



Nationell Riktad Skadeinventering (NRS)
**INVENTERING AV
GRANBARKBORREANGREPP
I GÖTALAND OCH
SVEALAND 2022**

Sören Wulff, Cornelia Roberge

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för skoglig resurshushållning
Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning,
543 ISBN: 1401-1204
Umeå: 2022



INVENTERING AV GRANBARKBORREANGREPP I GÖTALAND OCH SVEALAND 2022

Wulff. Sören, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning,

Roberge Cornelia, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning,

Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning
Utgivningsår:	2022
Utgivningsort:	Umeå
Omslagsbild:	Sören Wulff
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning
Delnummer i serien:	543
ISSN:	1401-1204
Nyckelord:	Granbarkborre, skogsskador, skogsskadeinventering, NRS.

© 2022 Wulff Sören och Roberge Cornelia

Detta verk är licensierat under CC BY 4.0, andra licenser eller upphovsrätt kan gälla för illustrationer.

Sammanfattning

Under hösten 2022 har SLU, på uppdrag av Skogsstyrelsen, genomfört en stickprovsinventering av skador på skog från granbarkborreangrepp inom programmet Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS). Totalt inventerades 1268 provytor i Götaland (exkl Gotland) och Svealand (exkl Dalarna). Provytorna är belägna i grövre gallringsskog och äldre skog med en trädslagsblandning av minst 3/10 gran. Inventeringen är en uppföljning av motsvarande inventering som genomfördes under hösten 2020 och 2021.

Resultaten från inventeringen visar en total volym på drygt 5 milj m³sk gran, som under 2022 var angripen av granbarkborre. Det är fortsatt mycket stora volymer gran som årligen angrips av granbarkborren, men en vikande trend kan ses jämfört med åren 2020 och 2021. Av den totala volymen återfanns 3,8 milj m³sk i Svealand och 1,3 milj m³sk i Götaland. Tidigare års inventeringar har visat på stora volymer angripen skog i de östra delarna av Svealand och Götaland. Under 2022 är detta än mer påtagligt, med 4,7 milj m³sk angripen volym i de östra och 0,4 milj m³sk i de västra länen. Inventeringen visar också att 3,6 milj m³sk angripen gran finns kvar i skogen och 1,5 milj m³sk var avverkad. Med 70 % av de angripna granarna kvar i skogen, så finns det risk för stora angrepp även kommande år.

Nyckelord: Granbarkborre, skogsskador, skogsskadeinventering, NRS.

Abstract

In autumn 2022, SLU performed a Target-tailored forest damage inventory (TFDI), on behalf of the Swedish Forest Agency, to quantify damage to forest by the European spruce bark beetle (*Ips typographus*). In total 1268 sample plots were measured in Götaland (excluding Gotland) and Svealand (excluding Dalarna). The inventory targeted Norway spruce (*Picea abies*) in coarser thinning forest and older forest with a tree species mixture of at least 3/10 Norway spruce. The TFDI was performed as a follow-up to the corresponding inventory carried out in the autumn of 2020 and 2021.

Just over 5 million m³sk of Norway spruce were damaged by European spruce bark beetle in 2022, a decrease compared to the years 2020 and 2021. Of that total volume, 3.8 million m³sk was in Svealand and 1.3 million m³sk in Götaland. Previous years' inventories have shown larger volumes of killed spruce in the eastern parts of Svealand and Götaland. In 2022 it is even more evident, with 4.7 million m³sk affected forest in the eastern and 0.4 million m³sk in the western counties. The results indicate that 3.6 million m³sk of spruce bark beetle damaged spruce were left in the forest and 1.5 million m³sk had been removed. This implies that, with almost 70 % of the spruce bark beetle attacked spruce volume still in the forest, there is risk of continued attacks during 2023.

Innehållsförteckning

1. Nationell riktad Skogsskadeinventering	7
1.1 Bakgrund.....	8
2. Inventeringens upplägg	10
2.1 Inventeringens omfattning.....	11
3. Resultat	12
Referenser.....	22

1. Nationell riktad Skogsskadeinventering

Flera extensiva skador har under de senaste decennierna drabbat skogen med stora ekonomiska förluster som följd. Omfattande skador kommer sannolikt att fortsätta uppträda, inte minst som följd av förutspådda klimatförändringar. Förändringar som kan leda till att nya typer av skador dyker upp eller en ökning av tidigare kända skador. Det är därför angeläget att långsiktigt övervaka skador på skog och skogens hälsotillstånd. Riksskogstaxeringen (RT) har under lång tid samlat in data rörande skador genom objektiva inventeringar. Data från RT:s skogsskadeövervakning ingår i Sveriges officiella statistik samt i det europeiska samarbetsprojektet ICP Forests¹ och i annan internationell skoglig rapportering exempelvis till Forest Europe².

