



Svampar och insekter

Rapport från Future Forests 2009–2012

Christer Björkman och Jan Stenlid (redaktörer)

Future Forests Rapportserie 2013:5

Svampar och insekter
Rapport från Future Forests 2009-2012

Christer Björkman och Jan Stenlid (vetenskapliga redaktörer)

Författare:
Anges för respektive artikel. Icke namngivna texter är författade av Mats Hannerz/Silvinformation.

Adress:
SLU, Future Forests
Skogsmarksgränd, 901 83 Umeå

december 2013
SLU, Future Forests

Future Forests Rapportserie 2013:5
ISBN: 978-91-576-9195-8

Vid citering uppge:
Björkman, C. & Stenlid, J. (red.) (2013). Svampar och insekter Rapport från Future Forests 2009-2012. Future Forests rapportserie 2013:5. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, 44 sidor.

Rapporten kan laddas ned från
www.slu.se/futureforests

Epost:
christer.bjorkman@slu.se, jan.stenlid@slu.se

Ansvarig utgivare: Annika Nordin, programchef Future Forests

Finansiärer:
Future Forests (med stöd från Mistra, SLU, Umeå universitet, Skogforsk, svenskt skogsbruk)

Grafisk form: Jerker Lokrantz/Azote

Layout och textredigering: Mats Hannerz/Silvinformation.

Framsida: Larv av röda tallstekeln, foto Christer Björkman. Rotröta, foto Mats Hannerz/Silvinformation.



Annika Nordin. Foto Jenny Svernmås-Gillner, SLU.

Future Forests första fas har gått i mål. År 2009 startade det som skulle växa till ett unikt program inom svensk skogsforskning. Unikt eftersom det strävar efter att integrera olika synsätt och forskningsdiscipliner för att lösa gemensamma problem och målkonflikter. Unikt också i sin omfattning. Under de fyra åren har ett 70-tal forskare haft hela eller delar av sin forskning inom programmet, förutom de forskare och experter som varit knutna till olika tematiska arbetsgrupper. Till sitt förfogande har de haft en budget på drygt 140 miljoner kronor.

I Future Forests har biologer, samhällsvetare, filosofer, statistiker, produktionsforskare, hydrologer, ingenjörer, kommunikatörer och många fler arbetat sida vid sida.

De mest integrerade delarna har utförts inom ForSA, Centret för analys och syntes av skogliga system. ForSAs synteser bygger i sin tur till stor del på forskningsresultat från de tio delprojekten inom programmet.

Delprojektens forskning har huvudsakligen redovisats i vetenskapligt granskade tidskrifter. Det är ju så forskare arbetar för att garantera att resultaten blir kvalitets säkrade. I denna serie presenterar vi resultaten i lite mer lättsmält format, delprojekt för delprojekt. Den som vill fördjupa sig kan läsa mer i den imponerande rad av artiklar som citeras. Det går också utmärkt att ta kontakt direkt med forskarna. De ställer gärna upp och berättar mer.

Denna rapport presenterar delprojektet **Svampar och insekter**

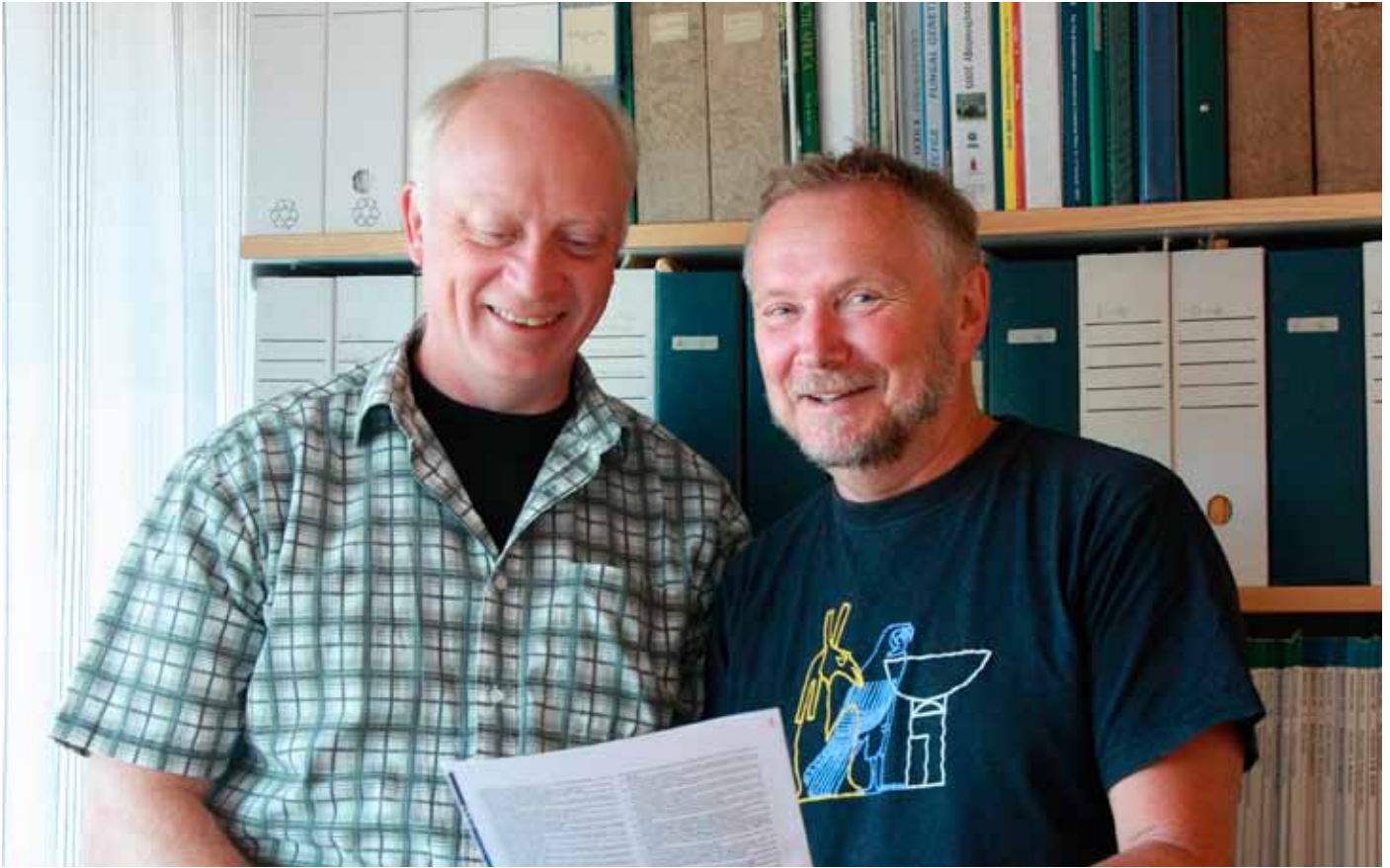
Umeå i december 2013

Annika Nordin, programchef för Future Forests

Innehåll

Programledaren har ordet.....	3
Projektledarna - “Man kan förvänta sig ökade skador”.....	5
Användarna - “Vi är beroende av samarbete med forskningen”.....	8
Ekologiska risker med nya trädslag.....	9
Invasiva arter i en föränderlig värld.....	12
Ekologisk teori och modellering som verktyg för skogsskyddet mot insekter.....	14
Vindfällan och konkurrens styr antalet granbarkborrar.....	16
Angreppen av mätare kan förutsägas.....	18
Enkla åtgärder kan rädda hästkastanjen.....	20
Varmare klimat kan stoppa tallstekeln.....	22
Historiska data kan lära oss hur insekter reagerar på ett förändrat klimat.....	24
Modellering av risker för nya arter i ett förändrat klimat.....	26
Nya insikter om rotröta.....	28
Bättre koll på luftens svampar med sporfällor.....	30
Tallbarrens svampkarta ritas om.....	32
Askskottsjuka visar riskerna med global handel.....	34
Publikationer från Future Forests - svampar och insekter.....	36
Medarbetare i Future Forests - svampar och insekter.....	43

“Man kan förvänta sig ökade skador”



Christer Björkman (tv) och Jan Stenlid: “Allmänheten måste inse riskerna med införsel av nya skadegörare”. Foto Mats Hannerz.

