

RAPPORT

4 • 2006

Granbarkborren - en scenarioanalys för 2006-2009



Anna Maria Jönsson, Martin Schroeder

© Skogsstyrelsen maj 2006

Författare

*Anna Maria Jönsson, Lunds Universitet
Martin Schroeder, SLU Uppsala*

Papper

brilliant copy

Tryck

JV, Jönköping

Upplaga

160 ex

ISSN 1100-0295
BEST NR 1754

Skogsstyrelsens förlag
551 83 Jönköping

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
Sammanfattning	1
Bakgrund	2
Beskrivning av modell	4
Variabler.....	4
Översikt över figurer med resultat från scenarioräkningarna.....	6
Resultat av beräkningar	8
Diskussion	16
Upparbetning av stormfälld skog.....	16
Bekämpningsåtgärder.....	16
Betydelse av lokala variationer	19
Väderlek och naturliga fiender.....	19
Referenser	21

Sammanfattning

Till följd av stormen Gudrun kommer risken för angrepp på levande skog av granbarkborren (*Ips typographus*) att öka från och med år 2007. Tillgången på nya stormfällda granar förväntas då vara begränsad, samtidigt som populationen granbarkborrar beräknas ha ökat till följd av 2 år med goda förökningsmöjligheter i stormfällt virke. Antalet svärmande barkborrar, tillgången på stormfällad gran våren 2006 och väderleken vid svärmning och under utveckling bedöms vara de faktorer som har störst betydelse för den potentiella populationsutvecklingen det här året. Under år 2007 och 2008 får förökningsframgången i barkborredödade träd betydelse för fortsatt populationsutveckling. Den påverkas av väderleksförhållanden, som inverkar både på barkborrarna och trädens vitalitet, och av predatorer och parasitoider. En okänd faktor är hur stor andel av granbarkborrarna som lyckas angripa, och därmed bidra till att döda, levande träd. Därutöver kan bekämpningsåtgärder och nya stormfällningar påverka risken för angrepp.

Syftet med den här rapporten har varit att ta fram modellberäkningar för hur volymen dödade träd påverkas vid olika scenarier. På grund av stora osäkerheter i ingående variabler kan prognoser inte göras. Naturliga variationer i väderlek, lokala variationer i initialpopulation och tillgång på stormfällad skog gör dessutom att osäkerheterna ökar med tiden. I rapporten presenteras därför projektioner för den potentiella utvecklingen fram till år 2009 utifrån givna antaganden. I diskussionen sätts resultaten från scenarioanalysen i relation till de faktorer som påverkar utvecklingen; upparbetning av stormfällad skog, bekämpningsåtgärder, lokal variation i förekomst av barkborrar och tillgång på yngelmaterial, väderlek och naturliga fiender.

Projektionerna av volymen angripna levande träd visar en mycket stor spridning, men åtgärder som kommer att utföras, minskad volym kvarvarande stormfällad skog och feromonfångst av barkborrar, reducerar risken för att de värsta scenarierna ska besannas. I scenarierna antas att både yngelmaterial och barkborrar är jämnt utspridda i varje region, men utvecklingen är helt beroende av vad som sker på enskilda stormskadeområden. Lokala variationer i populationsstorlek och tillgång på yngelmaterial kan innebära att vindfällerna på vissa platser helt undgår angrepp medan angreppen blir tätare på andra ställen.

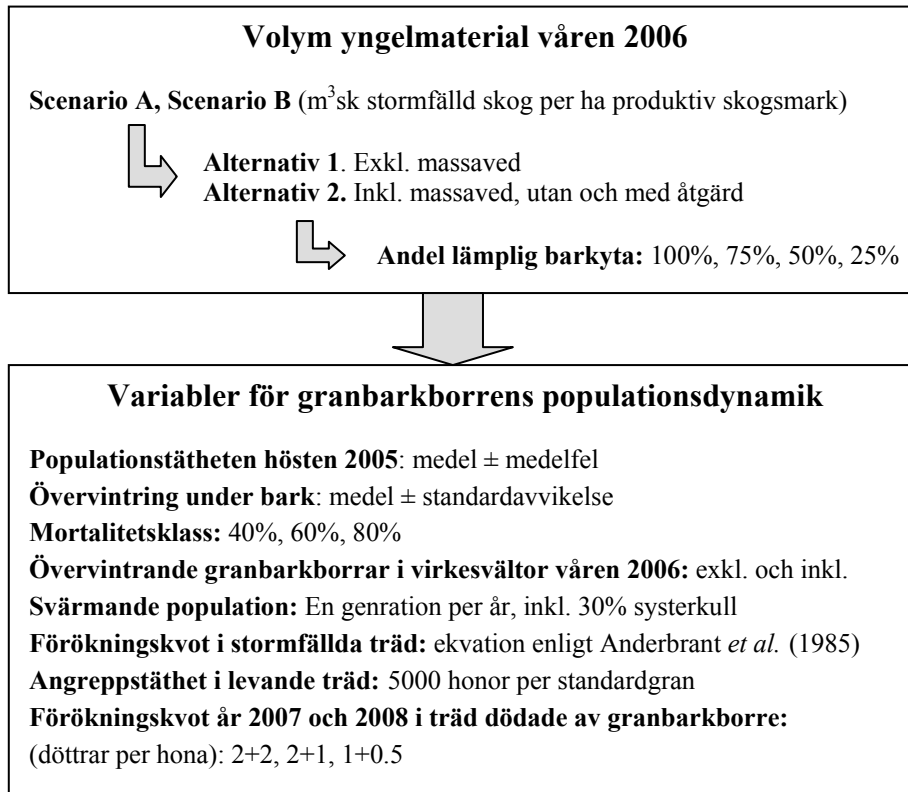
Bakgrund

Till följd av stormen Gudrun som drog fram över Götaland den 8-9 januari 2005 och fällde 75 miljoner m³ sk, varav 82% gran, kommer risken för angrepp av granbarkborren (*Ips typographus*) på levande skog att öka från och med år 2007. Tillgången på nya stormfällda granar förväntas då vara begränsad, samtidigt som populationen granbarkborrar beräknas ha ökat till följd av 2 år med goda förökningsmöjligheter i stormfällt virke. Förökningsframgången för initialpopulationen, de granbarkborrar som fanns våren 2005, har stor betydelse för den fortsatta utvecklingen. Genom den omfattande staminventering som utförts under hösten 2005 (Schroeder *et al.* 2006) har tätheten av den nya generationen granbarkborrar uppskattats för hela det stormdrabbade området. Fram till våren 2006 kommer populationsstorleken att minska på grund av vintermortalitet, upparbetning av stormfällda träd och borttransport av bilväglager under vintern. Effekten av upparbetning och borttransport styrs av andelen barkborrar som övervintrar under bark.

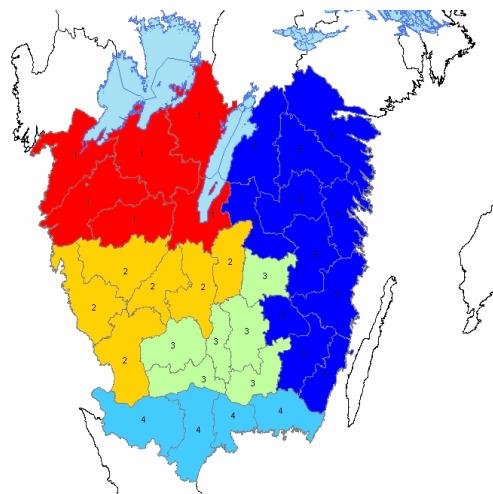
Antalet svärmande barkborrar, tillgången på stormfälld gran våren 2006 och väderleken vid svärmning och under utveckling bedöms vara de faktorer som har störst betydelse för den potentiella populationsutvecklingen det här året. Den totala arean tillgänglig bark bestäms av mängden ej upparbetad stormfälld granskog och virkeslager längs med bilvägarna. Andelen som kan angripas av granbarkborre kan dock vara lägre på grund av jäsning och uttorkning. Enligt en tidigare undersökning, utförd i fem områden efter stormen 1995, angreps 30 % av kvarvarande oangripna vindfällen under andra sommaren av granbarkborren medan nära 60 % koloniserades av andra barkborrearter som föredrar mer ”jäst” bark (Göthlin *et al.* 2000). Att bara 30 % angreps av granbarkborren berodde inte på att det fanns för få granbarkborrar eftersom stående träd dödades i alla de fem områdena den andra sommaren. Detta indikerar att vindfällena angripna av övriga arter inte var lämpliga för granbarkborren, och dessa arter påträffas sällan på samma vindfälle som granbarkborren. Eftersom resultaten bara baserar sig på en undersökning är det svårt att säga hur situationen kommer att vara till våren.

Under år 2007 och 2008 får förökningsframgången i barkborredödade träd betydelse för fortsatt populationsutveckling. Den påverkas av väderleksförhållanden, som inverkar både på barkborrarna och trädens vitalitet, och av predatorer och parasitoider. En okänd faktor är hur stor andel av granbarkborrarna som lyckas angripa, och därmed bidra till att döda, levande träd. Därutöver kan bekämpningsåtgärder och nya stormfällningar påverka risken för fortsatta angrepp. Syftet med den här rapporten har varit att ta fram modellberäkningar för hur volymen dödade träd påverkas vid olika scenarier (Fig. 1). Scenarioberäkningarna utgår från regionala uppskattningar av volymen stormfällt virke våren 2006, och den regionala indelningen är gjord utifrån stormskadornas omfattning (Fig. 2). För mängden virke lagrat vid skogsbilväg och tätheten barkborrar användes samma medelvärde per hektar produktiv skogsmark för alla regioner, då en regional uppskattning blir för osäker. På grund av stora osäkerheter i ingående variabler kan prognoser inte göras. Naturliga variationer i väderlek, lokala variationer i initialpopulation och tillgång på stormfälld skog gör dessutom att osäkerheterna ökar med tiden. I rapporten presenteras därför projektioner för den potentiella utvecklingen fram till år 2009 utifrån givna antaganden, och betydelsen av upparbetning av stormfälld

skog, bekämpningsåtgärder, lokal variation, väderlek och naturliga fiender tas upp till diskussion.



Figur 1: Översikt av variabler som ingår i scenarioanalysen. För förklaring av variablerna se beskrivning av modell.



Figur 2: Regionindelning av området som drabbats av stormen Gudrun.

Beskrivning av modell

Variabler

Barkborremodellen bygger på ett antal variabler som beskrivs nedan. Beräkningarna är gjorda för en ”standardgran”: 28-30 cm DBH, ca 25 m hög, 0.8 m³sk i volym, och med en för granbarkborren användbar barkyta på 10 m². Standard granen är skattad utifrån medeldiametern på gran grövre än 15 cm i Götaland (Skogsstatistisk årsbok 2004), då gran med en diameter under 15 cm sällan angrips. Av figur 1 framgår vilka olika variabler som ingått i modellen och nedan följer en beskrivning av dessa variabler.