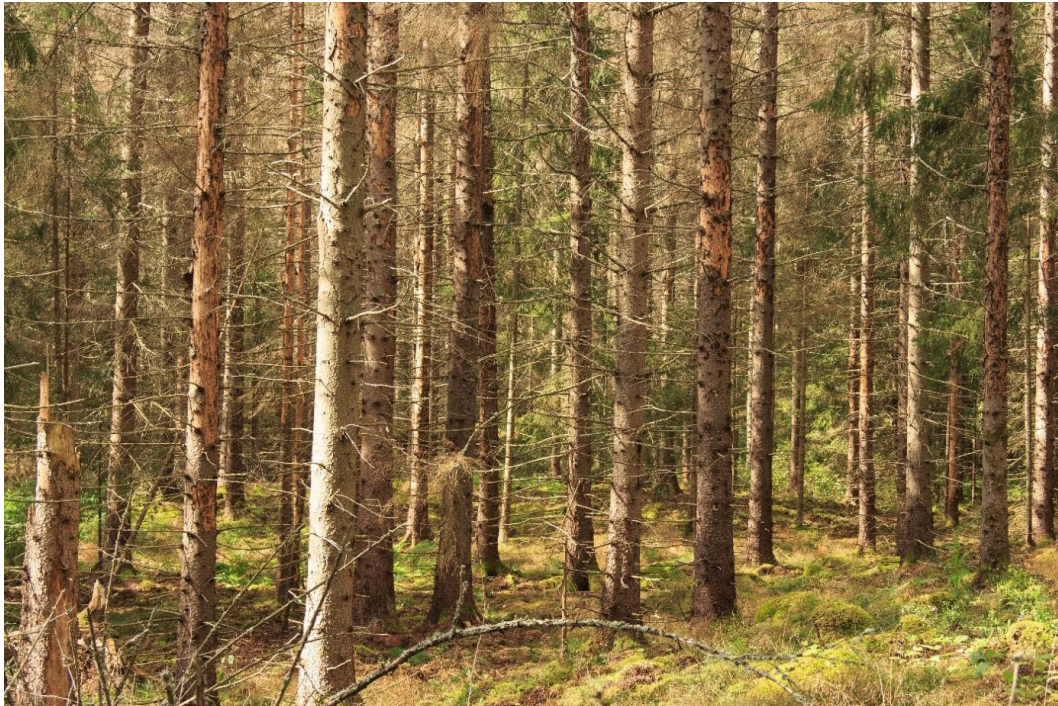
Även om RT genomför en kontinuerlig uppföljning av de viktigaste skadesymptomen saknas styrkan i ordinarie stickprov att på ett lämpligt sätt följa upp tillfälliga regionala skadeutbrott. Detta har sin grund i inventeringens design med en lång fältsäsong och stickprovets storlek, vilket ofta ger för litet underlag till skattningar för enskilda år på regional nivå. En inventering utförd inom lämplig tid och koncentrerad till ett begränsat område förbättrar avsevärt möjligheterna för mer detaljerad information vilket förbättrar underlaget till beslut om åtgärder kring aktuella skadegörare, eller för utvärdering av genomförandegrad av olika rekommenderade åtgärder i praktiken. För att effektivisera övervakningen av skogsskador har skraddarsydda inventeringar riktade mot enskilda skadegörares utbrott introducerats och går under namnet Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS).

NRS ska kunna leverera underlag om en skadas status och omfattning, så att specifika operativa beslut kan fattas. Därför kan inriktningen av inventeringen variera beroende på vilka skador som för tillfället är mest relevanta och för vilka skador det finns uttalade behov av information. Inventeringen ska vara åtgärdsorienterad och snabbt kunna leverera resultat. Data som samlas in i NRS ska också vara av sådan kvalitet att de kan vara användbara inom forskningen.

Mer information om och från NRS finns att hämta på projektets hemsida: <http://www.slu.se/skogsskadeovervakningen>.

¹ Internationellt samarbetsprogram för övervakning av skador på skog <http://icp-forests.net/>

² Minister-konferens om skyddet av Europas skogar <http://www.foresteurope.org>



1.1 Bakgrund

Granbarkborren (*Ips typographus*) är en av flera barkborrearter som kräver rå innerbark av gran för sin förökning. Många av dessa barkborrearter är mindre än granbarkborren och hittas på grenar och klenare delar av stammen. Några kan också yngla i grövre delar av stammen, och ibland tillsammans med sin större släkting granbarkborren. Granbarkborren förökar sig i grövre delar av stammen och är genom sitt levnadssätt en allvarlig skadegörare. Större utbrott kan leda till omfattande skogsdöd.