Rotröta och snytbagge är de skadegörare som orsakar de största förlusterna (1 respektive en halv miljard kr/år) för svenskt skogsbruk i dagsläget. I andra delar av världen kan skadegörarna kosta ännu mer. Mountain pine beetle och southern pine beetle är exempel från Nordamerika; skadorna ökar och har spritts till helt nya områden. Problemen uppmärksammas på förstasidorna av de stora tidningarna, som New York Times.

Även i Europa finns en ökande oro när det gäller skadegörare i skogen, framför allt kring så kallade invasiva arter. I Storbritannien orsakade askskottsjukan en mediestorm när den upptäcktes under 2012 och det har lett till att konsumenterna har börjat fråga efter ursprunget till de växter de köper till sina trädgårdar.

Globaliseringen av handel och transporter av växtmaterial har gjort att nya skadegörare importeras i snabbt

ökande takt. Riskerna med invasiva arter hotar världsekonomin då rörligheten av varor kan behöva begränsas, något som uppmärksammas av internationella organ som Världsbanken.

Ökade skador att vänta

Svenska skogar har i ett internationellt perspektiv varit ganska förskonade från svamp- och insektsskador. De pågående klimatförändringarna gynnar många svampar och insekter, och man kan förvänta sig både att skadorna kommer att öka och att nya arter kan överleva hos oss. Syftet med vår forskning inom fas 1 av Future Forests har varit att försöka besvara frågor och sammanställa kunskap som belyser hur skadegörarproblemen i skogen kan förväntas utvecklas i framtiden.

En viktig ansats har varit att utveckla och testa modeller som kan användas generellt för olika skadegörare, men

också att validera specifika modeller för särskilt viktiga sjukdomar som t.ex rottröta på gran.

Risker med exoter

I den här rapporten sammanfattar vi vad som kommit fram kring skadliga svampar och insekter. En potentiellt viktig förändring är införandet av exotiska trädslag i större skala, framför allt i södra Sverige. De ekologiska riskerna med exotiska trädslag är stora även om det inte alltid är just skadegörarna som utgör den största risken. Hybridisering med inhemska arter och invasivitet är två andra risker.

Nya skadegörare har invaderat Europa i allt snabbare takt under de senaste årtiondena. Under Future Forests första fas har vi analyserat olika steg i den processen och även visat på behov som finns i samhället för att motverka att fler skadegörare kommer hit och även hur vi kan begränsa spridningen. Inte minst viktigt är att allmänheten förstår riskerna och ser ett värde i att samhället begränsar införseln av nya skadegörare.

Nya arter får gynnsamma betingelser

En av våra modellansatser är att anpassa en generell livscykel och miljökravsmodell till förhållandena i Sverige. Modellen ger oss möjlighet att förutspå riskerna med ett förändrat klimat i termer av miljöbetingelser som gör det möjligt för nya skadegörare att etablera sig i Sverige och resten av norra Europa.

När vi tillämpade modellen på några av de vanligaste skadesvamparna på tall som ännu inte orsakat skador i Sverige såg vi att skadesvampen *Sphaeropsis sapinea* kommer att få mycket mer gynnsamma betingelser i framtiden. Vi har inom programmet också hittat den på flera platser i södra Sverige.

En insektsart som nyligen invandrat, troligen införd via transporter, till Sverige är hästkastanjemalen. Insekten har på bara några årtionden gått från att ha varit helt okänd till att bli en allvarlig skadegörare över nästan hela Europa. Vi har använt den här arten för att förstå dynamiken vid införande av nya skadegörare.

Asken har blivit rödlistad

Vi har också arbetat med askskottsjuka som var okänd för vetenskapen till för ungefär 20 år sedan, men som

nu finns över nästan hela askens utbredningsområde i Europa. Svampens ursprung tycks vara östra Asien, där den är en harmlös nedbrytare av askförna från de lokala askarterna. I Europa har den däremot kommit i obalans med sitt nya värdträd och dödat så många träd att asken nu finns på rödlistan över hänsynskrävande arter.

Stort värde av långa tidsserier

Effekter av klimatförändring är inte alltid så lätta att förutse. Det är inte bara insektskadegörare som påverkas utan också värdträd och naturliga fiender. För att kunna göra analyser av de här komplexa systemen över lång tid behövs modellering och tillgång till långa dataserier. Vi har bland annat analyserat en 50 år lång dataserie från Ungern. Där kunde vi konstatera att tallskottvecklare och ekproceSSIONsspinnare har haft motsatta trender i förekomst över perioden. Det hänger ihop med olika temperaturkrav hos arterna.

Tallstekeln är ett exempel på en skadegörare som troligen missgynnas av ett varmare klimat. Förklaringen kan ligga i komplexa samband mellan larverna, tallens försvar och naturliga fiender.

En annan intressant lång tidsserie rör utbrott av mätarlarver på björk i Finland, Norge och Sverige. Tidsserien har kopplats till angreppsdata för hela Europa, och visade att angreppen är synkroniserade över stora områden i form av en öst-västlig utbrottsvåg.

Efter stormen Gudrun fick granbarkborren några år av utbrott i södra Sverige. Vi har under Future Forests första fas arbetat med att analysera övervakningsdata om granbarkborren och kunnat konstatera att mängden vindfällen och konkurrens om yngelmateriale är viktiga komponenter i dynamiken.

Robust modell för rottröta

Rottröta på gran är en av våra allvarligaste sjukdomar i skogen. Inom programmet har vi testat en beräkningsmodell där man kan förutsäga rötutvecklingen i enskilda bestånd över tid. Vi kunde konstatera att modellen är robust för utvecklingen i typiska granbestånd och att den ger realistiska utfall.

Vi har också följt upp äldre fältförsök med skyddsbehandling mot rottröta och kunde konstatera att behand-

lingen är effektiv när det gäller att stoppa rötspridning från gallringsstubbar till den kvarstående skogen.

Ett annat område som vi arbetat med är att rötade granträd investerar stora resurser i att begränsa rötspridningen i stammen. Det gör att kraftigt rötade träd tappar rejält i tillväxt jämfört med friska.

Ny teknik för artbestämning av svampar

För att kunna följa dynamiken i svampfloran har vi under Future Forests första fas utvecklat ett system för att fånga svampsporer i särskilda sporfällor. Dessa vittjas regelbundet och innehållet analyseras med DNA-teknik där flera hundra tusen artbestämningar kan göras parallellt.

Tekniken har således en mycket hög potential och vi kan konstatera att den fungerar för att fånga in sporer av flera av våra vanligaste skadesvampar. I förlängningen kan det här stödja analysen av nya arter men också erbjuda en väg att följa dynamiken i etablerade skadegörare.

DNA-tekniken har också använts för att analysera förekomsten av olika svamparter i tallbarr. Vi har sett att det finns flera tidigare okända arter som är associerade med skadesymptom på tallbarr men också att svampfloran skiljer sig åt i norra och södra delarna av Sverige. I ljuset av ett förändrat klimat kan den här informationen ge upplysning om hur svampangreppen i tall förändras över tid.