Volym yngelmateriäl i scenario A och B: Scenarierna bygger på att granbarkborren kan använda stormfällda granar som yngelmateriäl upp till två somrar efter stormtillfället, och att stående levande träd inte angrips förrän tillgången på färsk, död ved är begränsad. Scenarierna utgår ifrån två uppskattningar av volymen ej upparbetad stormskadad gran. Scenario A är baserat på data från staminventeringen (Schroeder *et al.* 2006), 8 milj. m³sk (med ett medelfel på 1.2 milj. m³sk), och en bedömning att 1.55 milj. m³sk finns kvar den 30 juni 2006. Då detta avviker från tidigare uppskattningar har beräkningar gjorts för ytterliggare ett scenario. Scenario B utgår från 18.6 milj. m³sk, efter regionala bedömningar gjorda av SVS- distrikten per den 15/9 2005 multiplicerat med en faktor 1.43. Denna faktor korri-gerar bedömningarna till den högsta uppskattade kvarvarande volymen. Upparbetningsstakten har beräknats för de båda scenarierna. För scenario A antogs att virkesvolymen motsvarar den 15 oktober 2005, varvid 70% beräknas vara upparbetat till den 15 maj 2006 (tidpunkt för granbarkborrens svärmning). Även för scenario B beräknas upparbetningsgraden i medel vara 70%, men skiljer något mellan olika regioner (Tabell 1).

Tabell 1. Upparbetningsgrad mellan sept 2005- maj 2006 och volym stormfälld gran i maj 2006 för scenarioalternativ B. Beräkningarna är baserade på uppskattad volym kvarliggande, ej upparbetad, gran efter stormen Gudrun den 15/9 2005 och den 30/6 2006 per SVS-distrikt.

Region	Upparbetningsgrad	m ³ sk / ha i maj 2006
1	0.47	0.18
2	0.72	1.63
3	0.72	4.83
4	0.70	1.32
5	0.55	0.34
medel 1-5	0.70	1.31

Barkytan våren 2006 har för scenario A beräknats utifrån mantelytan multiplicerat med 0.30, d.v.s. andelen ej upparbetad stormfälld skog våren 2006. För scenario B har barkytan beräknats utifrån volymen kvarvarande skog, utifrån antagandet att de kvarvarande stormfällda träden har en volym på 0.51 m³sk och en mantelyta på 8.62 m². Volym och mantelyta är medelvärden hämtade från staminventeringen, och är något lägre än standardgranen (0.8 m³sk, 10 m²) (ev. p.g.a. grövre dimensioner tagits till vara först).

Alternativ 1 och 2: Alternativ 1 är beräknat exklusive massavedslager längs med bilvägar våren 2006, och alternativ 2 inklusive massavedslager. För alternativ 2 finns två underalternativ: utan och med behandling mot angrepp av granbarkborre. För scenario A beräknas volymen angripbar massaved vara 325 000 m³fub (390 000 m³sk) och för scenario B 760 000 m³fub (912 000 m³sk), med en medeldiameter på 23 cm. Beräkningarna utgår från andelen virke med en diameter större än 15 cm upparbetad efter den 1 oktober 2005 och som finns i den översta halvmetern av vältorna, enl. skogsstyrelsens bedömning.

Andel lämplig barkyta: Andelen för granbarkborre lämplig barkyta våren 2006 påverkas av jäsning och uttorkning. För varje scenario finns uträkning för att 100%, 75%, 50% och 25% av barkytan kan utnyttjas av granbarkborren.

Populationstätheten hösten 2005: Data över populationen av den nya generationen granbarkborrar hösten 2005 har hämtats ur staminventeringen (Schroeder *et al.* 2006). För beräkningar av scenario A har 3 olika populationstätheter använts, medelantal ± medelfel (717 ± 433 per ha). För scenario B har populationstätheterna korrigerats med faktorn 2.313 (d.v.s. 1660 ± 659 per ha). Faktorn är beräknad utifrån skillnaderna mellan scenarierna i uppskattningen av volymen stormfällt virke hösten 2005. Populationstätheten dividerat med två ger antalet honor per hektar.

Övervintring under bark och Mortalitetsskisser: Föräldradjuren förökar sig bara under en säsong (Austarå & Midtgaard 1986). Vintermortaliteten hos den nya generationen har i flera underökningar uppskattats till omkring 40% (Lekander 1972, Austarå & Midtgaard 1986, Faccoli 2002, Weslien & Lindelöw opublicerat) vilket har använts i beräkningarna. För vintern 2005-2006 beräknas mortaliteten till 40% + uttag genom upparbetning. Andelen barkborrar som övervintrar under bark påverkar hur många barkborrar som tas ut genom upparbetning, och har under hösten 2005 bedöms vara 73% med en standardavvikelse på 21% (Martin Schroeder, opublicerat). För övriga år har beräkningar gjorts utifrån tre mortalitetsnivåer: 40%, 60% och 80%, då mortaliteten för den nya generationen är beroende av vintermortalitet, spridningsförluster och effekten av eventuella motåtgärder så som ”sök och plock” samt massfångst med feromonfällor.

Övervintrande granbarkborrar i virkesvältor våren 2006: Stormfällt virke som upparbetats efter granbarkborrens svärmning 2005 och inte transporterats ut ur skogen kan innehålla övervintrande granbarkborrar. Dock saknas kunskap om i vilken utsträckning barkborrarna klarar av att utvecklas och övervintra i virkesvältor, på grund av ändrad temperatur och barkfuktighet. Även påverkan på barken vid upparbetning kan spela roll. Därtill är skattningen av hur stort det totala massavedslagret längs bilväg kommer att vara våren 2006 osäker. Scenarioberäkningar har gjorts dels utan korrigering för barkborrar som övervintrar i virkesvältor, och dels för en beräkning av värsta utfall baserat på ett lager på 5 milj. m³sk [80% > 15 cm, 20% otjänligt för barkborrar p.g.a. upparbetning och lagring, 23 cm i diameter, längd 3.8 m] vilket ger +265 barkborrehonor per hektar (beräknat utifrån medelantal ungbarkborrar och medelantal vindfällan per hektar).

Svärmande population: Alla beräkningar utgår ifrån att alla honor som överlevt vintern anlägger en första kull och att en viss andel av dem också anlägger en syskonkull per år. Andelen föräldradjur som anlägger en syskonkull är uppskattad till 30% enligt Anderbrandt (1989). Den nya generationen antas inte anlägga någon kull förrän efter övervintring, d.v.s. en generation per år.

Förökningskvot i stormfällda träd: Med förökningskvot avses antalet döttrar per hona. Det föreligger ett exponentiellt negativt samband mellan angreppstäthet (antalet modergångar per ytenhet bark) och förökningskvot. Den täthetsberoende förökningsframgången i stormfällda träd år 2006 har beräknats efter ekvation enligt Anderbrant *et al.* (1985). Förökningskvoten är separat beräknad för huvudsvärmning respektive syskonkullsvärmning.

Angreppstäthet i levande träd: Beräkningar av angrepp på levande, stående träd utgår från 500 honor per m² barkarea (Weslien & Regnander 1990, Hedgren & Schroeder 2004), d.v.s. 5000 honor per standardgran. Volymen angripna levande granar har beräknats utifrån att 5000 honor får plats i en dödad standardgran. Beräkningarna utgår från de 5 olika regionerna och har summerats upp till ett värde för hela det stormdrabbade området.

Förökningskvot år 2007 och 2008 i träd dödade av granbarkborre: Förökningskvoten (antalet döttrar per hona) kan variera i stående träd, bland annat beroende på olika angreppstätheter och inverkan av naturliga fiender. Exempel på förökningskvoter från stående träd som uppmätts är 0.2-1.75 (Lekander 1955), 0.6-1.8 (Weslien & Regnander 1990), i genomsnitt 2 (Schroeder & Lindelöw opublicerat) samt 2.4-4.3, i medel 3.4 (Hedgren & Schroeder 2004). En sammanfattning av stormarna i juli 1931, december 1931 och februari 1932 samt granbarkborrehärjningen i Uppland 1932-36 efter februaristormen 1932, gjord av Bo Långström (2005-11-14) utifrån Trägårdh & Butovitsch (1935) och Butovitsch (1941) visar en minskande förökningskvot från 0.74 till 0.51 från år 1934 till år 1935. För varje scenario har 3 olika nivåer på förökningsframgången år 2007 och 2008 beräknats: 2+2 döttrar per hona, 2+1 döttrar per hona, 1+0.5 döttrar per hona.

Översikt över figurer med resultat från scenarioräkningarna

Figur 3 visar en översikt av volymen beräknad angripen gran år 2007-2009 för de olika scenarierna uppdelade efter Scenario/ Förökningsframgång år 2007 och 2008/Andel barkyta. För varje kombination visas 3 staplar utifrån alternativ 1 och 2. Stapeln längst till vänster är beräknad inkl. virkesvältor utan motåtgärder, mittstapeln exkl. virkesvältor och stapeln längst till höger inkl. virkesvältor med motåtgärder. Varje stapel anger beräkningar utifrån ett medelvärde av antalet ung-barkborrar hösten 2005 i kombination med medelvärdet för andelen barkborrar som övervintrar under bark. Ett värde anges för varje mortalitetsklass. En asterisk anger beräkningen för högsta initialpopulation, lägsta andel övervintrande under bark och lägsta mortalitetsklass, d.v.s. "worst case". I figuren finns även hänvisning till figur 4-7, som visar detaljerade scenarioräkningar.

Figur 4-7 visar utfallet för alla variabelvariationerna över år 2007 till 2009, räknat per region med en kumulativ summering för hela det stormdrabbade området. Figurerna är baserade på alternativet med massavedslager utan behandling. Figur 4 och 6 visar "Worst case scenario" utifrån att andelen angripbar barkyta våren 2006 är 100%, och förökningsframgången år 2007 och 2008 är 2+2 döttrar per hona för scenario A resp. scenario B. Figur 5 och 7 visar "Best case scenario" utifrån att andelen angripbar barkyta våren 2006 är 25%, och förökningsframgången år 2007 och 2008 är 1+0.5 döttrar per hona för scenario A resp. scenario B.

Figur 8 visar antalet honor per barkyta och förökningsframgången år 2006 för scenario A och B. (Påverkas ej av förökningsframgång eller vintermortalitet år 2007 och 2008.)

Figur 9 visar scenarioräkningar inkl. granbarkborrar som kan finnas i virkesvältor längs med bilväg (5 milj. m³sk), och därmed delta i svärmning våren 2006 (jmf med figur 3).