Barkborrepopulationerna kan under gynnsamma förhållanden snabbt öka. Framförallt styrs populationsökningen av granbarkborre av tillgången till förökningssubstrat (Marini et al 2013). Särskilt stora stormfällningar och extremt varma och torra somrar kan initiera utbrott av granbarkborre. Populationsökningarna i södra Sverige efter stormen Gudrun var stora vilket resulterade i omfattande angrepp på stående skog under de följande åren. Även stormarna i mellersta Norrland 2011 och 2013 resulterade i ökande

granbarkborrepopulationer och omfattande angrepp (Wulff 2016). Den extremt varma och torra sommaren 2018 resulterade i många torkstressade granar vilket gynnade granbarkborren. Många försvagade granar ledde till en ovanligt hög förökningsframgång även i stående träd (Schroeder 2019). Granbarkborrepopulationerna ökade snabbt och har under senare år orsakat omfattande skador på gran i Götaland och Svealand (Schroeder 2022). Inom ramen för NRS har objektiva provytebaserade inventeringar av omfattningen av uppkomna skador genomförts under höstarna 2020 och 2021. Resultaten från inventeringarna visade på att det under både 2020 och 2021 dödades ca 8 milj m³sk granskog (Wulff och Roberge 2020, Wulff och Roberge 2021). Det har varit ungefär lika stora volymer i Svealand som i Götaland.

Det finns ett stort behov av information om skadornas omfattning och uppträdande. Inom projektet Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS) har därför SLU, på uppdrag från Skogsstyrelsen, under hösten 2022 genomfört en inventering av granbarkborreskador i Götaland och Svealand.

2. Inventeringens upplägg

Designen är en objektiv stickprovsinventering, vilket ger resultat som blir representativa mått på volymen gran angripen av granbarkborre. Inventeringen bygger på Riksskogstaxeringens (RT) permanenta provytor i Götaland exklusive Gotland och Svealand exklusive Dalarna. I ett andra steg lottas ett urval bland alla permanenta provytor i äldre gallrings³- och slutavverkningsmogna bestånd med en granandel på 30 % eller mer. Efter att ha granskat RT ordinarie data kunde det med stor sannolikhet antas att endast mindre volymer granbarkborreangripen gran kan påträffas utanför denna begränsning i granandel och ålder. För urval av trakter⁴ (ytor) används LPM (local pivotal method, Grafström et al 2012) där urvalet spreds utifrån provytornas geografiska position och granvolym. Risken för angrepp påverkas av granvolym (Kärvemo et al. 2014), och det är därför också viktigt att sprida urvalet härvid. Detta utlottningsförfarande tillgodoser ett representativt stickprov i dessa dimensioner, vilket ger tillförlitligare data jämfört med ett helt slumpvis urval.

För varje vald yta inventerades en cirkelyta med 20 m radie. Finns beståndsgränser ingår endast del av yta för beskrivet bestånd och inventerad ytas areal noterades. Diameter på stående och vindfälld gran med angrepp av granbarkborre⁵ från innevarande säsong⁶ har mäts in. En notering av antal råa vindfällen samt äldre angrepp på vindfallen och stående träd är gjord. Vi har även mätt in stubbar från avverkade träd med angrepp av granbarkborre från innevarande säsong. Stående träd angripna under sommaren 2021 är också inmätta. Det senare till att jämföra med volymen angripen gran kvar i skogen under hösten 2021 (dvs registrerade under inventeringen hösten 2021). Avstånd till beståndskant samt granandel av grundytan anges också. Då detta är sedan tidigare inventerade RT ytor finns andra bestånds- och ståndortsdata att tillgå.

³ Flertalet härskande och medhärskande träd är grövre än 20 cm i brösthöjd

⁴ Kluster av provytor

⁵ Granbarkborrens angrepp kan avslöjas genom kådflöden, bormjöl, att hackspettar hackat bort bark och av det karakteristiska gångsystemet på undersidan av barken.

⁶ En säsong sträcker sig från knoppsprickningen ett år till knoppsprickningen nästa år.