Arbetet fortsätter

I nästa fas av Future Forests kommer vi att fortsätta analysen av riskerna med nya införda arter. Vi kommer också att jobba vidare med de modellverktyg och tidsserier som tagits fram under fas ett. Hur val av skogsbruksmetod påverkar risken för svamp- och insektsangrepp kommer även att undersökas. Slutligen ska vi vidareutveckla analysen av sporfällor och identifieringen av svamparter med hjälp av DNA-teknik.

Jan Stenlid och Christer Björkman

Koordinatorer av Future Forests Svampar och insekter

“Vi är beroende av samarbete med forskningen”

Hur ska vi skydda våra skogar mot nya sjukdomar och skadegörare utifrån? Sanna Black-Samuelsson är Skogsstyrelsens expert på skogsgenetik och handel med skogsodlingsmaterial. Och just handeln är en riskfaktor, både svampsjukdomar och skadeinsekter har förts in i nya områden med levande plantor. Till och med frön kan vara bärare av svampsjukdomar.

I Sverige ansvar Jordbruksverket för växtskyddslagstiftningen och gränskontrollerna vid import av skogsodlingsmaterial. Skogsstyrelsens roll är i första hand övervakning och rådgivning för att förebygga, hantera och begränsa utbrotten. Med skogsvårdslagens hjälp kan Skogsstyrelsen också besluta om skyddsåtgärder vid insektsutbrott. Alla beslut måste vila på kunskap.

– När det dyker upp nya skadegörare måste vi snabbt samla in tillgänglig information och samtidigt söka nya svar där det saknas kunskap. Där är vi beroende av samarbetet med forskarna, säger Sanna Black-Samuelsson, som själv har en forskarbakgrund från SLU.

Ett exempel på snabba åtgärder var när barrskogsnunnan härjade i östra Skåne i slutet av 1990-talet. Skogsstyrelsens insektsexpert Gunnar Isacson tog då kontakt med SLU och kunde sedan gå ut med råd om metoder för inventering, skadeprognos och bekämpning. Med biologisk bekämpning kunde nunneangreppen stoppas och tallen räddas.

Att snabba åtgärder ger resultat visades också när askskottsjukan dök upp i Storbritannien under 2012. Myndigheterna reagerade snabbt och reglerade handeln, och kunde stoppa en mer explosionsartad spridning. I Sverige har Skogsstyrelsen också agerat mot askskottsjukan. I en rapport från i somras sammanfattas myndighetens rekommendationer till skogsägare. Bland annat uppmärksammades en nationell insamling av resistent askar.

Globalisering, klimatförändringar och handel innebär alltid en risk för nya sjukdomar och skadegörare. Tallvednematoden är exempel på en art som skulle kunna ställa till mycket skada i vårt land, och därför är den också omgiven av strikta importregler. Men det finns också en mängd ”laglösa kryp”, som Sanna



Sanna Black-Samuelsson. Foto Johan Samuelsson.

Black-Samuelsson kallar den stora mängd insekter som inte omfattas av nationella eller EU-regler. Lärkborren, björkstekeln och lilla granbarkborren är exempel på potentiella skadegörare där det behövs mer kunskap.

Sanna Black-Samuelsson har följt Future Forests forskning med stort intresse, och lyfter inte minst fram den tvärvetenskapliga studien om främmande trädslag. Den ser hon som ett paradexempel på hur naturvetenskaplig och samhällsvetenskaplig forskning tillsammans sammanställer fakta som kan användas som en grund för myndigheternas rådgivning och beslut.

– Vi behövde en ordentlig genomlysning av främmande trädslag, både om de positiva effekter de kan ha, och de risker de innebär. Rapporten från Future Forests är därför mycket värdefull, säger hon.

Future Forests är ett tidsbegränsat projekt. Sanna Black-Samuelsson hade gärna sett en långsiktig verksamhet för övervakning och kunskapsuppbyggnad om svampar och skadeinsekter.

– Det behövs en stabil finansiering. Jag hoppas att det fortsätter att vara ett prioriterat forskningsfält, avslutar hon.

Ekologiska risker med nya trädslag

av Christer Björkman, Adam Felton, Johanna Boberg och Olof Widenfalk

Introduktion av nya trädslag innebär alltid en ekologisk risk, men frågan är om risken uppvägs av fördelar som hög virkesproduktion eller odlings säkerhet i ett förändrat klimat. Future Forests gjorde en riskanalys av fyra främmande trädslag och konstaterade att alla medför en eller flera ekologiska risker. Risker och osäkerheter gör att trädslagen bör introduceras i små steg, där det blir möjligt att löpande utvärdera risker och minimera eventuella negativa effekter.

Den svenska skogen är till över 80 % uppbyggd av trädslagen gran och tall. Lägger vi till björken så når vi upp till hela 93 % av det samlade virkesförrådet. Gran och tall fungerar bra, de är naturligt anpassade till vårt ekosystem, och vi har lärt oss att utnyttja dem i de industriella processerna. Varför då experimentera med fler arter, varav många inte är naturliga i svensk miljö?

Alltid flyttat träd

Människan har alltid flyttat träd och andra grödor. Skälen har varit många – nya trädslag kan stå för utsmäckning på tomter och i parker, grödor ger produkter som inte kan ersättas med inhemska arter, och nya arter kan ibland producera bättre än de ursprungliga.

Det svenska skogsbruket har ”berikats” med flera nya trädslag under det senaste århundradet. I våra skogar, och särskilt i närheten av bebyggelse, hittar man gamla lärkar, popplar och douglasgranar, men oftast bara i begränsad omfattning. I och med 1970- och 80-talens storskaliga plantering av contortatall har nya trädslag fått en mer praktisk betydelse. Idag är contortatallen vårt tredje största barrträd, och vårt sjunde största trädslag, i samma storleksordning som bok.

Andra trädslag som planteras i större skala idag är hybridlärk, sibirisk lärk, hybridasp, Douglasgran och Sitka-gran. Lärkarna räknas i skogsvårdslagen som inhemska då de växte i Sverige före istiden. De andra arterna är dock införda från andra kontinenter. Introduktionen av nya trädslag motiveras ibland med riskspridning. En ensidig odling av gran kan göra skogen sårbar för klimatförändringar, stormskador och insektsangrepp.



Christer Björkman. Foto Tor Jonsson.

Men ger nya trädslag bara en positiv spridning av riskerna eller är det nya risker som introduceras?

Risk för invasivitet

Det finns åtskilliga exempel i världen på att introducerade trädslag blivit ”invasiva”. Det betyder att de har förmåga att sprida och etablera sig i nya miljöer på bekostnad av inhemska arter. Av världens trädslag räknas ungefär 400 arter som potentiellt invasiva. Bland barrträden har det visat sig att flera kommersiellt använda arter är särskilt benägna att bli naturaliserade och invadera nya miljöer.

Det är viktigt att skaffa så mycket kunskap som möjligt om de ekologiska riskerna innan storskaliga introduktioner görs.

Svampar och insekter

Future Forests utvärderade de potentiella riskerna med att införa fyra exotiska trädslag i större skala i södra Sverige. Analysen utgick från scenariot att en betydande andel av den mark som idag är planterad med gran ersätts av antingen sykomorlönn, Douglasgran, hybridasp eller hybridlärk.

De ekologiska riskerna utvärderades för ett antal frågor:

1. Hur förändras artsammansättningen och mångfalden för olika skogsberoende organismgrupper?

2. Finns det risk att trädslaget blir invasivt?
3. Finns det risk för hybridisering med inhemska trädslag?
4. Ökar risken för skador och utbrott av patogena svampar och insektsskadegörare?