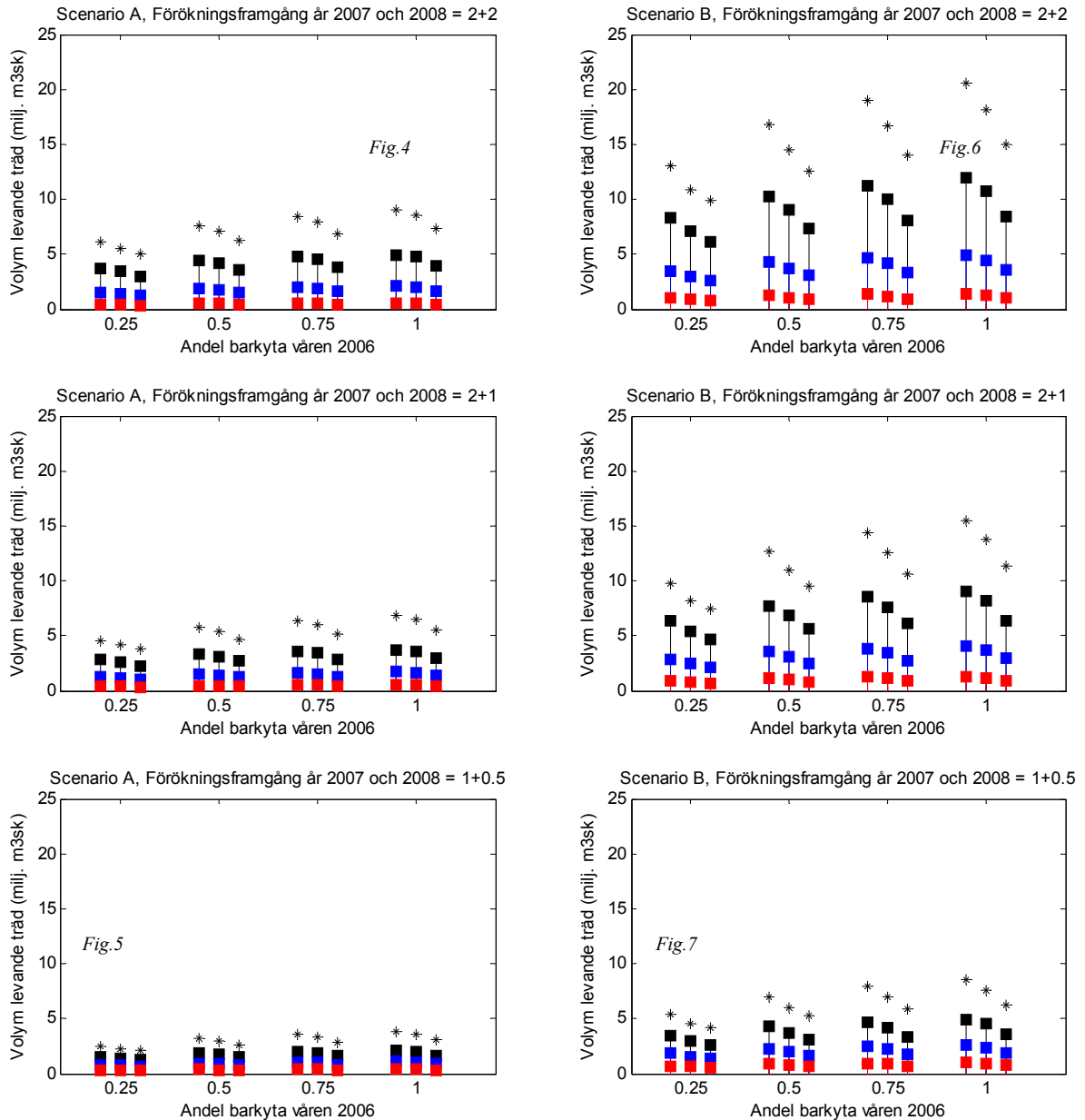
Resultat av beräkningar

Beräknad volym angripna levande granar under år 2007-2009 är ungefär dubbelt så hög för scenario B som för scenario A (Fig. 3). Beräkningarna utgår från en 43% skillnad i virkesvolym och samma antal barkborrar per barkyta hösten 2005. Att skillnaden i volymen angripna levande granar inte blir 43% beror på något olika regionala beräkningar av volymsfördelning och upparbetningstakt. Risken påverkas i hög grad av förökningsframgången under år 2007 och 2008, och skillnaderna mellan olika mortalitetsklasser är betydande. Andelen barkyta som kan angripas av granbarkborren våren 2006 har förhållandevis liten påverkan. Om massaveden inte behandlas mot angrepp av barkborre blir populationen något större än om det inte funnits något lager. Om angripen massaved tas bort begränsas populationstillväxten något, då en andel av den svärmande populationen inte kan föröka sig. Därmed minskar efterföljande risk för angrepp på levande granar.

Osäkerheten i bedömningarna ökar över åren, till följd av variationer mellan olika påverkansfaktorer (Fig. 4 – 7). Uträkningarna för de olika regionerna i figur 4 och 5 resp. 6 och 7 visar tydligt effekten av en hög resp. låg förökningsframgång år 2007 och 2008. Observera att uträkningarna är gjorda per region, inte per hektar. Arealen skogsmark skiljer sig mellan de olika regionerna, och är 2-3 gånger större i region 5 än i övriga regioner.

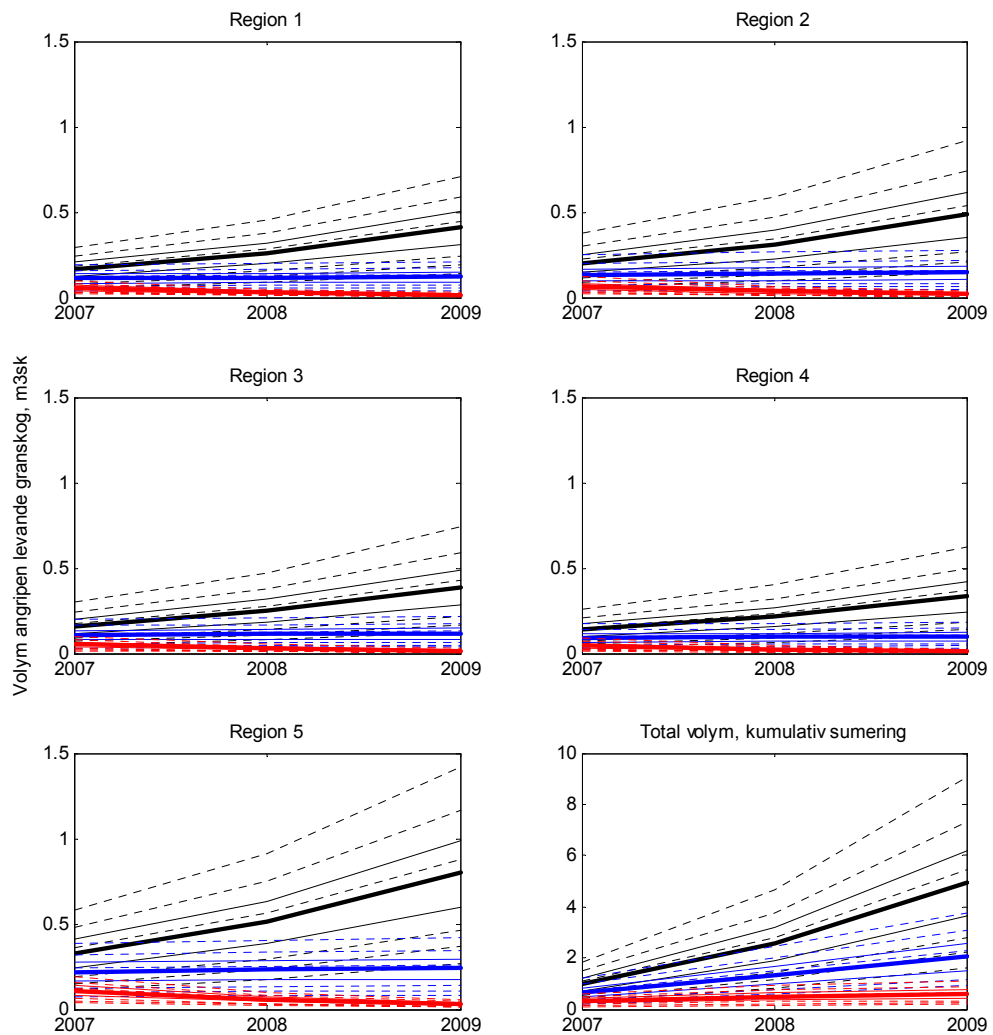
Förökningsframgången år 2006 begränsas inte i någon större utsträckning vid lägre andel angripbar barkyta. Orsaken är en relativt låg populationstäthet i förhållande till en relativt god tillgång på stormfällt virke (Fig. 8). I inget fall beräknas tätheten vara så hög att tillgången på yngelmaterial blir begränsande och angrepp riktas mot levande träd våren 2006. Dock kan lokala variationer förekomma.

I ovanstående scenarier ingår inte den mycket osäkra uppskattningen av hur många övervintrande granbarkborrar som i värsta fall skulle kunna finnas i virkes-travar längs bilväg våren 2006. För scenario A skulle det innebära en fördubbling av beräknad volym angripna träd vid en mortalitet på 40%, lägre vid högre mortalitet. För scenario B är ökning runt 50% vid en mortalitet på 40% (Fig. 9).



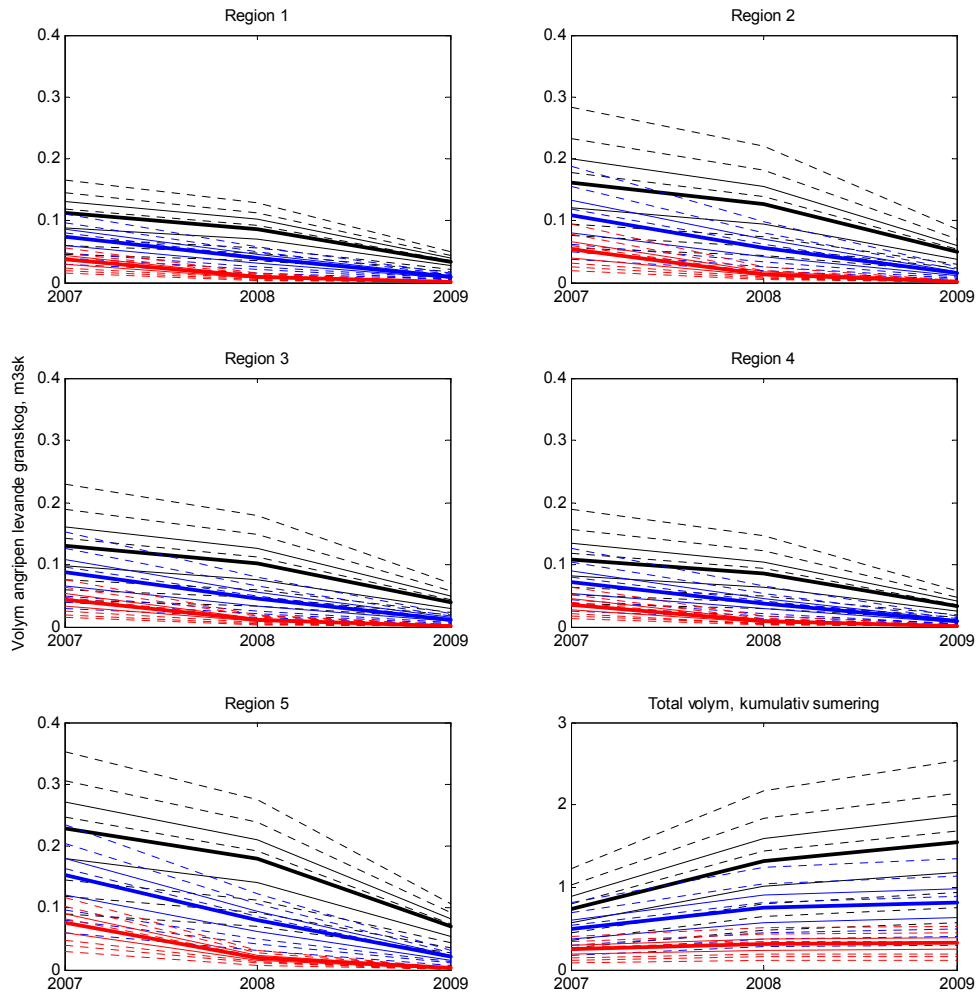
Figur 3: Kumulativ volym angripna levande träd under åren 2007-2009 beroende av tillgången på stormfälda granar våren 2006 (Scenario A i vänster kolumn och Scenario B i höger kolumn). För varje utgångsläge våren 2006 finns 3 scenarier beräknade som anger förökningsframgången i levande träd år 2007 och 2008 (översta raden 2+2 döttrar per hona, mitten 2+1 döttrar per hona, nedersta raden 1+0.5 dotter per hona).