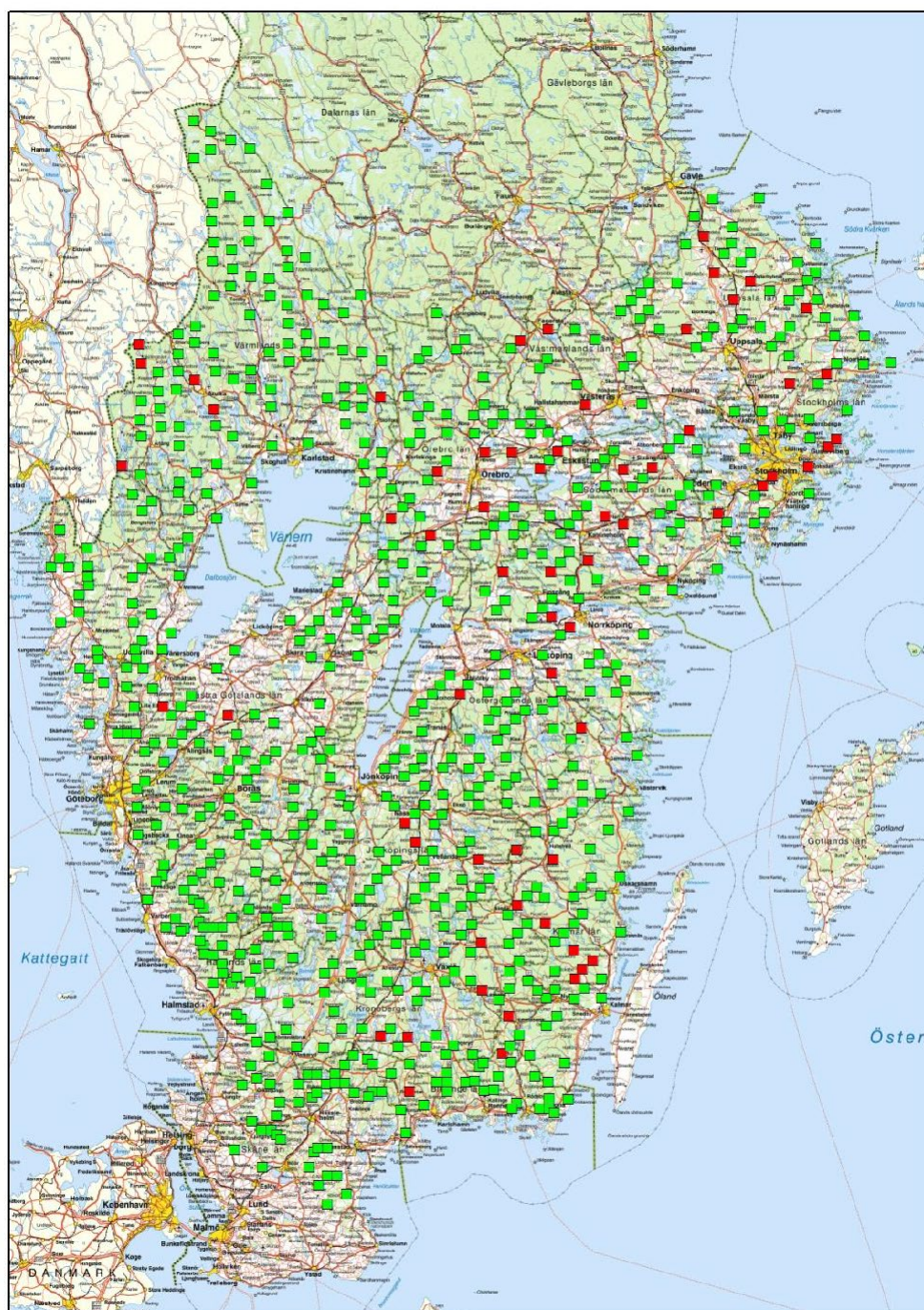
2.1 Inventeringens omfattning

Fältarbetet utfördes av 12 arbetslag, om två personer, under tiden 5 september – 7 oktober 2022. Inventeringen inleddes med en tvådagars introduktion och kalibreringsövning av de i inventeringen ingående bedömningarna.

Totalt inventerades 703 trakter med 1268 ytor (Figur 1). Utvalda ytor vilka föll utanför undersökt population (definierad ovan) är exkluderade.

3. Resultat

Granar (kvar i skogen eller avverkade) med angrepp av granbarkborre från 2022 fanns på 72 ytor, vilket motsvarar 6 % av alla de inventerade ytorna (figur 1). Då inventeringen är ett stickprov betyder det att endast en liten del av skogsmarksarealen är inventerad, och att resultaten återspeglar den genomsnittliga volymen angripna granar för ett större geografiskt område. Det innebär inte att förekomst av angripna granar saknas i områden där få eller inga ytor med angrepp finns registrerade. På markerade punkter med angrepp varierar antalet angripna träd från ett till 59 träd inom den inventerade provytan.



Figur 1. Provytornas läge i inventeringen av granbarkborreangrepp 2022. Röd markering förekomst av angripna granar (både kvar i skogen och avverkade).