Här sammanfattar vi riskerna för de studerade trädslagen. En utförligare beskrivning finns i Felton *et al.* (2013).

Hybridasp

Den största ekologiska risken är, enligt vår bedömning, att hybrid Aspen ska hybridisera med vanlig asp. En utspädning av aspen genom och en spridning av invasiva hybrider kan bli oönskade konsekvenser av en mer storskalig plantering av hybridasp.

Effekterna på biologisk mångfald bör vara positiva jämfört med monokulturer av gran, både på bestånd- och landskapsnivå. Under etableringsfasen får undervegetationen chans att utvecklas, och när aspen blir äldre gynnas många organismer som är beroende av både levande och död asp.

De genotyper av hybridasp som odlas verkar vara mer resistent mot skadegörare men det kan naturligtvis leda till utveckling av anpassningar hos skadegörarna. De flesta insekter och svampar som är skadegörare idag anses kunna hanteras eller orsaka tolererbara skador.

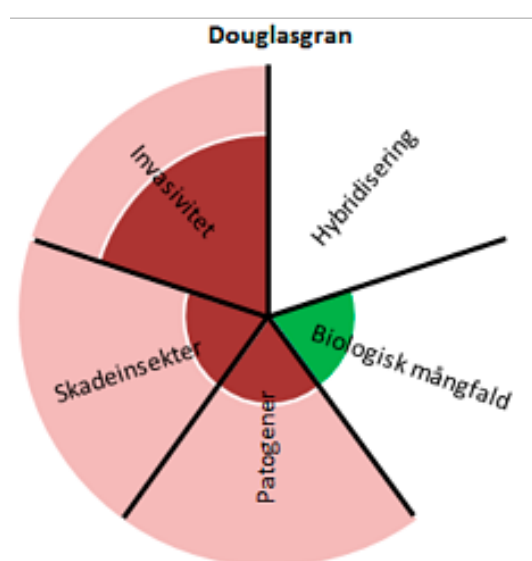
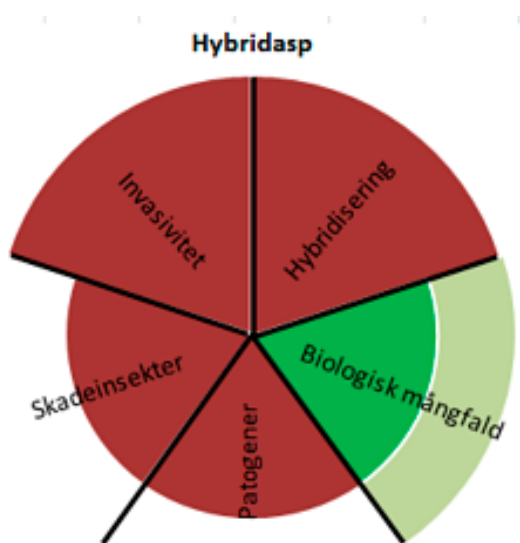
Douglasgran

Douglasgranen anses som en högriskart när det gäller invasivitet samt svamp- och insektsskador. De faktiska riskerna är också svåra att bedöma, det råder en hög grad av osäkerhet i skattningen.

I Sverige har vi hittills inte sett tendenser till invasivitet, men det finns tydliga exempel från kontinentala Europa.

Den biologiska mångfalden påverkas generellt negativt.

Det finns ett antal skadeinsekter och svampsjukdomar som har potential att bli allvarliga skadegörare på Douglasgran. Snyttbaggen är ett exempel. Problemen med skyttesvampen *Phaeocryptopus gaeumannii* verkar öka globalt, och orsakar stora problem i delar av USA och på Nya Zeeland.



Diagrammen visar ekologiska risker och osäkerheter (svag färg) med att införa exotiska trädslag i södra Sverige på marker där det idag växer gran. Rött innebär en negativ påverkan och grönt en positiv.

Sykomorlön

Sykomorlönnen anses vara en introducerad art i Sverige men den kom hit redan under 1800-talet och blev snart naturaliserad. Det finns idag drygt 140 hektar skogsmark planterad med sykomorlön. Arten anses kunna sprida sig in i Sverige på naturlig väg.

Den största ekologiska risken är artens förmåga att vara invasiv, något man redan kunnat konstatera i Sverige. När den väl är etablerad är den svår att utrota med normal röjning eller avverkning, eftersom den skjuter nya stubbskott med stor kraft.

Risken för hybridisering är liten eftersom det finns naturligt utvecklade genetiska barriärer till närstående arter.

Riskerna för skadegörare anses vara låga. Vissa svamparter kan dock växa på sykomorlön och skulle kunna sprida sig in i bestånd med mer känsliga träd. Hur inhemska skadeinsekter skulle reagera om det planterades stora bestånd med sykomorlön är svårt att förutse. Om arten blir vanlig ökar också risken att insektspopulationer byggs upp och orsakar skador.

Den biologiska mångfalden bör kunna gynnas av sykomorlön i jämförelse med monokulturer av gran. Trädslaget erbjuder resurser för ett stort antal arter och släpper ner ljus till marken.

Hybridlärk

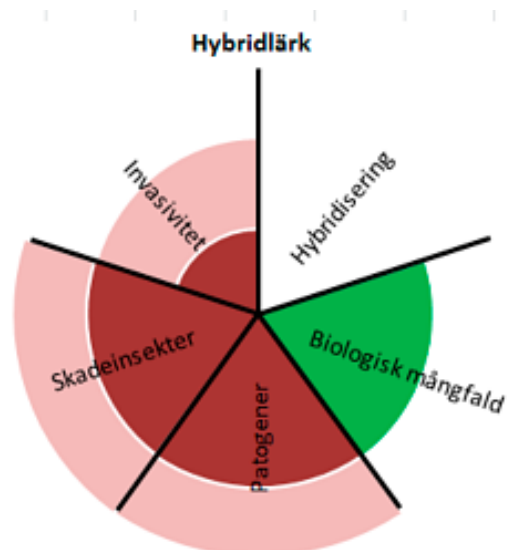
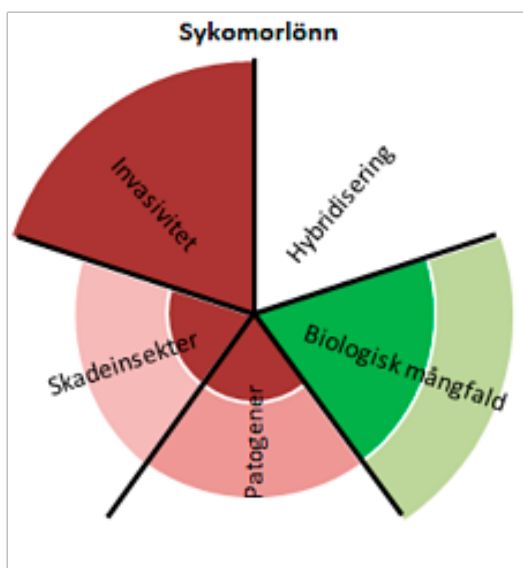
Hybridlärken har i stort sett samma skadegörare som andra europeiska lärkträdsarter. Vissa har potential att orsaka allvarliga skador, t.ex. snytbagge, lärkborre och rotröta. Det finns en potentiell risk associerad med patogener av släktet *Phytophthora*. I Storbritannien har japansk lärk drabbats av stora utbrott, men om hybridlärken är mottaglig eller inte är för närvarande inte känt.