Scenarioberäkningarna är uppdelade på hur stor andel av kvarvarande barkyta som är möjlig för barkborren att angripa (25-50-75-100%). För varje alternativ anges 3 staplar. Stapeln längst till vänster är beräknad inkl. virkesvältor utan motåtgärder, mittenstapeln exkl. virkesvältor och stapeln längst till höger inkl. virkesvältor med motåtgärder. För varje stapel anges beräkningarna för medelantalet honor per hektar hösten 2005 i kombination med medelövervintring under bark för tre mortalitetsklasser (svart=40%, blått=60%, rött=80%). Asterisken anger "worst case" beräknat utifrån högsta initialpopulation, lägsta andel övervintrande under bark och lägsta mortalitetsklass. I figuren finns även hänvisning till figur 4-7, som visar detaljerade scenarioberäkningar.



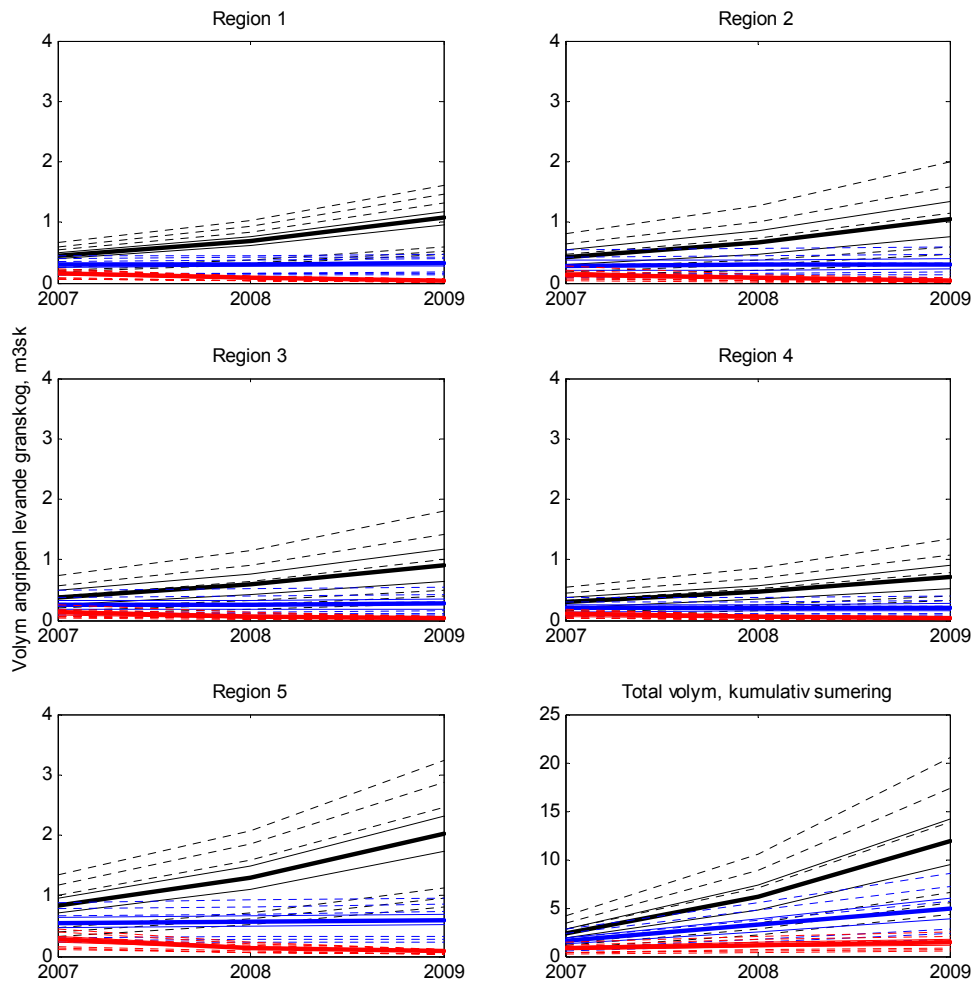
Figur 4: Scenario A: inkl. massaved utan åtgärd. Angripbar barkyta: 100%.
 Förkningsframgång år 2007 och 2008: 2+2.
 Mortalitetssklass: Svart=40%, Blått=60%, Rött=80%.

Beräknad volym angripna levande träd under åren 2007-2009 för de 5 stormskaderegionerna samt kumulativ sumering för hela det stormdrabbade området. Tjocka, heldragna linjer visar beräkning för kombinationen medelpopulation och medelövervintring under bark för varje mortalitetssklass (visas i figur 3 som en fyrkant). Tunna heldragna linjer visar medelpopulation i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse. Streckade linjer visar population \pm medelfel i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse.



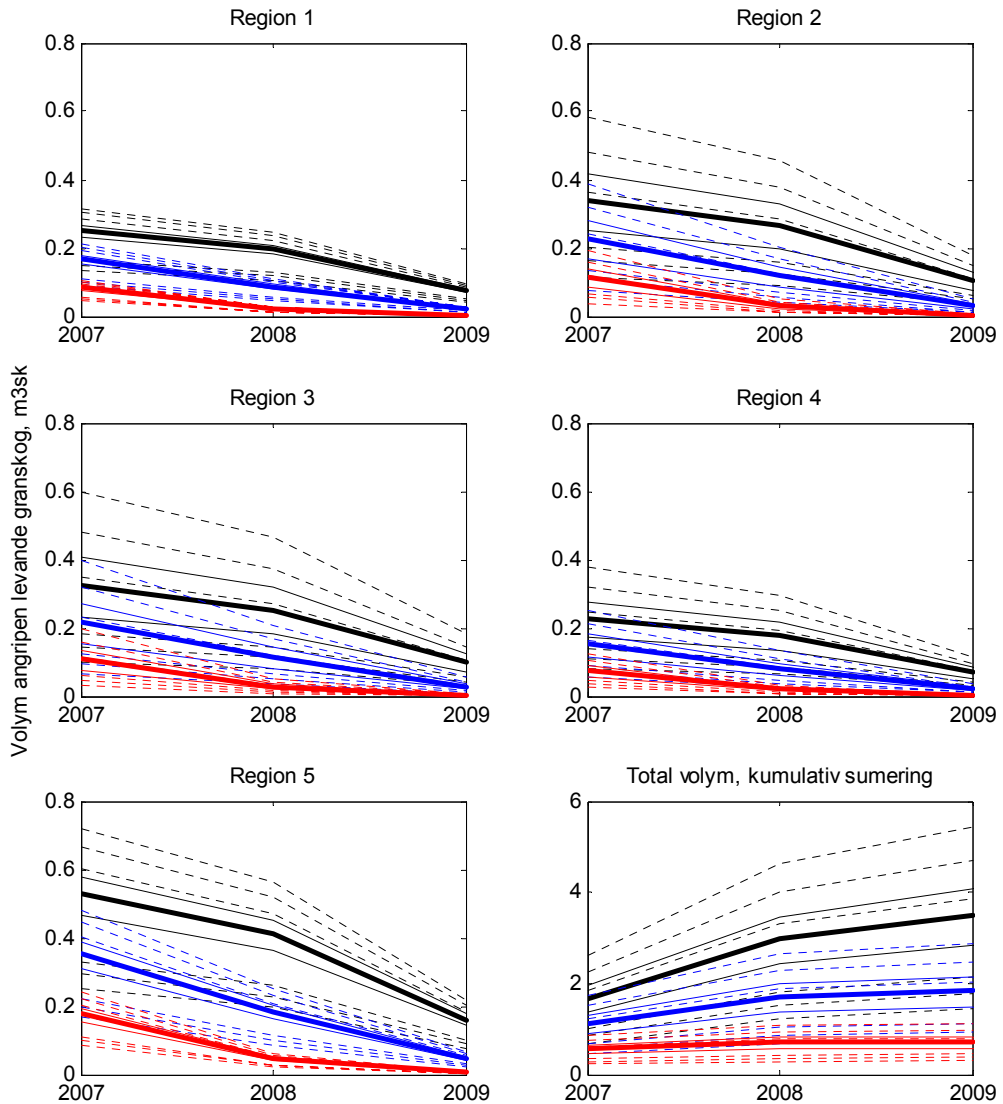
Figur 5: Scenario A: inkl. massaved utan åtgärd. Angripbar barkyta: 25%.
 Förkningsframgång år 2007 och 2008: 1+0.5.
 Mortalitetssklass: Svart=40%, Blått=60%, Rött=80%.

Beräknad volym angripna levande träd under åren 2007-2009 för de 5 stormskaderegionerna samt kumulativ sumering för hela det stormdrabbade området. Tjocka, heldragna linjer visar beräkning för kombinationen medelpopulation och medelövervintring under bark för varje mortalitetssklass (visas i figur 3 som en fyrkant). Tunna heldragna linjer visar medelpopulation i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse. Streckade linjer visar population \pm medelfel i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse.



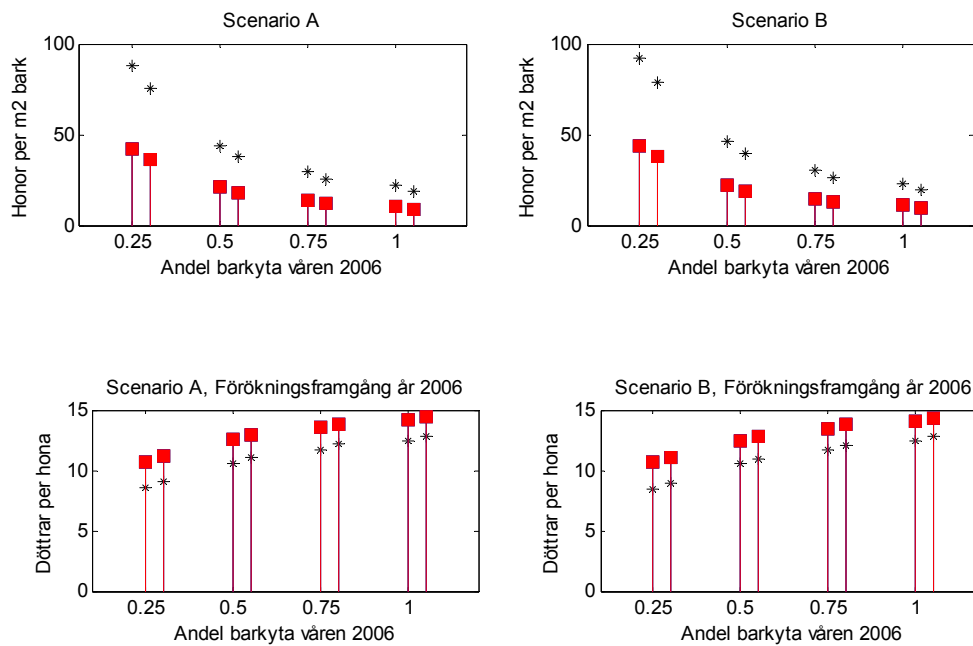
Figur 6: Scenario B: inkl. massaved utan åtgärd. Angripbar barkyta: 100%.
 Förkningsframgång år 2007 och 2008: 2+2.
 Mortalitetssklass: Svart=40%, Blått=60%, Rött=80%.