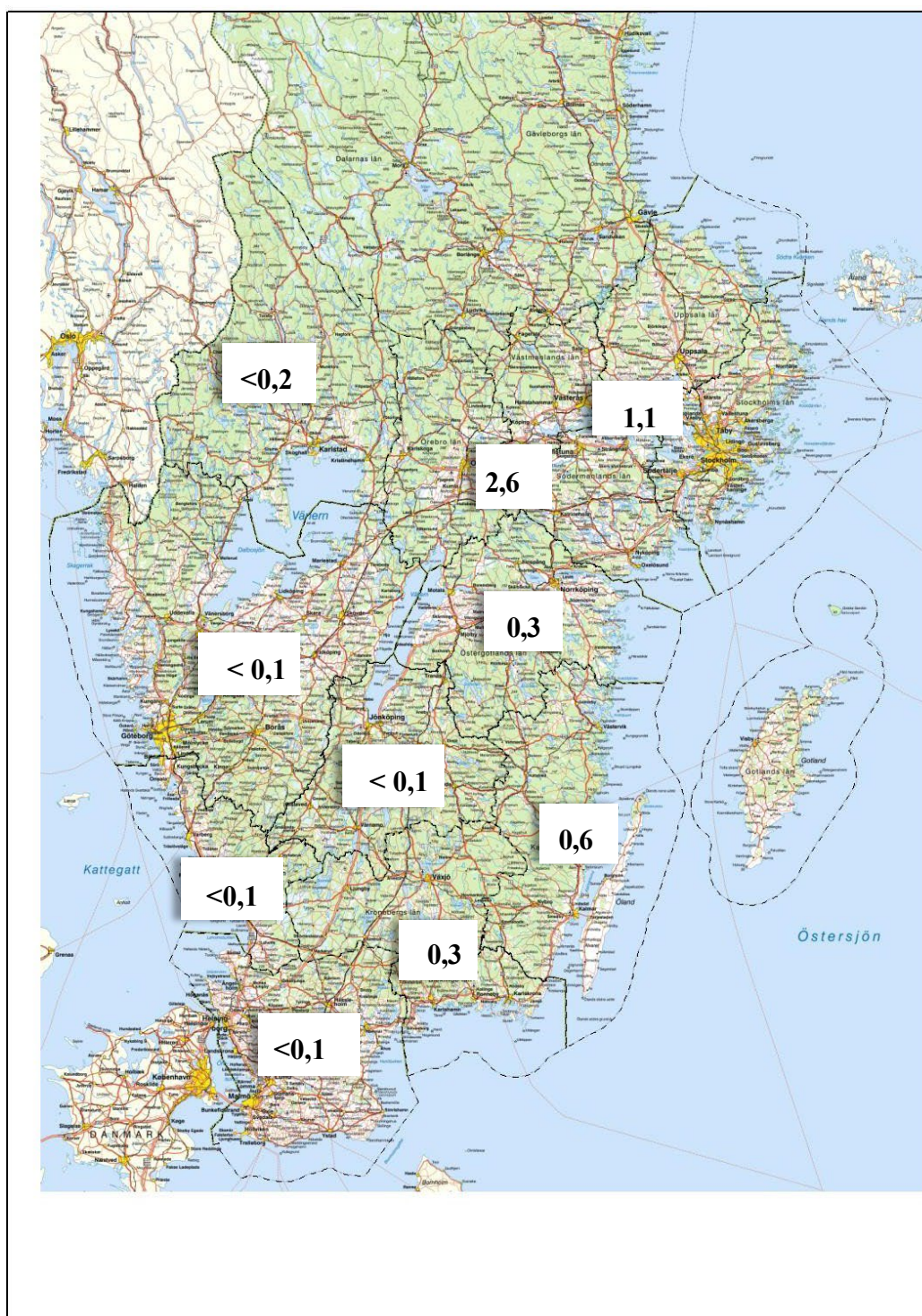
Resultaten från inventeringen visar på en total volym (stående, vindfällen samt avverkade stående träd) av drygt 5 milj. m³sk gran som under 2022 var angripen av granbarkborre (tabell 1). Den totala volymen pekar på en vikande trend jämfört med åren 2020 och 2021. Det är dock fortsatt mycket stora volymer gran angripen av granbarkborren. Volymen koloniserade vindfällen är 0,03 milj m³sk , dvs 0,7 % av den totala angripna volymen som fanns kvar i skogen. Av den totala volymen fanns

3,8 milj m³sk i Svealand och 1,3 milj m³sk Götaland. Således är det i Götaland som de minskade volymerna kan ses, medans de totala volymerna i Svealand är på samma nivå som tidigare. Den genomsnittliga volymen är, i äldre gallrings- och slutavverkningsmogen skog med $\geq 3/10$ gran, i Götaland 1,1 m³sk/ha samt i Svealand 5,9 m³sk/ha. Redan tidigare års inventeringar har visat på större volymer dödskog i de östra delarna av Svealand och Götaland. I år är det än mer påtagligt. En uppdelning i öst – väst visar 4,7 milj m³sk för östra länen (Västmanland, Uppsala, Stockholm, Södermanland, Östergötland, Kalmar samt Blekinge län) samt 0,4 milj m³sk i resterande områden i väster. Under 2021 låg epicentrum av angripen volym gran i Södermanland. Även i år återfinns de största volymerna av granbarkborreangripen gran i Södermanland och Örebro län (Figur 2 och Tabell 2). I Götaland finns större volymer i Kalmar län. Vi har valt att slå ihop skattningarna för vissa län där de relativa medelfelen för skattningarna på enskilda län är stora (>50 %). Skattningarna visar inte signifikanta skillnader i skadeomfattningen på länsnivå, men ger väl en indikation på den geografiska spridningen.

Tabell 1. Total volym granbarkborreangripna granar⁷ 2020 - 2022 i äldre gallrings- och slutavverkningsmogen skog med $\geq 3/10$ gran. Götaland och Svealand exkl. Dalarna och Gotlands län. Relativt medelfel i procent av skattad volym.