Risken för invasivitet är medelhög.

Hybridiseringsrisken är obefintlig eftersom det inte finns några inhemska närstående arter.

Den biologiska mångfalden bör påverkas positivt genom att undervegetationen är mer utvecklad i ett lärkbestånd jämfört med ett granbestånd.

Foto Mats Hannerz.



Invasiva arter i en föränderlig värld

av Maartje Klapwijk, Tea Ammunét, Johanna Boberg och Jonàs Oliva

Världen har aldrig förändrats så snabbt som den gör idag. Det är inte bara klimatet som blir varmare. Vår handel med varor och tjänster mellan kontinenter slår alla tidigare rekord. Men handeln är inte riskfri. Det finns alltid fripassagerare som kan följa med från en världsdel till en annan. De flesta arter (ungefär 90 %) är ganska ofarliga, och överlever inte i den nya miljön. Men det finns de som lyckas etablera sig och ställa till problem. Sprider de sig och påverkar miljön i det nya området kallar vi dem invasiva.

Invasiva arter är ett område som måste tacklas från många håll. Det handlar inte bara om biologisk kunskap, utan också om hur vi människor med lagar och handlingar hindrar deras spridning. Inom Future Forests gjorde vi en tvärvetenskaplig analys av problemet med invasiva arter, där ekologer och samhällsvetare tillsammans försökte få en djupare förståelse för problemen och de möjliga lösningarna.



Invasionsprocessen sker i flera steg, och varje steg kräver sina åtgärder för att hindra den nya arten från att introduceras och så småningom bli invasiv.

Transport

Den globala handeln mellan kontinenter är en av de främsta orsakerna till att främmande arter introduceras i nya miljöer. Handeln med trä, träprodukter och levande växter är förmodligen den viktigaste transportvägen för skadeinsekter och patogena svampar (Santini *et al.* 2012)

Nya Zeeland och Australien har en sträng gränskontroll, och lyckas ofta stoppa nya arter. De har dessutom stor hjälp av en naturlig barriär – havet. För Europa, liksom för Nord- och Sydamerika, är utmaningen större eftersom så mycket handel sker via landtransporter – och över nationsgränser. Det är en svår uppgift för lagstiftarna på de olika kontinenterna att komma överens om gemensamma regelverk för att skydda gränserna. En bättre kontroll av godstransporterna är dock nödvändigt för att stoppa fripassagerare.

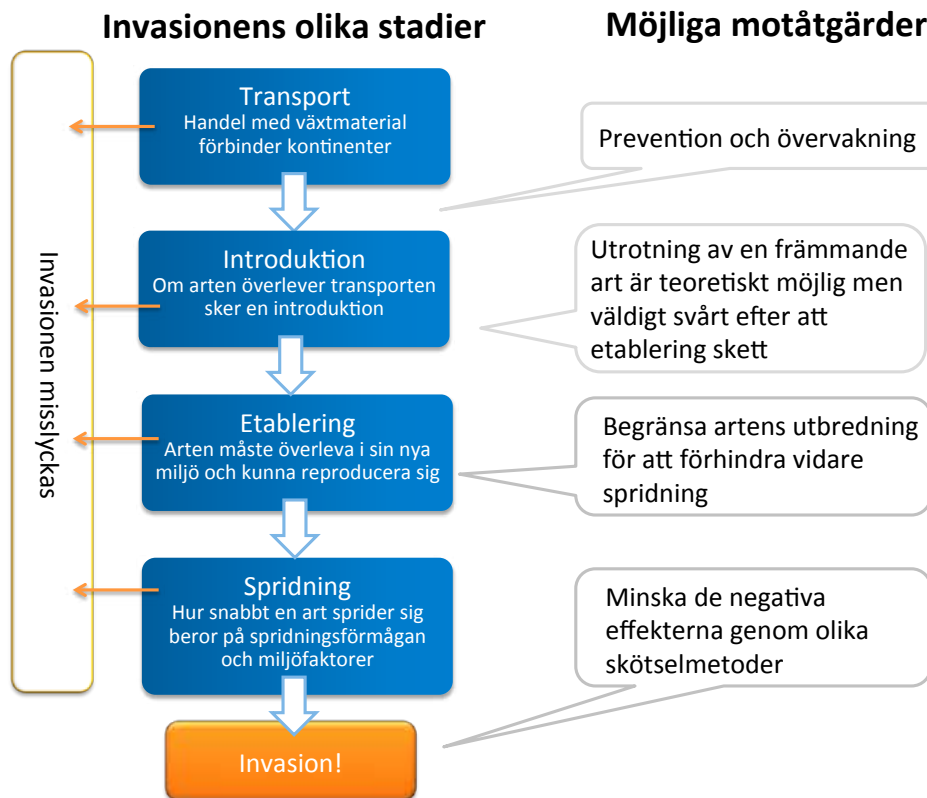
Introduktion

Nästa steg i invasionskedjan är introduktionen av en ny art. Långtifrån alla arter lyckas etablera sig i den nya miljön. I det här steget är det viktigt med övervakning av nya potentiella arter, till exempel med fällfångst kring platser där de förväntas dyka upp. Det är många arter som introduceras, men få som så småningom blir allvarliga hot.

Etablering

Under den här fasen lyckas arten överleva och föröka sig. Det är en förutsättning för att den ska sprida sig. Hur väl den lyckas beror på abiotiska och biologiska faktorer i omgivningen, vilket exemplet med hästkastanjen visar (se artikeln av Ammunét i denna rapport). Många patogena svampar kan finnas oupptäckta under lång tid, innan de till slut börjar angripa sina värdväxter i större omfattning. Ett exempel

Almsjukan, ett exempel på en patogen som blivit invasiv och förändrat vårt landskap i södra Sverige. Foto Jonàs Oliva.



Blir en ny art invasiv eller inte? Det är många steg innan invasionen är ett faktum, och det är mycket människan kan göra på vägen.

är *Phytophthora ramorum*. Även insekter kan vara svåra att upptäcka, särskilt om de är vedlevande. Det är därför som övervakning med fällfångst är så betydelsefull, särskilt i potentiella riskområden. Övervakning med sporfällor är ett sådant exempel (se Boberg i denna rapport).

Spridning

När arten har börjat föröka sig är det risk att den börjar spridas över större arealer. Inom Europa har arter lätt att sprida sig från ett land till ett annat, inte minst eftersom nationsgränserna är mer eller mindre öppna. Inom EU behövs därför ett mer strikt regelverk för kontroller när en problemart har etablerats i ett land.

Allmänhetens kunskap

En art som väl har etablerat sig och blivit invasiv kan ställa till med stor skada. Almsjukan är ett exempel som både påverkar skogslandskapet och städernas miljö. Ett annat är den stora ekonomiska betydelse som patogena svampar och skadeinsekter kan ha för skogsbruket.

I Australien och Nya Zeeland är allmänheten väl med-

veten om riskerna med introducerade arter, och de är också beredda att stå ut med obehaget med en striktare gränskontroll. I Europa är medvetenheten däremot låg.

Vi är vana vid att flytta oss gränslöst mellan länderna, och inte särskilt kunniga om de biologiska riskerna med att transportera trä, växter och djur mellan nationerna. Allmänheten kan dock göra mycket, bara människor är medvetna. Ett exempel är kräftpesten som slagit ut flodkräftan i många svenska vattendrag. Här måste allmänheten känna till att fiskeredskap och båtar som använts i pestsmittade vatten också kan sprida smittan till andra sjöar.