Beräknad volym angripna levande träd under åren 2007-2009 för de 5 stormskaderegionerna samt kumulativ sumering för hela det stormdrabbade området. Tjocka, heldragna linjer visar beräkning för kombinationen medelpopulation och medelövervintring under bark för varje mortalitetssklass (visas i figur 3 som en fyrkant). Tunna heldragna linjer visar medelpopulation i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse. Streckade linjer visar population \pm medelfel i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse.

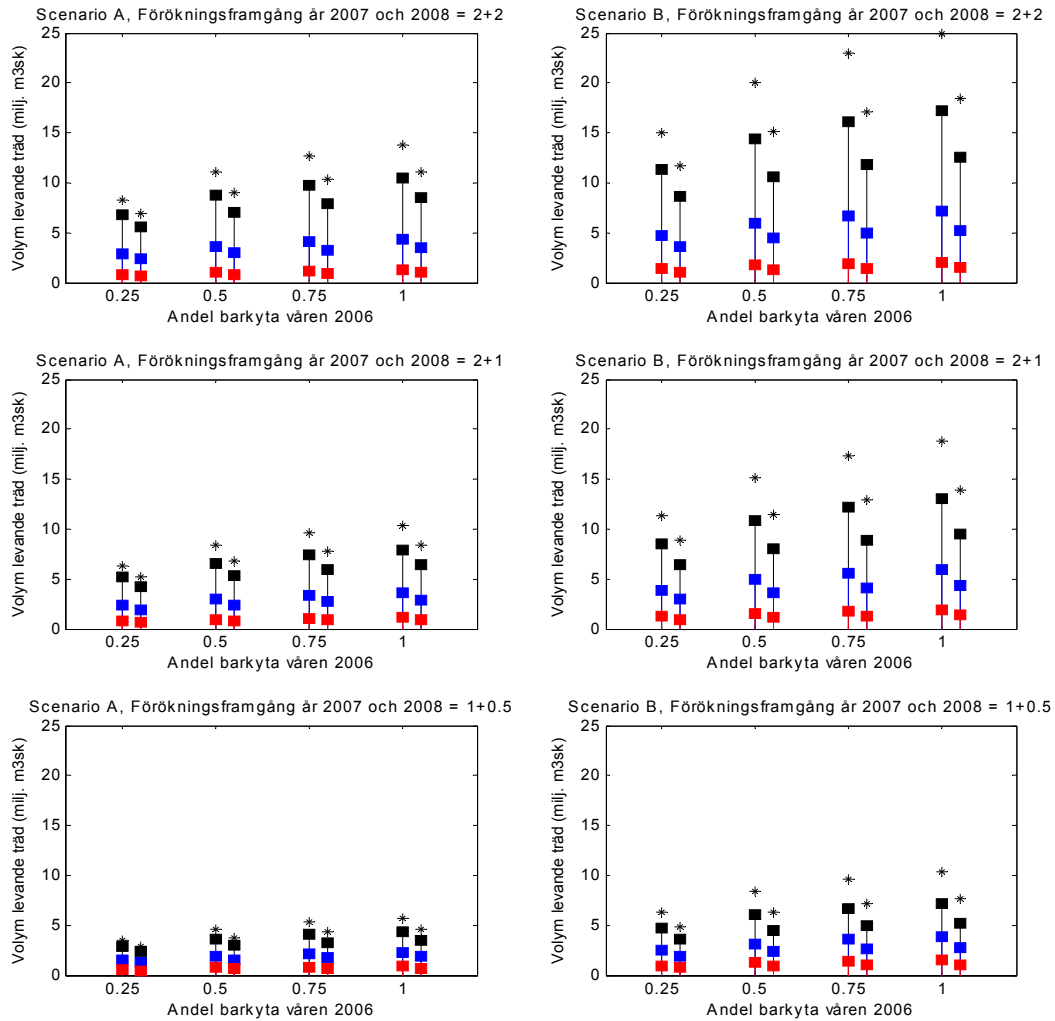


Figur 7: Scenario B: inkl. massaved utan åtgärd. Angripbar barkyta: 25%.
 Förkningsframgång år 2007 och 2008: 1+0.5.
 Mortalitetssklass: Svart=40%, Blått=60%, Rött=80%.

Beräknad volym angripna levande träd under åren 2007-2009 för de 5 stormskaderegionerna samt kumulativ summering för hela det stormdrabbade området. Tjocka, heldragna linjer visar beräkning för kombinationen medelpopulation och medelövervintring under bark för varje mortalitetssklass (visas i figur 3 som en fyrkant). Tunna heldragna linjer visar medelpopulation i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse. Streckade linjer visar population \pm medelfel i kombination med övervintring under bark \pm standardavvikelse.



Figur 8: Vid en lägre andel angripbar barkyta blir den beräknade förökningsframgången vid huvudsvärningen år 2006 något lägre beroende på en högre angreppstäthet. Förökningsframgången är något högre för beräkningarna inkl. massavedslager (stapel till höger) än beräkningar exkl. massavedslager (stapel till vänster). Staplarna anger beräkningar för medelantalet honor per hektar hösten 2005 i kombination med medelövervintring under bark. Asterisken anger "worst case" beräknat utifrån övre medelfel för antalet honor per hektar och lägsta andel övervintrade under bark.



Figur 9: Scenarioberäkningar inkl. granbarkborrar som kan finnas i virkesvältor längs med bilväg (5 milj. m³sk), och därmed delta i svärmning våren 2006 (jmf med figur 3).

Kumulativ volym angripna levande träd under åren 2007-2009 beroende av tillgången på stormfällna granar våren 2006 (Scenario A i vänster kolumn och Scenario B i höger kolumn). För varje utgångsläge våren 2006 finns 3 scenarier beräknade som anger förkningsframgången i levande träd år 2007 och 2008 (översta raden 2+2 döttrar per hona, mitten 2+1 döttrar per hona, nedersta raden 1+0.5 dotter per hona).

Scenarioberäkningarna är uppdelade på hur stor andel av kvarvarande barkyta som är möjlig för barkborren att angripa (25-50-75-100%). För varje alternativ anges 2 staplar. Stapeln längst till vänster är beräknad inkl. virkesvältor utan motåtgärder och stapeln längst till höger inkl. virkesvältor med motåtgärder. För varje stapel anges beräkningarna för medelantalet honor per hektar hösten 2005 i kombination med medelövervintring under bark och antalet granbarkborrar i virkesvältor för tre mortalitetsklasser (svart=40%, blått=60%, rött=80%). Astrisken anger "worst case" beräknat utifrån högsta initialpopulation, lägsta andel övervintrande under bark och lägsta mortalitetsklass.

Diskussion

Scenarioberäkningarna visar projektioner av möjliga utfall efter givna variabler och statistiska spridningsmått. Projektionerna av volymen angripna levande träd visar en mycket stor spridning, från nära 0 till över 20 milj. m³sk, och mortaliteten för barkborrarna är en viktig faktor som påverkar utfallet. I modellen beräknas att alla granbarkborrar som deltar i en svärmning bidrar till att angripa och döda levande granar, vilket leder till en överskattning. Vid låga populationstätheter blir denna överskattning särskilt stor eftersom barkborrarna då inte räcker till för att döda några träd alls (som situationen var åren före stormen). Det krävs nämligen att ett visst antal barkborrar samtidigt angriper ett levande träd för att de skall kunna övervinna trädets försvar. Det finns inga data på hur många barkborrar per ha som krävs, och på vilken rumslig skala, för att angrepp på levande träd skall lyckas. Därtill påverkas tröskelvärdet för ett lyckat angrepp av väderleken genom effekter på trädens vitalitet och barkborrens svärmning.

Fokus för diskussionen är att sätta scenarioanalysen i relation till de faktorer som styr den faktiska utvecklingen; upparbetning av stormfälld skog, bekämpningsåtgärder, betydelsen av lokal variation i förekomst av barkborrar och tillgång på yngelmaterial, samt inverkan av väder och naturliga fiender.

Upparbetning av stormfälld skog

Upparbetning av stormfälld skog minskar granbarkborrens population under 2005 och 2006 på två sätt: (1) Reproduktionen misslyckas för den del av populationen som lagt ägg i träd som upparbetades under juni och juli innan den nya generationen börjat lämna träden. En förutsättning är att det upparbetade virket antingen körs ut ur skogen eller att det oskadliggörs genom bevattning, barkning eller på annat vis. Detta bör ske snarast efter svärmning, helst innan föräldragenerationen hunnit lämna träden och producera en systerkull. Under juni – juli 2005 upparbetades 6 – 8 milj. m³sk. Detta motsvarar en minskning av initialpopulationen med 15 – 20 %, d.v.s. att den effektiva initialpopulationen blev 80 – 85 % av den reella initialpopulationen. (2) Upparbetning som sker från augusti 2005 till maj 2006 kan också minska populationsstorleken. Effekten är dock betydligt lägre än under juni-juli, då endast den del som övervintrar under bark påverkas. Barkborrens övervintringsbeteende är till stor del okänt, men styrs troligen av väder, vindfällets exponering och geografiskt läge genom påverkan på den nya generationens utvecklingshastighet. Undersökningar hösten 2005 visade att 73±21% övervintrade under bark, vilket är en förhållande vis hög andel jämfört med tidigare studier. En undersökning utförd i Dalarna och Värmland fann att 34% av granbarkborrarna övervintrade under bark på fällda träd och 22% på stående träd (Hedgren & Schroeder 2004). Från sydöstra Norge finns en uppgift om att 15 –25% övervintrar i liggande träd (Pettersen & Austarå 1975). Från Danmark finns en studie som visar att 10% övervintrade i bark vid solexponerade förhållanden, och upp mot 70% i skugga (Harding & Ravn 1985).