Volym milj m ³ sk	Totalt	Svealand	Götaland
2020	7,7 (21 %)	3,6 (32 %)	4,1 (30 %)
2021	8,1 (21 %)	4,3 (34 %)	3,8 (27 %)
2022	5,1 (27 %)	3,8 (35 %)	1,3 (27%)

⁷ Exklusive vindfällan



Figur 2. Länsvisa volymer (milj m³sk) gran angripnen av granbarkborre år 2022 (både kvar i skogen och avverkade). Äldre gallrings- och slutavverkningsmogen skog med granandel $\geq 3/10$.

Tabell 2. Total volym och genomsnittlig volym/ha granbarkborreangripna granar 2022 i äldre gallrings- och slutavverkningsmogen skog med $\geq 3/10$ gran. Län och länsgrupper i Götaland och Svealand exkl Dalarna och Gotlands län. ^a Osäker skattning då få ytor fanns med angripna granar, därav låga skattade volymer.

Län	Volym milj m ³ sk	Volym/ha m ³ sk/ha
Värmland	< 0,2 ^a	< 1,0
Uppsala/Stockholm/Västmanland	1,1	4,5
Örebro/Södermanland	2,6	16,2
Västra Götaland	< 0,1 ^a	< 1,0
Östergötland	0,3	2,4
Halland	< 0,1 ^a	< 1,0
Jönköping	< 0,1 ^a	< 1,0
Kronoberg/Blekinge	0,3	1,5
Kalmar	0,6	3,8
Skåne	< 0,1 ^a	< 1,0



Foto: Sören Wulff

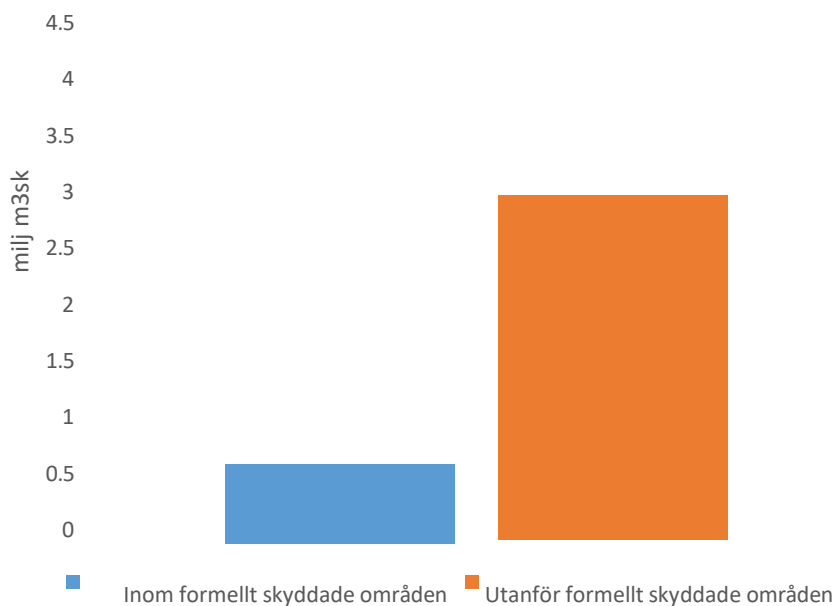
Av den totala uppskattade volymen granbarkborreangripen gran under 2022 var 3,6 milj. m³sk (70 %) kvar i skogen vid inventeringstillfället och 1,5 milj. m³sk avverkad (Tabell 3). Andelen kvar i skogen är densamma i Svealand som Götaland. Motsvarande volym kvar i skogen vid 2020 och 2021 års inventering var 75 % respektive 80 % (Wulff och Roberge 2020; Wulff och Roberge 2021). Det betyder att även i år är en stor volym av angripna granarna omhändertagen innan vintern, men också att det finns stora volymer kvar som inte hunnits med att tas om hand, eller varit svårupptäckta i små grupper. Detta innebär att många barkborrar kommer finnas kvar i skogen till nästa vår, inte minst eftersom vinteravverkning av angripna träd endast har en begränsad effekt i att reducera antalet barkborrar (Weslien et al. 2022). Det betyder i sin tur att risken för stora angrepp kvarstår inför kommande år.

Tabell 3. Total volym kvarstående granar angripna av granbarkborre under 2020, 2021 respektive 2022 i äldre gallrings- och slutavverkningsmogen skog med \geq 3/10 gran. Götaland och Svealand exkl Dalarna och Gotlands län. Relativt medelfel i procent av skattad volym.

