	20,27	1,57	14 800
		Area (ha)	1,41	0,08	1 028
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	18,34	1,09	–
2021	1099	Volym total (m ³ f)	404,45	18,44	444 486
		Volym frisk gran (m ³ f)	275,64	13,68	302 926
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	18,53	1,43	20 368
		Area (ha)	1,64	0,07	1 806
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	11,10	0,75	–

C) Uppdelat på avverkningsmånad

Månad	antal trakter	Variabel	medelvärde	medelfel	summa
jan	188	Volym total (m ³ f)	396,35	32,49	74 514
		Volym frisk gran (m ³ f)	263,81	22,92	49 597
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	13,63	2,39	2 562
		Area (ha)	1,63	0,12	306
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	10,56	1,80	–
feb	177	Volym total (m ³ f)	368,58	38,44	65 239
		Volym frisk gran (m ³ f)	264,87	30,54	46 883
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	11,40	1,74	2 018
		Area (ha)	1,41	0,13	249

		Volymandel barkborreangripen gran (%)	14,13	2,22	–
mars	185	Volym total (m ³ f)	426,99	39,30	78 994
		Volym frisk gran (m ³ f)	309,58	31,96	57 272
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	13,92	2,30	2 574
		Area (ha)	1,65	0,14	304
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	6,79	1,25	–
april	184	Volym total (m ³ f)	268,40	32,38	4 9385
		Volym frisk gran (m ³ f)	168,81	21,43	31 062
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	19,01	3,40	3 498
		Area (ha)	1,15	0,11	212
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	14,37	1,89	–
maj	262	Volym total (m ³ f)	277,61	24,84	72 734
		Volym frisk gran (m ³ f)	183,46	17,47	48 067
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	22,05	3,32	5 777
		Area (ha)	1,21	0,10	318
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	19,49	1,91	–
juni	211	Volym total (m ³ f)	281,59	32,72	59 415
		Volym frisk gran (m ³ f)	183,42	22,09	38702
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	16,06	2,68	3 389
		Area (ha)	1,21	0,14	256
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	15,53	1,88	–
juli	171	Volym total (m ³ f)	485,53	78,21	83 025
		Volym frisk gran (m ³ f)	322,28	60,40	55 110
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	31,61	7,30	5 405
		Area (ha)	1,98	0,26	339
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	15,21	2,46	–
aug	253	Volym total (m ³ f)	294,23	30,20	74 441
		Volym frisk gran (m ³ f)	179,19	21,85	45 336

		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	15,40	2,21	3 896
		Area (ha)	1,32	0,12	333
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	15,04	1,77	–
sept	340	Volym total (m ³ f)	305,80	32,47	103 970
		Volym frisk gran (m ³ f)	170,96	22,54	58 128
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	31,56	3,04	10 730
		Area (ha)	1,21	0,12	410
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	27,32	1,85	–
okt	252	Volym total (m ³ f)	340,12	31,07	85 711
		Volym frisk gran (m ³ f)	233,80	23,85	58 918
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	26,99	3,24	6 802
		Area (ha)	1,34	0,10	337
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	22,06	2,13	–
nov	230	Volym total (m ³ f)	451,76	40,38	103 905
		Volym frisk gran (m ³ f)	307,83	30,02	70 801
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	23,31	3,74	5 362
		Area (ha)	1,65	0,13	379
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	11,66	1,41	–
dec	120	Volym total (m ³ f)	379,22	36,83	45 506
		Volym frisk gran (m ³ f)	257,40	28,64	30 888
		Volym barkborreangripen gran (m ³ f)	9,17	2,31	1 100
		Area (ha)	1,49	0,12	178
		Volymandel barkborreangripen gran (%)	5,74	1,52	–