Slutsatser

Många, både ekologer och beslutsfattare på hög nivå, ser invasiva arter som ett av de största hoten mot den biologiska mångfalden, näst klimatförändringen. Därför är det hög tid för handling. Problemet måste angripas på flera nivåer: lagstiftning, praktik och ökad kunskap hos allmänheten.

Läs mer i Stenlid *et al.* (2011) och Hopkins & Boberg (2012).

Ekologisk teori och modellering som verktyg för skogsskyddet mot insekter

av Christer Björkman och Maartje Klapwijk

Framtidens skogsbruk behöver anta en rad utmaningar. En är hur man ska förhålla sig till den pågående klimatförändringen som gör att skadegörare, särskilt insekter, får bättre förutsättningar att föröka sig. Leder detta automatiskt till mer skador på skogen? Det är en svår fråga att svara på. Skogen är ett komplext system med långa tidsperspektiv. Ett av de instrument vi har för att sja om framtiden är modeller. Modellerna bygger på erfarenheter och teorier. För insekter i svenska skogar är det framför allt ekologisk teori som är relevant.

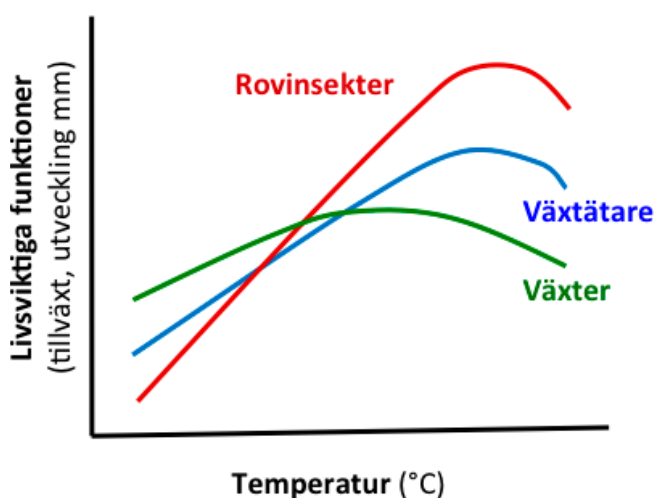
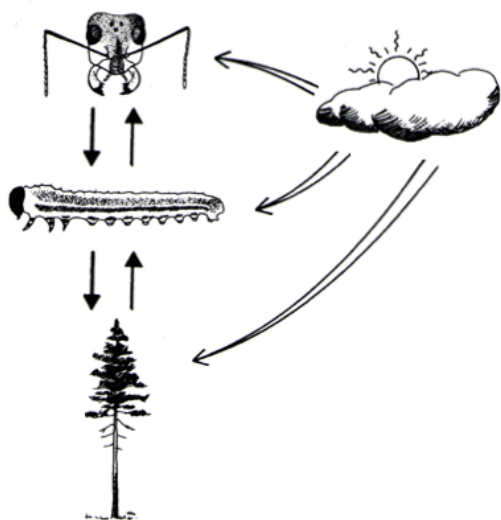
En grundläggande insikt som måste beaktas är att det inte bara är insekterna utan även deras värdträd och naturliga fiender som påverkas av ändringar i klimatet (se bilden nedan). Effekterna av ett ändrat klimat kan alltså både verka direkt på skadeinsekten och indirekt via trädet eller olika rovinsekter och sjukdomar. De direkta effekterna finns det en hel del kunskaper om men de är inte alltid sammanställda så att vi ser de stora mönstren. De indirekta effekterna har studerats betydligt mindre men det finns exempel där ett var-

mare klimat lett till ändrad trädfenologi som påverkat tajmingen med insekten och gjort tidigare regelbundna utbrott mer oregelbundna.

Rovinsekter reagerar snabbt

I vår genomgång av litteraturen kunde vi konstatera att träd, växtätande insekter och rovlevande insekter (Berggren *et al.* 2009) tycks reagera lite olika på samma förändringar i temperatur (figuren nedan). Figuren visar att växterna på grund av sin annorlunda fysiologi reagerar svagare på en ökning i temperatur än insekter och andra djur. Den kraftigare responsen hos rovinsekter jämfört med växtätande insekter (där skadegörarna finns) är att båda påverkas fysiologiskt men att rovinsekterna även påverkas beteendemässigt.

Ett varmare klimat kan även leda till att insekter med vissa egenskaper gynnas. Bland bladbaggar på *Salix* har vi upptäckt att det finns individer som fördubblar sin äggläggning varma somrar. Om individer med denna egenskap blir vanligare kommer utbrottsrisken att öka markant har vi visat med en populationsmodell i ett samarbete med forskare på SMHI.

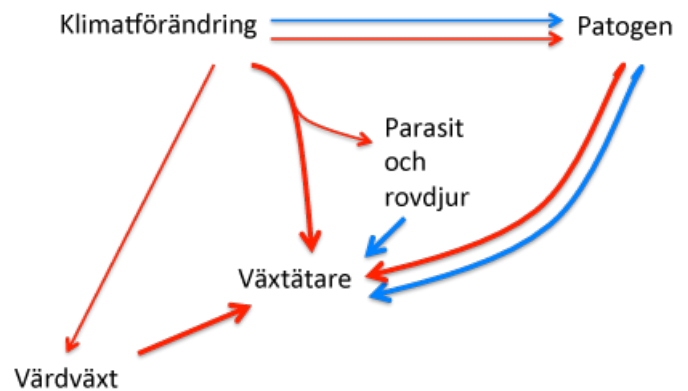


Inte bara skadeinsekter påverkas när klimatet ändras utan även deras värdträd och naturliga fiender. För att förstå vad som kan hända i framtiden behöver vi studera hur samtliga organismer påverkas och hur spelen ändras. Illustration Rune Axelsson.

Träd och andra växter tycks reagera mindre starkt på en ändrad temperatur än växtätande insekter, där skadegörarna finns. Dessa tycks i sin tur svara mindre starkt än sina rovlevande naturliga fiender. Efter Berggren *et al.* (2009).

Konceptuell modell

I en annan så kallad konceptuell modell visar vi hur komplexa klimatets potentiella effekter kan vara på skadeinsekter (figuren till höger). Det är viktigt att veta hur insekterna påverkas direkt och indirekt av klimatförändringar via samspelet mellan olika separata komponenter i modellen. Ökad temperatur och regnbrist förbättrar kvaliteten (ökad näring eller minskat försvar) av löv och barr för skadegörande insekter. Att utbrott av skadeinsekter är kopplade till varmt och torrt väder har visats många gånger. Utbrotten kan dock motverkas av att rovlevande insekters inverkan kan bli större, om dessa reagerar ännu starkare på samma temperaturökning. Att sammanfatta existerande kunskap i en konceptuell modell bidrar till en förbättrad förståelse av riskerna för insektsutbrott.



Schematisk bild av direkta och indirekta effekter av klimatet på växtätande insekter. De röda pilarna visar positiva effekter, blå pilarna visar negativa eller indifferent effekter. Pilarnas tjocklek antyder vilken storlek som effekten har.

Historiska data är viktiga

Ett viktigt instrument när man ska utveckla modeller för att göra förutsägelser om framtiden är att titta bakåt. Här kan vi lära oss mycket genom att studera hur en insektspopulation utvecklats över tid i jämförelse med exempelvis väderdata. Matematiska modeller som är anpassade till existerande data kan ge oss värdefulla insikter om mekanismerna bakom dynamiken och förekomsten av utrott. I Sverige är det ont om sådana historiska data från skogsekosystem, med fjällbjörk (se Bylund detta nummer) och energiskog (Salix) som undantag. För granbarkborren finns det en del sådana data (se Schroeder detta nummer). För att få tillgång till bra historiska data har vi därför fått söka oss ner

till centrala Europa. I Ungern samlar man sedan början på 1960-talet in uppgifter om skador på skogsträd från hela landet. Mycket av skadorna kan kopplas till enskilda skadeinsekter. Se Klapwijk i detta nummer för en utförlig beskrivning om hur dessa data analyserats.