Volym milj m ³ sk	Totalt	Svealand	Götaland
2020	5,9 (25%)	3,2 (34%)	2,7 (37%)
2021	6,5 (23 %)	3,8 (37 %)	2,8 (25 %)
2022	3,6 (32 %)	2,6 (38 %)	1,0 (29 %)

En tendens finns till en högre andel angripna granar inom jämfört med utanför formellt skyddade områden. Inom hela det inventerade området var 4,5 procent av de inventerade ytorna belägna inom formellt skyddade områden⁸. På 14 % av dessa ytor fanns angripna granar. Motsvarande andel utanför formellt skyddade områden är 5 %. Fjolårets inventering visade angrepp på 11 % av ytor inom formellt skyddade områden vilket då var i samma nivå som för ytor utanför skyddade områden (Wulff och Roberge 2021). Volymen 2022 inom formellt skyddade områden är i genomsnitt 10,2 m³sk/ha och utanför de formellt skyddade områden 2,2 m³sk/ha. Den uppskattade volymen angripna granar inom reservat är 18 % av total volym (figur 3). Man kan förvänta sig större risk för angrepp i reservat eftersom granskogen där förmodligen är äldre i genomsnitt än skog utanför formella skydd. För att få bättre data på hur mycket större risken är skulle kräva en specialstudie med många fler provytor eller skattning baserad på fältmätningar och högkvalitativt fjärranalysdata, en sk. modellassisterad skattning (Särndal, 1992, eg. Ståhl, et al 2016). För att möjliggöra sådan utveckling skulle högprecisions-gps behövas för att dra nytta av dessa precisa data (Persson, et al. 2022).

Angripen volym



Figur 3. Volym granbarkborreangripna granar 2022 i äldre gallrings- och slutavverkningsmogen skog med $\geq 3/10$ gran fördelad på inom och utom formellt skyddade områden. Götaland och Svealand exkl Dalarna och Gotlands län.

⁸ Formellt skyddade områden 2021 enligt GIS skikt från Naturvårdsverket. Skiktet utgörs av rikstäckande polygoner avseende Nationalparker, Naturresevat med föreskrifter, Skogliga biotopskyddsområden Naturvårdsavtal Naturvårdsverket respektive Skogsstyrelsen, Ekoparks & Vitryggsavtal, Fortifikationsverket, Markersättning inkl. fastighetsverket samt Natura 2000 skogshabitat.

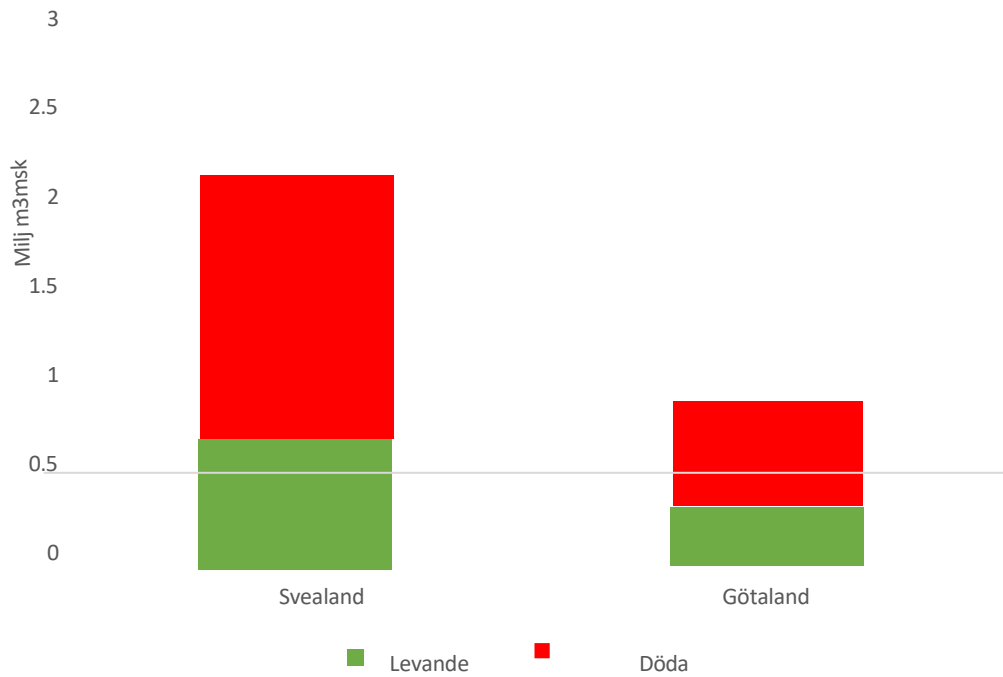
Volymen gran angripna under 2021 och kvar i skogen under 2022 uppskattas till 3,7 milj. m³sk. En större mängd (60 %) av denna volym återfanns i Svealand.

Fjolårets skattning av angripen volym gran 2021 och kvar i skogen hösten 2021 var 6,5 milj. m³sk (Wulff och Roberge 2021). Volymen gran angripna under 2020 och kvar i skogen under 2021 var skattad till 4,8 milj. m³ sk, och kvar i skogen hösten 2020 var 5,9 milj. m³ sk (Wulff och Roberge 2021).