Bekämpningsåtgärder

Med bekämpningsåtgärder kan mortaliteten för barkborrarna ökas. Med en konstant vintermortalitet på 40% kommer en åtgärd som minskar populationen med 30% att ge en sammanlagd mortalitetsnivå på 58%. Beräkningar för effekten av

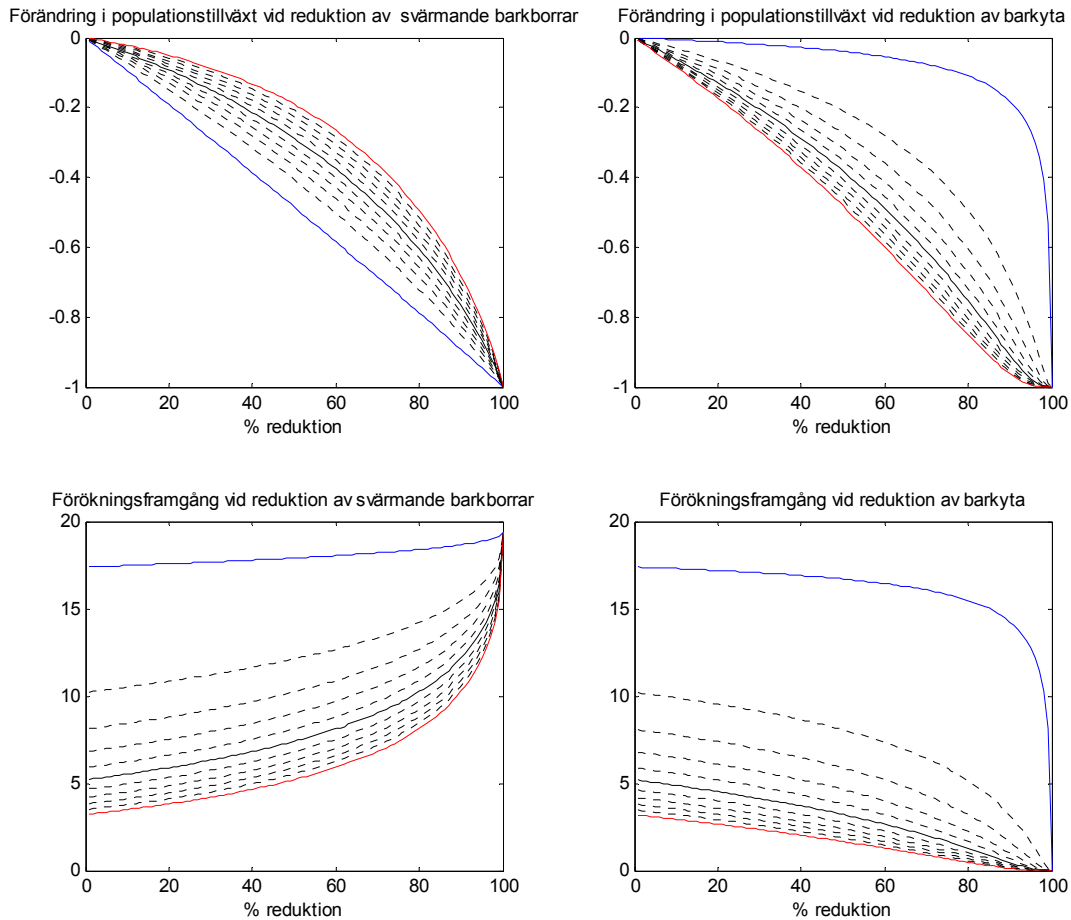
olika motåtgärder finns i tabell 2, exempel 1-3. Effekten av massfångst med feromon är osäker. Uppskattningsvis kan man med 15 feromonfällor per 100 hektar fånga ut 30% av populationen, och med 4 fällor per 100 hektar 5-10% (Weslien 1992, Weslien & Lindelöw 1990). Antagandet är baserat på studier där man släppt ut märkta granbarkborrar och undersökt hur stor andel av dem man kan återfånga i feromonfällor på olika avstånd från utsläppsplatsen, samt uppskattningar utifrån hur många granbarkborrar man fångade i feromonfällor och hur många träd som dödades under det senaste riktigt stora utbrottet i Värmland. Dock saknas storskaliga studier där man jämfört populationsutvecklingen mellan områden med och utan massfångst med feromonfällor. Det är inte heller känt i vilken utsträckning stormfällda träd konkurrerar med fällorna och därmed minskar andelen fångade barkborrar.

”Sök och plock” innebär att man forslar ut stående dödade träd innan den nya generationen barkborrar har lämnat träden för övervintring i marken. Hur effektiv denna metod är beror på hur duktig man är på att hitta och oskadliggöra dessa träd i tid. En intervjuundersökning visade att ägare till 79 % av skogsmarksarealen använt metoden när den var påbjuden (Palmqvist 1999). Det är dock okänt hur stor del av sin mark de sökt igenom och hur stor andel av angripna träd de hittade och tog hand om. Gissningsvis kan man genom ”sök och plock” hitta 20-40% av angripna träd på landskapsnivå.

Tabell 2: Räkneexempel på vilken effekt motåtgärder och storleken av syskonkullsvärmingen kan få på mortaliteten.

Exempel	Variabel	Effekt	Överlevnadsgrad	Mortalitet
1	Vintermortalitet	- 40%	0.6 = 60%	40%
2	Feromonfällor	- 30%	0.6*0.7 =42%	58%
3	Feromonfällor + Sök och plock	- 30%	0.6*0.7*0.7 =29%	71%
4	Minskad syskonkull 10% jmf med 30%	- 15% (1.30-1.10)/1.30	0.6*0.85=51%	49%

Den effekt en bekämpningsåtgärd har på populationstillväxten varierar beroende på populationsstorlek och tillgång på lämpligt yngelmateriale (Fig. 10). Om antalet barkborrar och tillgänglig barkyta reduceras i lika omfattning minskar populationstillväxten med lika stor andel. Men åtgärder som enbart minskar antalet svärmande barkborrar respektive tillgänglig barkyta påverkar den täthetsberoende förökningsframgången i olika riktning (ekvation enl. Anderbrant *et al.*, 1985). Vid en reduktion av antalet honor är den relativa effekten något sämre vid en högre populationstäthet än vid en lägre populationstäthet, då förökningsframgången blir högre för de kvarvarande honorna. För en reduktion av arean tillgänglig bark är effekten omvänd, sämre vid en lägre populationstäthet än vid en högre populationstäthet, då förökningsframgången inte begränsas lika kraftigt vid lägre populationstätheter. Detta medför att vid populationstätheter under 200 angripande honor per m² bark har en reduktion av antalet svärmande barkborrar en mer rätlinjigt proportionell effekt på populationstillväxten än en reduktion av arean tillgänglig bark. Förhållandet blir det motsatta vid populationstätheter över 200 honor per m².



Figur 10: Effekten av en bekämpningsåtgärd påverkas av den täthetsberoende förökningsframgången (ekvation enl. Anderbrant et al., 1985). Vid en reduktion av antalet svärmande barkborrar (kolumn till vänster) resp. en reduktion av tillgänglig barkyta (kolumn till höger) blir populations-tillväxten lägre jämfört med utgångsläget (antalet honor per barkyta) (översta raden) som en funktion beroende av ändringar i förökningsframgången (nedersta raden). *Blå linje: 1 hona per m², Röd linje: 500 honor per m², Svart heldragen linje: 250 honor per m², Streckade linjer: intervall om 50 honor per m².*

Enligt beräkningarna blir populationstätheten våren 2006 mellan 10 till 100 honor per m² bark (Fig. 8). Om man utgår från scenarioräkningarna att endast 25% av barkytan kan användas av granbarkborren våren 2006 kommer en minskning av tillgänglig barkyta, t.ex. genom upparbetning, att få en proportionellt sett stor effekt på populationstillväxten (reduktionen av tillgänglig barkyta blir totalt sett över 75%, Fig. 10).

För en minskning av antalet honor under våren 2006 med 20% blir den effektiva reduktionen på populationstillväxten fram till våren 2007 ca 16%, och för en minskning med 40% blir effekten ca 31%. Effektminskningen är beräknad inkl. syskonkull och med en mortalitet på 40% vintern 2006-2007. Kombinerat med andra åtgärder, upparbetning och behandling av upparbetat virke, minskar effekten ytterligare. Det beror på att man kan räkna med att en del av de utfångade honorna inte skulle ha lyckats föröka sig p.g.a. dessa åtgärder.

Betydelse av lokala variationer

I scenarierna antas att både yngelmaterial och barkborrar är jämnt utspridda i varje region, men utvecklingen är helt beroende av vad som sker på enskilda stormskadeområden. I verkligheten förekommer lokala variationer i populationsstorlek och tillgång på yngelmaterial, vilket kan innebära att vindfallen på vissa platser helt undgår angrepp medan angreppen blir tätare på andra ställen. P.g.a. lokala skillnader kan en reduktion av barkytan i områden med barkborrar leda till en lägre förökningsframgång än vad en regional genomsnittsberäkning visar. Likaså kan förökningskvoten bli högre i områden med god tillgång på stormfällda träd. I områden där den stormfällda skogen är upparbetad år 2006 ökar risken för angrepp på levande träd under året, men den totala risken för angrepp under en flerårsperiod minskar då förökningsframgången i levande träd vanligen är lägre än i stormfällda träd. Det är dock inte givet att angrepp sker på samma plats. Immigration och emigration styrs av tillgången på lämpligt yngelmaterial inom området i förhållande till hur god tillgången är på intilliggande områden. Genom feromonkommunikation aggregeras barkborrarna för att angripa samma träd, varvid trädets försvar kan övervinnas.

Lokaliseringen av angrepp på levande träd bestäms av tillgången på lämpligt yngelmaterial. I en dansk studie visade det sig att huvudandelen av angrepp på levande träd uppkom inom 500 m från tidigare angripna vindfallen (Wichmann & Ravn 2001). Grova träd är mer utsatta än klenare träd. Angreppen sker framför allt i nyexponerade kanter (Schroeder & Lindelöw 2002) och risken för angrepp kan öka desto längre kantsträckan är (Hedgren 2003). Samtidigt kan inblandning av andra trädslag än gran minska risken (Zhang & Schlyter 2003). Troligen spelar även torkstress roll för vilka träd som angrips (Økland & Christiansen 2001). På grund av stormskador i rotsystem och nya exponeringsförhållanden kan många träd vara försvagade och mer utsatta för torkstress, och därmed relativt lätta för granbarkborren att angripa.

Väderlek och naturliga fiender

Väderleken påverkar granbarkborrens populationsdynamik. Vid dåligt väder fördröjs och försvåras svärmningen. Exempelvis är syskonkullsvärmning vanligen upp mot 30 % av huvudsvärmningen, men vid låga temperaturer och mycket regn kan andelen sjunka ner mot 10-15% (Anderbrant 1989) (Tabell 2, ex.4). Låga temperaturer och mycket regn kan även öka de levande trädens motståndskraft. Det omvända sker vid torkstress, och en försämrad motståndskraft ökar risken för att träd dödas vid en lägre angreppstäthet (Mulock & Christiansen 1986). Om tröskelvärdet för lyckade angrepp sjunker från 500 honor/m² till 300 honor/m² så kan antalet dödade "standardträd" öka med 67%. Vid en lägre angreppstäthet ökar troligen även förökningsframgången.

Scenarioanalyserna utgår från en huvudsvärmning och en syskonkullsvärmning per år. Mycket bra sommarväder kan dock ge upphov till en andra generation (dvs. att den nya generationen förökar sig under innevarande sommar före övervintringen). Enligt beräkningar finns de klimatiska förutsättningarna under 4 av 30 år i södra Sverige (Jönsson 2004). Effekten blir beroende av hur stor andel av den nya generationen som deltar i svärmningen i kombination med temperaturförhållanden under hösten. Det kan inträffa att den andra generationen inte hinner bli färdigutvecklad, varvid vintermortaliteten kan uppgå till nära 100%.