Med hjälp av konceptuella och matematiska modeller tvingas vi vässa våra tankar som forskare och därmed formulera mer stringenta hypoteser. Hela kunskapens framväxt blir mer effektiv om man bollar verkligheten, som insamlade data, mot ett teoretiskt ramverk. Det teoretiska ramverket behöver då och då uppdateras och förbättras men det är ofta en mycket snabbare väg framåt än att bara fortsätta med att samla in stora mängder data.



Rovlevande parasitstekel redo att attackera larv av röda tallstekeln. Larven kan försvara sig genom att spy upp en klabbig droppe som består av kåda från tallen. Försvarsförmågan är högre på tallar med hög halt kåda. Foto: Christer Björkman.

Vindfällan och konkurrens styr antalet granbarkborrar

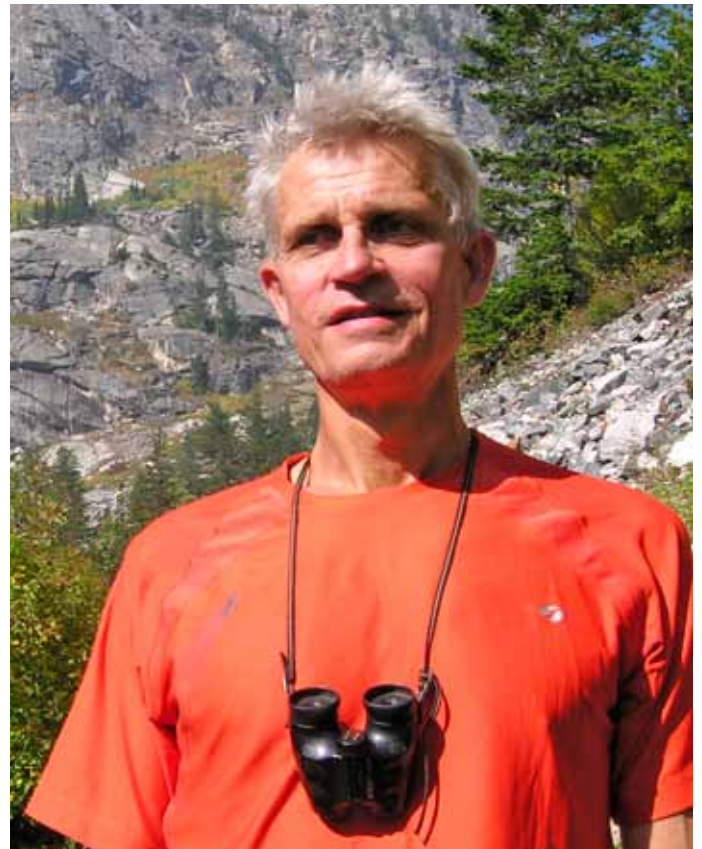
av Martin Schroeder

Stormfällningar ökar risken för utbrott av granbarkborre, men konkurrens om födan sätter en gräns för hur långvariga utbrotten blir. Torka gynnar också mängden granbarkborrar. Däremot verkar granbarkborrens fiende myrbaggen inte påverka hur antalet granbarkborrar varierar mellan år. Det visar en analys som Future Forests gjort av en 17-årig tidsserie av barkborrefångster (Marini *et al.* 2013).

Granbarkborre är en av de viktigaste skadegörarna på äldre granskog i Europa. Under de senaste 50 åren har uppskattningsvis 10 miljoner m³ granskog dödats av granbarkborre bara i Sverige. Risken för utbrott ökar när det finns många granbarkborrar. Men vilka faktorer är det som påverkar antalet granbarkborrar över tid och vilken relativ betydelse har de? Med bättre kunskap står vi rustade att bedöma hur risken för utbrott påverkas av klimatförändring och förändrade skogsbruksmetoder.

Antalet granbarkborrar kan påverkas av stormfällningar, torka, sommartemperatur, naturliga fiender och konkurrens mellan granbarkborrarna om förökningsmaterial. Det är väldokumenterat att antalet granbarkborrar ökar kraftigt efter stora stormfällningar. Då har de ju obegränsad tillgång på förökningsmaterial.

Torka sänker trädens motståndskraft mot granbarkborre och ökar risken att insekterna förökar sig även i levande träd. Temperaturen under sommaren påverkar



Martin Schroeder. Foto Simon Kärveno.

antalet generationer som granbarkborren hinner med och därmed hur många granbarkborrar som kan produceras under en och samma sommar. Faktorer som kan minska antalet granbarkborrar innefattar naturliga fiender, som äter granbarkborrar och deras larver, och konkurrens mellan granbarkborrarna om förökningsmaterial.



Granbarkborrarna blir snabbt många fler efter stora stormfällningar när det finns ett överskott på lämpligt förökningsmaterial. Foto Göran Liljeborg.

17-årig tidsserie

För första gången har vi nu kunnat uppskatta vilken relativ betydelse dessa olika faktorer har för hur många granbarkborrarna blir. Vi utnyttjade en 17-årig serie av fångstdata från två områden i Småland (Ljungby och Tingsryd) och ett område vardera i Dalarna (Vansbro) och Värmland (Arvika). Granbarkborrarna har övervakats i dessa områden sedan 1995 i samarbete mellan SLU och Skogsstyrelsen. Övervakningen har skett med fällor betade med granbarkborrens feromon (en doft som lockar bägge könen).

Förutom granbarkborrar, fångades också myrbaggar i fällorna. Myrbaggen är en av granbarkborrens vanligaste fiender.

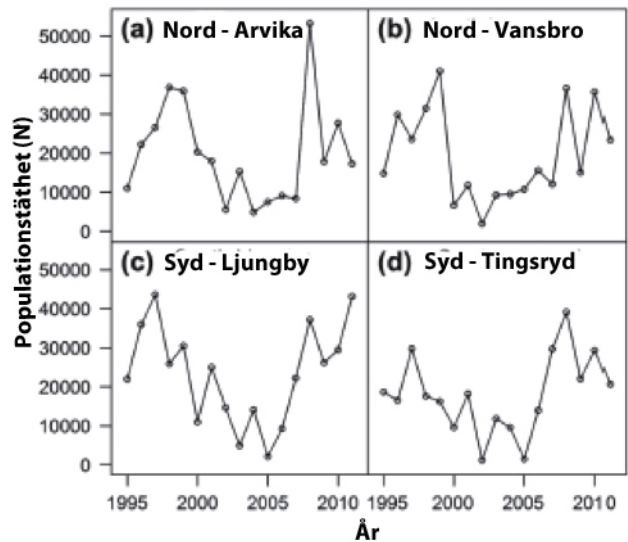
Mängden vindfällen och antalet granbarkborrar under föregående år viktigast

Analysen visade att när mängden vindfällen ökade så ökade också antalet granbarkborrar medan däremot antalet granbarkborrar under föregående år hade en negativ inverkan. Däremot kunde vi inte påvisa någon effekt av vare sig antal myrbaggar eller sommartemperatur. Vi tolkar detta som att när det finns många vindfällen lyckas fler granbarkborrar hitta lämpliga vindfällen att föröka sig i, och deras förökningsframgång blir högre eftersom de inte behöver tränga ihop sig. Den negativa inverkan av antalet granbarkborrar under föregående år tolkar vi som en effekt av konkurrens. Ju fler granbarkborrar det blir ju mer måste de tränga ihop sig och då blir det mindre mat till larverna. Eftersom bara en stor stormfällning (Gudrun) ingår i studien, och dessutom bara i två av de fyra områdena, visar våra resultat att även mindre fluktuationer i tillgång på vindfällen är betydelsefulla.