Den genomsnittliga skadevolymen är för årets angrepp högre i bestånd med 3 – 6/10 gran (3,3 m³ sk/ha) än i bestånd med minst 7/10 gran (2,5 m³ sk/ha). Angreppen under 2021 skattades i fjolårets inventering med en högre volym i bestånd med minst 7/10 gran (4,6 m³sk/ha) jämfört med i bestånd med 3 – 6/10 gran (2,7 m³ sk/ha) (Wulff och Roberge 2021).

Andelen av de angripna stående granarna som var levande (dvs. att det finns gröna barr i kronan) är 34 %, och ungefär lika stor i Götaland som Svealand (figur 4). Motsvarande andel var under 2021 42 % (Wulff och Roberge 2021). Andelen levande avser kvarstående träd då vi inte med säkerhet kan avgöra tidpunkt (under sommaren) eller tillstånd för de avverkade träden. Det kan ändå ge en indikation om när angreppen uppstod. De levande (krona med förekomst av gröna barr) granarna kan i stor utsträckning förväntas komma från angrepp efter vårens huvudsvärmning i form av syskonsvärmningar, vid månadsskiftet juni-juli månad.

Stående gran angripen 2022



Figur 4. Volym granbarkborreangripna granar 2022 i äldre gallrings- och slutavverkningsmogen skog med $\geq 3/10$ gran fördelad på levande (gröna barr i kronan) och döda träd (bara bruna barr i kronan). Götaland och Svealand exkl Dalarna och Gotlands län.

Antalet angripna träd per inventeringsyta med angrepp varierar stort och är allt ifrån 1 upp till 59. Denna klustrade förekomst av skador bidrar starkt till den höga osäkerheten i skattningar trots den stora inventeringsinsats som ligger till grund för resultaten. Femtionio träd motsvarar 470 stammar per ha. Angripen volym per angripen yta ligger emellan 0,2 till 38,1 m³sk. Totalvolymen inmätt på provytorna är 370,6 m³sk. Medelvärde per angripen yta hamnar på 5,1 m³sk och medianvärdet på 2,0 m³sk. Det betyder att på många ytor var det ganska få angripna träd och på ett mindre antal ytor en större mängd träd. Ett stort antal per yta fanns både på avverkade ytor och på ytor där de angripna träden fanns kvar.

Vi genomförde ingen inmätning av råa vindfällen i årets inventering, då tidigare års inventering indikerade låga volymer och samtidigt har det under senare år varit få kraftiga vinterstormar. Vi räknade däremot antalet råa vindfällen vid årets inventering och det var färre till antalet jämfört med fjolåret. Det skulle indikera en volym råa vindfällen från höstens inventering på < 0,5 milj m³ sk för hela området. Förutom angripna stående träd bidrar angripna vindfällen till hur många granbarkborrar det kommer finnas nästa vår. Resultaten visar att mängden kvarliggande angripna vindfällen var liten i förhållande till volymen kvarstående angripna träd. Dessutom tyder resultaten på att det finns bara små mängder råa vindfällen som kan utnyttjas under 2023 om det inte inträffar någon större stormfällning under vintern

Ett stort tack till

alla fältarbetare för ett väl utfört arbete.

Referenser

Grafström, A., Lundström, N., & Schelin, L. (2012). Spatially Balanced Sampling through the Pivotal Method. *Biometrics*, 68(2), 514-520. Retrieved December 1, 2020, from <http://www.jstor.org/stable/23270453>

Kärvemo, S., Van Boeckel, T.P., Gilbert, M., Grégoire, J-C. & Schroeder, M. 2014. Large-scale risk mapping of an eruptive bark beetle – Importance of forest susceptibility and beetle pressure. *Forest Ecology and Management* 318: 158–166.

Marini, L., Lindelöw, Å., Jönsson, A.M., Wulff, S., and Schroeder, L.M. 2012. Population dynamics of the spruce bark beetle: A long term study. *OIKOS* 122: 1768-1776. doi: 10.1111/j.1600-0706.2013.00431.x

Persson, H. J., Ekström, M., & Ståhl, G. 2022. Quantify and account for field reference errors in forest remote sensing studies. *Remote Sensing of Environment*, 283. Published. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113302>

Schroeder, M. 2019. Granbarkborrens angreppstäthet och förökningsframgång i dödade träd den extremt varma och torra sommaren 2018. Arbetsrapport, 2019-02-12, Institutionen för ekologi, SLU.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/rapporter/granbarkborre2019.pdf>

Schroeder, M. 2022. Granbarkborrens förökningsframgång i dödade träd under sommaren 2021 i sydöstra Småland, Värmland och Uppland/Västmanland, Arbetsrapport, 2022-02-20, Institutionen för ekologi, SLU.

Ståhl, G., Saarela, S., Schnell, S. et al. 2016. Use of models in large-area forest surveys: comparing model-assisted, model-based and hybrid estimation. *For. Ecosyst.* 3, 5 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40663-016-0064-9>

Särndal, C.-E., Swensson, B. & Wretman, J. 1992. *Model Assisted Survey Sampling*. New York: Springer Verlag.