Referenser

- Anderbrant, O. 1989. Reemergence and second brood in the bark beetle *Ips typographus*. *Holarctic Ecology* 12:494-500.
- Anderbrant, O., Schlyter, F. & Birgersson, G. 1985. Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *OIKOS* 45:89-98.
- Austarå, Ø & Midtgaard, F. 1986. On the longevity of *Ips typographus* L. adults. *J. Appl. Ent.* 102:106-111.
- Butovitsch, V. 1941. Studier över granbarkborrens massförökning i de av decemberstormen 1931 härjade skogarna i norra Uppland. *Medd. Stat. Skogsförsöksanstalt* 32, 279-360.
- Butovitsch, V. 1971. Undersökningar över skadeinsekternas uppträdande i de stormhärjade skogarna i mellersta Norrlands kustland åren 1967-1969. Institutionen för Skogszoologi, Skogshögskolan, Rapporter och Uppsatser nr 8, 204 pp.
- Faccoli, M. 2002. Winter mortality in sub-corticolous populations of *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) and its parasitoids in the south-eastern Alps. *J. Pesr Science* 75:62-68.
- Göthlin, E., Schroeder, L.M. & Lindelöw, Å. 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling. *Scand. J. For. Res.* 15:542-549.
- Harding, S. & Ravn, H.P. 1985. Seasonal activity of *Ips typographus* L. (Col. Scolytidae) in Denmark. *Z. ang. Ent.* 99:123-131.
- Hedgren, P.-O. 2003. Granbarkborren (*Ips typographus*) och naturvården. (The Norway spruce bark beetle (*Ips typographus*) and nature conservation). *Entomologisk tidskrift* 2003, häfte 3, s. 159-165. (In Swedish).
- Hedgren, P.-O. & Schroeder, M. 2004. Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *For. Ecol. Manage.* 203:241-250.
- Jönsson, A.M. 2004. Klimatet och risken för angrepp av granbarkborre. I: Osäkerhet och aktiv riskhantering, Aspekter på osäkerheter och risk i sydsvenskt skogsbruk. Ed. K. Blennow, SUFOR ISBN 91-576-6643-1, pp 45-50.
- Lekander, B. 1955. Skadeinsekternas uppträdande i de av januaristormen 1954 drabbade skogarna. *Meddelanden Från Statens Skogsforskningsinstitut*, Band 45, nr 3, 35 pp.
- Lekander, B. 1972. A mass outbreak of *Ips typographus* in Gästrikland, Central Sweden, in 1945-1952. Institutionen för Skogszoologi, Skogshögskolan, Rapporter och Uppsatser nr 10, 28 pp.

- Mulock, P. & Christiansen, E. 1986. The threshold of successful attack by *Ips typographus* on *Picea abies*: A field experiment. For. Ecol. Manage. 14:125-132.
- Økland, B. & Christiansen, E. 2001. Analysis of data from large-scale trapping of *Ips typographus* 1979-2000. Aktuelt fra Skogforsk 7/01:1-10.
- Palmqvist, E. 1999. Undersökning om sök och plockmetodens omfattning. Projektarbete, Skogsmästarskolan 1999.
- Pettersen, H. & Austarå, Ø. 1975. Overwintering conditions for *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). Reports of the Norwegian Forest Research Institute 31.11: 572-580.
- Schroeder, L.M., Thuresson, T. & Mitsell, N. 2006. Granbarkborrens utnyttjande av vindfällan under första sommaren efter stormen Gudrun. Skogsstyrelsen Rapport nr 15/2006.
- Schroeder, L.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.
- Skogsstatistisk årsbok 2004, Loman, J.O. (ed) 2004. Official statistics of Sweden. National Board of Forestry. Jönköping 2004.
(www.skogsstyrelsen.se/statistics).s
- Trägårdh, I., & Butovitsch, V. 1935. Redogörelse för barkborrekampanjen efter stormhärjningarna 1931-1932. (Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach den Sturmverheerungen 1931-1932). Medd Statens Skogsförsöksanstalt 28, 268 pp.
- Wermelinger, B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. For. Ecol. Manage. 202:67-82.
- Weslien, J. 1992. Effects of mass trapping on *Ips typographus* (L.) populations. Journal of Applied Entomology 114: 228-232.
- Weslien, J. & Regnander, J. 1990. Colonisation densities and offspring production in the bark beetle *Ips typographus* (L.) in standing spruce trees. Journal of Applied Entomology 109: 358-366.
- Weslien, J. & Lindelöw, Å. 1990. Recapture of marked spruce bark beetles (*Ips typographus*) in pheromone traps using area-wide mass trapping. Canadian Journal of Forestry Research 20: 1786-1790.
- Wichmann, L. & Ravn, H.P. 2001. The spread of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark, analysed using GIS. For. Ecol. Manage. 148:31-39.
- Zhang, Q.-H. & Schlyter, F. 2003. Redundancy, synergism, and active inhibitory range of non-host volatiles in reducing pheromone attraction of European spruce bark beetle *Ips typographus*. Oikos 101:299-310.

Av Skogsstyrelsen publicerade Rapporter:

- 1988:1 Mallar för ståndortsbonitering; Lathund för 18 län i södra Sverige
- 1988:2 Grusanalys i fält
- 1990:1 Teknik vid skogsmarkskalkning
- 1991:1 Tätortsnära skogsbruk
- 1991:2 ÖSI; utvärdering av effekter mm
- 1991:3 Utboträffar; utvärdering
- 1991:4 Skogsskador i Sverige 1990
- 1991:5 Contortarapporten
- 1991:6 Participation in the design of a system to assess Environmental Consideration in forestry a Case study of the GREENERY project
- 1992:1 Allmän Skogs- och Miljöinventering, ÖSI och NISP
- 1992:2 Skogsskador i Sverige 1991
- 1992:3 Aktiva Natur- och Kulturvårdande åtgärder i skogsbruket
- 1992:4 Utvärdering av studiekampanjen Rikare Skog
- 1993:1 Skoglig geologi
- 1993:2 Organisationens Dolda Resurs
- 1993:3 Skogsskador i Sverige 1992
- 1993:5 Nyckelbiotoper i skogarna vid våra sydligaste fjäll
- 1993:6 Skogsmarkskalkning – *Resultat från en fyraårig försöksperiod samt förslag till åtgärdsprogram*
- 1993:7 Betespräglad äldre bondeskog – *från naturvårdssynpunkt*
- 1993:8 Seminarier om Naturhänsyn i gallring i januari 1993
- 1993:9 Förbättrad sysselsättningsstatistik i skogsbruket – *arbetsgruppens slutrapport*
- 1994:1 EG/EU och EES-avtalet ur skoglig synvinkel
- 1994:2 Hur upplever "grönt utbildade kvinnor" sin arbetssituation inom skogsvårdsorganisationen?
- 1994:3 Renewable Forests - Myth or Reality?
- 1994:4 Bjursåsprojektet - *underlag för landskapsekologisk planering i samband med skogsinventering*
- 1994:5 Historiska kartor - *underlag för natur- och kulturmiljövård i skogen*
- 1994:6 Skogsskador i Sverige 1993
- 1994:7 Skogsskador i Sverige – *nuläge och förslag till åtgärder*
- 1994:8 Häckfågelinventering i en åkerholme åren 1989-1993
- 1995:1 Planering av skogsbrukets hänsyn till vatten i ett avrinningsområde i Gävleborg
- 1995:2 SUMPSKOG – ekologi och skötsel
- 1995:3 Skogsbruk vid vatten
- 1995:4 Skogsskador i Sverige 1994
- 1995:5 Långsam alkaliserings av skogsmark
- 1995:6 Vad kan vi lära av KMV-kampanjen?
- 1995:7 GROTT-uttaget. Pilotundersökning angående uttaget av trädrester på skogsmark
- 1996:1 Women in Forestry – What is their situation?
- 1996:2 Skogens kvinnor – Hur är läget?
- 1996:3 Landmollusker i jämtländska nyckelbiotoper
- 1996:4 Förslag till metod för bestämning av prestationstal m.m. vid självverksamhet i småskaligt skogsbruk.
- 1997:1 Sjövatten som indikator på markförsurning
- 1997:2 Naturvårdsutbildning (20 poäng) Hur gick det?
- 1997:3 IR-95 – Flygbildsbaserad inventering av skogsskador i sydvästra Sverige 1995
- 1997:5 Miljeu96 Rådgivning. Rapport från utvärdering av miljeurådgivningen
- 1997:6 Effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring – *en litteraturstudie*
- 1997:7 Målgruppsanalys
- 1997:8 Effekter av tungmetallnedfall på skogslevande landsnäckor (*with English Summary: The impact on forest land snails by atmospheric deposition of heavy metals*)
- 1997:9 GIS-metodik för kartläggning av markförsurning – *En pilotstudie i Jönköpings län*
- 1998:1 Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation
- 1998:2 Studier över skogsbruksåtgärdernas inverkan på snäckfaunans diversitet (*with English summary: Studies on the impact by forestry on the mollusc fauna in commercially used forests in Central Sweden*)
- 1998:3 Dalaskog - Pilotprojekt i landskapsanalys
- 1998:4 Användning av satellitdata – *hitta avverkad skog och uppskatta lövrijningsbehov*
- 1998:5 Baskatjoner och aciditet i svensk skogsmark - tillstånd och förändringar
- 1998:6 Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. *With a summary in English: Monitoring of biodiversity in managed forests.*
- 1998:7 Marksvampar i kalkbarrskogar och skogsbeten i Gotländska nyckelbiotoper
- 1998:8 Omgivande skog och skogsbrukets betydelse för fiskfaunan i små skogsbäckar
- 1999:1 Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering
- 1999:2 Internationella konventioner och andra instrument som behandlar internationella skogsfrågor
- 1999:3 Målklassificering i "Gröna skogsbruksplaner" - betydelsen för produktion och ekonomi
- 1999:4 Scenarier och Analyser i SKA 99 - Förutsättningar

- 2000:1 Samordnade åtgärder mot försurning av mark och vatten - Underlagsdokument till Nationell plan för kalkning av sjöar och vattendrag
- 2000:2 Skogliga Konsekvens-Analyser 1999 - Skogens möjligheter på 2000-talet
- 2000:3 Ministerkonferens om skydd av Europas skogar - Resolutioner och deklarationer
- 2000:4 Skogsbruket i den lokala ekonomin
- 2000:5 Aska från biobränsle
- 2000:6 Skogsskadeinventering av bok och ek i Sydsverige 1999
- 2001:1 Landmolluskfaunans ekologi i sump- och myrskogar i mellersta Norrland, med jämförelser beträffande förhållandena i södra Sverige
- 2001:2 Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland
- 2001:3 The proposals for action submitted by the Intergovernmental Panel on Forests (IPF) and the Intergovernmental Forum on Forests (IFF) - in the Swedish context
- 2001:4 Resultat från Skogsstyrelsens ekenkät 2000
- 2001:5 Effekter av kalkning i utströmningsområden *med kalkkross 0 - 3 mm*
- 2001:6 Biobränslen i Söderhamn
- 2001:7 Entreprenörer i skogsbruket 1993-1998
- 2001:8A Skogspolitisk historia
- 2001:8B Skogspolitiken idag - en beskrivning av den politik och övriga faktorer som påverkar skogen och skogsbruket
- 2001:8C Gröna planer
- 2001:8D Föryngring av skog
- 2001:8E Fornlämningar och kulturmiljöer i skogsmark
- 2001:8G Framtidens skog
- 2001:8H De skogliga aktörerna och skogspolitiken
- 2001:8I Skogsbilvägar
- 2001:8J Skogen sociala värden
- 2001:8K Arbetsmarknadspolitiska åtgärder i skogen
- 2001:8L Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
- 2001:8M Skogsbruk och rennäring
- 2001:8O Skador på skog
- 2001:9 Projekterfarenheter av landskapsanalys i lokal samverkan – (LIFE 96 ENV S 367) Uthålligt skogsbruk byggt på landskapsanalys i lokal samverkan
- 2001:11A Strategier för åtgärder mot markförsurning
- 2001:11B Markförsurningsprocesser
- 2001:11C Effekter på biologisk mångfald av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11D Urvalskriterier för bedömning av markförsurning
- 2001:11E Effekter på kvävedynamiken av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11F Effekter på skogsproduktion av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11G Effekter på tungmetallers och cesiums rörlighet av markförsurning och motåtgärder
- 2001:12 Forest Condition of Beech and Oak in southern Sweden 1999
- 2002:1 Ekskador i Europa
- 2002:2 Gröna Huset, slutrapport
- 2002:3 Project experiences of landscape analysis with local participation – (LIFE 96 ENV S 367) Local participation in sustainable forest management based on landscape analysis
- 2002:4 Landskapsekologisk planering i Söderhamns kommun
- 2002:5 Miljöriktig vedeldning - Ett informationsprojekt i Söderhamn
- 2002:6 White backed woodpecker landscapes and new nature reserves
- 2002:7 ÄBIN Satellit
- 2002:8 Demonstration of Methods to monitor Sustainable Forestry, Final report Sweden
- 2002:9 Inventering av frötäktssbestånd av stjärkek, bergesk och rödek under 2001 - Ekdöd, skötsel och naturvård
- 2002:10 A comparison between National Forest Programmes of some EU-member states
- 2002:11 Satellitbildsbaserade skattningar av skogliga variabler
- 2002:12 Skog & Miljö - Miljöbeskrivning av skogsmarken i Söderhamns kommun
- 2003:1 Övervakning av biologisk mångfald i skogen - En jämförelse av två metoder
- 2003:2 Fågelfaunan i olika skogsmiljöer - en studie på beståndsnivå
- 2003:3 Effektivare samråd mellan rennäring och skogsbruk -förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande
- 2003:4 Projekt Nissadalen - En integrerad strategi för kalkning och askspridning i hela avrinningsområden
- 2003:5 Projekt Renbruksplan 2000-2002 Slutrapport, - ett planeringsverktyg för samebyarna
- 2003:6 Att mäta skogens biologiska mångfald - möjligheter och hinder för att följa upp skogspolitiken miljösmål i Sverige
- 2003:7 Vilka botaniska naturvärden finns vid torplämningar i norra Uppland?
- 2003:8 Kalkgranskogar i Sverige och Norge – förslag till växtsociologisk klassificering
- 2003:9 Skogsägare på distans - Utvärdering av SVO:s riktade insatser för utbör
- 2003:10 The EU enlargement in 2004: analysis of the forestry situation and perspectives in relation to the present EU and Sweden
- 2004:1 Effektoppföljning skogsmarkskalkning tillväxt och trädvitalitet, 1990-2002
- 2004:2 Skogliga konsekvensanalyser 2003 - SKA 03
- 2004:3 Natur- och kulturinventeringen i Kronobergs län 1996 - 2001

- 2004:4 Naturlig föryngring av tall
- 2004:5 How Sweden meets the IPF requirements on nfp
- 2004:6 Synthesis of the model forest concept and its application to Vilhelmina model forest and Barents model forest network
- 2004:7 Vedlevande arters krav på substrat - sammanställning och analys av 3.600 arter
- 2004:8 EU-utvidgningen och skogsindustrin - En analys av skogsindustrins betydelse för de nya medlemsländernas ekonomier
- 2004:9 Nytt nummer se 2005:1
- 2004:10 Om virkesförrådets utveckling och dess påverkan på skogsbrukets lönsamhet under perioden 1980-2002
- 2004:11 Naturskydd och skogligt genbevarande
- 2004:12 När vi skogspolitiken mångfaldsmål på artnivå? - Åtgärdsförslag för uppföljning och metodutveckling
- 2005:1 Access to the forests for disabled people
- 2005:2 Tillgång till naturen för människor med funktionshinder
- 2005:3 Besökarstudier i naturområden - en handbok
- 2005:4 Visitor studies in natureareas - a manual
- 2005:5 Skogshistoria år från år 1177-2005
- 2005:6 Vägar till ett effektivare samarbete i den privata tätortsnära skogen
- 2005:7 Planering för rekreation - Grön skogsbruksplan i privatägd tätortsnära skog
- 2005:8a-8c Report from Proceedings of ForestSAT 2005 in Borås May 31 - June 3
- 2005:9 Sammanställning av stormskador på skog i Sverige under de senaste 210 åren
- 2005:10 Frivilliga avsättningar - en del i Miljö kvalitetsmålet Levande skogar
- 2005:11 Skogliga sektorsmål - förutsättningar och bakgrundsmaterial
- 2005:12 Målbilder för det skogliga sektorsmålet - hur går det med bevarandet av biologisk mångfald?
- 2005:13 Ekonomiska konsekvenser av de skogliga sektorsmålen
- 2005:14 Tio skogsägares erfarenheter av stormen
- 2005:15 Uppföljning av skador på fornlämningar och övriga kulturlämningar i skog
- 2005:16 Mykorrhizasvampar i örtrika granskogar - en metodstudie för att hitta värdefulla miljöer
- 2005:17 Forskningsseminarium skogsbruk - rennäring 11-12 augusti 2004
- 2005:18 Klassning av renbete med hjälp av ståndortsboniteringens vegetationstypsindelning
- 2005:19 Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort
- 2006:1 Kalkning och askspridning på skogsmark - redovisning av arealer som ingått i Skogsstyrelsens försöksverksamhet 1989-2003
- 2006:2 Satellitbildsanalys av skogsbilvägar över våtmarker
- 2006:3 Myllrande Våtmarker - Förslag till nationell uppföljning av delmålet om byggande av skogsbilvägar över värdefulla våtmarker
- 2006:4 Granbarkborren - en scenarioanalys för 2006-2009

Av Skogsstyrelsen publicerade Meddelanden:

- 1991:2 Vägplan -90
- 1991:3 Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
– Efterfrågade tjänster på en öppen marknad
- 1991:4 Naturvårdshänsyn – Tagen hänsyn vid slutavverkning 1989–1991
- 1991:5 Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag
- 1992:1 Svanahuvudsvägen
- 1992:2 Transportformer i väglöst land
- 1992:3 Utvärdering av samråden 1989-1990 /skogsbruk – rennäring
- 1993:2 Virkesbalanser 1992
- 1993:3 Uppföljning av 1991 års lövträdsplantering på åker
- 1993:4 Återväxttaxeringarna 1990-1992
- 1994:1 Plantinventering 89
- 1995:2 Gallringsundersökning 92
- 1995:3 Kontrolltaxering av nyckelbiotoper
- 1996:1 Skogsstyrelsens anslag för tillämpad skogsproduktionsforskning
- 1997:1 Naturskydd och naturhänsyn i skogen
- 1997:2 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1996
- 1998:1 Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitiken
- 1998:2 Skogliga aktörer och den nya skogspolitiken
- 1998:3 Föryngringsavverkning och skogsbilvägar
- 1998:4 Miljöhänsyn vid föryngringsavverkning - Delresultat från Polytax
- 1998:5 Beståndsanläggning
- 1998:6 Naturskydd och miljöarbete
- 1998:7 Röjningsundersökning 1997
- 1998:8 Gallringsundersökning 1997
- 1998:9 Skadebilden beträffande fasta fornlämningar och övriga kulturmiljövärden
- 1998:10 Produktionskonsekvenser av den nya skogspolitiken
- 1998:11 SMILE - Uppföljning av sumpskogsskötsel
- 1998:12 Sköter vi ädellövskogen? - Ett projekt inom SMILE
- 1998:13 Riksdagens skogspolitiska intentioner. Om mål som uppdrag till en myndighet
- 1998:14 Swedish forest policy in an international perspective. (Utfört av FAO)
- 1998:15 Produktion eller miljö. (En mediaundersökning utförd av Göteborgs universitet)
- 1998:16 De trädbevuxna impedimentens betydelse som livsmiljöer för skogslevande växt- och djurarter
- 1998:17 Verksamhet inom Skogsvårdsorganisationen som kan utnyttjas i den nationella miljöövervakningen
- 1998:18 Auswertung der schwedischen Forstpolitik 1997
- 1998:19 Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1998
- 1999:1 Nyckelbiotopsinventeringen 1993-1998. Slutrapport
- 1999:2 Nyckelbiotopsinventering inom större skogsbolag. En jämförelse mellan SVOs och bolagens inventeringsmetodik
- 1999:3 Sveriges sumpskogar. Resultat av sumpskogsinventeringen 1990-1998
- 2001:1 Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2000
- 2001:2 Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling
- 2001:3 Kontrollinventering av nyckelbiotoper år 2000
- 2001:4 Åtgärder mot markförsurning och för ett uthålligt brukande av skogsmarken
- 2001:5 Miljöövervakning av Biologisk mångfald i Nyckelbiotoper
- 2001:6 Utvärdering av samråden 1998 Skogsbruk - rennäring
- 2002:1 Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter - SUS 2001
- 2002:2 Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av områdesskydd, frivilliga avsättningar, samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkning
- 2002:3 Recommendations for the extraction of forest fuel and compensation fertilising
- 2002:4 Action plan to counteract soil acidification and to promote sustainable use of forestland
- 2002:5 Blir er av
- 2002:6 Skogsmarksgödsling - effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljö
- 2003:1 Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2002
- 2003:2 Konsekvenser av ett förbud mot permetrinbehandling av skogsplanter
- 2004:1 Kontinuitetsskogar - en förstudie
- 2004:2 Landskapsekologiska kärnområden - LEKO, Redovisning av ett projekt 1999-2003
- 2004:3 Skogens sociala värden
- 2004:4 Inventering av nyckelbiotoper - Resultat 2003

Beställning av Rapporter och Meddelanden

Skogsstyrelsen,
Förlaget
551 83 JÖNKÖPING
Telefon: 036 – 15 55 92
vx 036 – 15 56 00
fax 036 – 19 06 22
e-post: sksforlag.order@skogsstyrelsen.se
www.skogsstyrelsen.se

I Skogsstyrelsens författningssamling (SKSFS) publiceras myndighetens föreskrifter och allmänna råd. Föreskrifterna är av tvingande natur. De allmänna råden är generella rekommendationer som anger hur någon kan eller bör handla i visst hänseende.

I Skogsstyrelsens Meddelande-serie publiceras redogörelser, utredningar m.m. av officiell karaktär. Innehållet överensstämmer med myndighetens policy.

I Skogsstyrelsens Rapport-serie publiceras redogörelser och utredningar m.m. för vars innehåll författaren/författarna själva ansvarar.

Skogsstyrelsen publicerar dessutom fortlöpande: Foldrar, broschyrer, böcker m.m. inom skilda skogliga ämnesområden.

Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen Skogseko.

Till följd av stormen Gudrun bedöms risken för angrepp på levande skog av granbarkborren (*Ips typographus*) att öka från och med år 2007. Tillgången på nya stormfällda granar förväntas då vara begränsad, samtidigt som populationen granbarkborrar beräknas ha ökat till följd av 2 år med goda förökningsmöjligheter i stormfällt virke. Syftet med den här rapporten har varit att ta fram modellberäkningar för hur volymen dödade träd påverkas vid olika scenarier. På grund av stora osäkerheter i ingående variabler kan prognoser inte göras. I rapporten presenteras därför projektioner för den potentiella utvecklingen fram till år 2009 utifrån givna antaganden. I diskussionen sätts resultaten från scenarionanalysen i relation till hur upparbetning av stormfälld skog, bekämpningsåtgärder, lokal variation i förekomst av barkborrar och tillgång på yngelmaterial, väderlek och naturliga fiender påverkar utvecklingen.