Sommartorka en riskfaktor

För ett av områdena (Tingsryd) såg vi att antalet granbarkborrar ökade när nederbörden var låg under föregående år. Det tolkar vi som att trädens motståndskraft var nedsatt på grund av torka och att förökningsframgången för granbarkborren då ökade. Av de fyra områdena har Tingsryd lägst nederbörds mängder och är mest utsatt för sommartorka.

Antalet myrbaggar verkade inte ha någon större inverkan på granbarkborrarnas dynamik. Detta kan



Antalet granbarkborrar varierar kraftigt mellan åren. Analysen ger förklaringar till vad variationen beror på. Från Marini *et al.* 2013.

tyckas förvånande med tanke på att de lockas till granbarkborrarnas feromon, att de i experiment har visats reducera granbarkborrens förökning kraftigt och att stora mängder myrbaggelarver utvecklas i granbarkborreangripna träd. En förklaring kan vara att en annan barkborreart, större mörkborre, är ett viktigare bytesdjur och den som därmed styr hur antalet myrbaggar varierar över tid.

Att inte sommartemperaturen hade någon inverkan beror förmodligen på att en andra generation var ovanlig under den studerade tidsperioden.

Viktigt att fortsätta övervakningen

I och med klimatförändringen kan vi räkna med ökande stormskador som ett resultat av minskad tjäle och ökande grundvattennivåer. Dessutom ökar virkesförrådet av gran. Detta kommer att leda till högre populationstätheter av granbarkborrar i framtiden. Men så länge skogens motståndskraft är hög så indikerar våra resultat att eventuella utbrott kommer att fortsätta att vara relativt kortvariga som ett resultat av konkurrensen mellan granbarkborrarna. Det är fortsatt viktigt att övervaka granbarkborren för att följa hur ändrade skogsskötselmetoder och klimatförändringen påverkar granbarkborrens dynamik.

Angreppen av mätare kan förutsägas

av Helena Bylund

Larverna av frostfjärilen (*Operophtera brumata*) och flera andra närbesläktade mätararter anses som skadegörare och angriper främst ek, björk och fruktträd i hela Europa. Mätarpopulationerna kan tillväxa snabbt och massförekomster med omfattande kalätning är inte ovanligt. Sommaren 2012 och 2013 kalåts stora områden med fjällbjörkskog i norra Sverige och nordvästra Finland, framför allt av fjällbjörkmätarens (*Epirrita autumnata*) larver. Mätarutbrott med kalätning ger vanligen tillväxtförluster på lövträd. I fjällbjörkskog utgör angreppen oftast en förnygrande faktor som påverkar skogens dynamik.

Tidigare studier har visat att mätarna uppträder i cykler med populationstoppar och kalätningar vart 9:e till 11:e år. Populationstoppar och utbrott är ganska väl synkroniserade på lokal nivå, men på regional nivå kan det förekomma ett eller flera års fördröjning mellan härjningarna. Olle Tenow gjorde en sammanställning av rapporterade mätarhärjningar i den skandinaviska fjällkedjan och norra Finland för åren 1861 -2001. Det visade sig att härjningarna ibland var helt synkroniserade längs fjällkedjan, men ibland började de i norra Skandinavien och rörde sig söderut. De kunde också börja i söder och fortsätta norrut.

Resultaten inspirerade oss att söka orsaken till att härjningarna har olika förlopp olika år. Kan mönstret till



Helena Bylund. Foto Claes Hellqvist.

och med kopplas till mer storskaliga härjningsmönster i Europa? Vi kontaktade kollegor som kartlägger skogsskador och bad om information om var och när härjningar av frostfjärilen och andra närbesläktade mätararter hade rapporterats. Vi fick data från flertalet



Fjällbjörkmätarlav och de sista bladresterna på en björk under pågående kalätning. Foto Helena Bylund.



Kalåten fjällbjörkskog i Rautasdalen, juli 2004, med några gröna bårder vid skogsgränsen och nära vattnet. Foto Helena Bylund.

europiska länder, som täcker perioden 1949 -2009, dvs. 6 årtionden.

En våg vart tionde år

Vi fann att ungefär var tionde år rapporterades härjningar på olika lokaler i de flesta regioner, men inte samtidigt över hela Europa. Varje årtionde svepte en ”våg” av härjningar från sydöstra Europa västerut till Atlantkusten, en sträcka på mer än 3000 km. När härjningarna nådde Atlantkusten efter 10 år så rapporterades återigen kalätningar i de sydöstra delarna av Europa. Vi kunde konstatera att de 6 vågor som framträdde i studien rörde sig med ungefär samma hastighet mot Atlantkusten i Norge och Frankrike.

Det är en kort tidsserie men den kan ändå indikera att pågående klimatuppvärmning hittills inte har haft effekter på det storskaliga vågmönstret. Andra tester visade att medelriktningen för de 6 vågorna var nordvästlig, vilket också bekräftades av en så kallad kringing-analys. I denna lades utbrottsåren inom varje årtionde samman och de användes för att extrapolera isokroner (avgränsade områden med samtidiga utbrottsperioder).

Det är inte känt vad som orsakar fenomenet med dessa vågor. Flera faktorer kan spela in, både biologiska som

exempelvis spridning av naturliga fiender, och väderfaktorer. Troligen ligger orsaken i en kombination av dessa.

Bättre förutsägelser

De flesta studier av populationsdynamik hos barr- och bladätande skogsinsekter görs på lokal eller regional nivå. De storskaliga mönster som vi har påvisat kan hjälpa oss att förklara härjningarna både lokalt och regionalt. Det är sedan tidigare ganska väl känt vilka faktorer som påverkar den lokala dynamiken men vi har inte kunnat förklara vad som reglerar och synkroniserar populationer i ett område.

Studien visar på värdet av långa tidsserier (skadeövervakning) och olika rumsliga skalor. Stämmer våra resultat kan vi redan nu uttala oss om utbrottsrisken med några års osäkerhet i olika geografiska områden. Dessa nya rön ger oss bättre möjligheter att studera hur olika faktorer som exempelvis väder och spridning påverkar populationer som befinner sig i en speciell fas eller flera olika faser av populationscykeln. I förlängningen kan sådana studier bidra till bättre förutsägelser om hur exempelvis ett varmare klimat påverkar utbrottsrisken hos blad- och barrätande skogsskadegörare.

En utförligare beskrivning finns i Tenow *et al.* (2013).

Enkla åtgärder kan rädda hästkastanjen

av Tea Ammunét och Christer Björkman

Hästkastanjemalen dök upp i södra Sverige först 2003 och har därefter spridit sig norrut till Uppsalaområdet. Denna malfjäril kan orsaka svåra skador på sitt värdträd hästkastanjen, och är därför ett bra exempel på en invasiv insekt i vårt land. Samtidigt är den ett exempel på att även den enskilda människan kan göra något åt problemet.

Med en invasiv art menar vi organismer som lyckas etablera sig, sprida sig och börja påverka andra inhemska arter negativt när de kommer till en ny miljö. Det mest effektiva sättet att slippa problem med invasiva arter är att stoppa dem från att komma in i landet eller regionen. Det är lättare sagt än gjort. Många arter, inte minst insekter, är så små att de lätt undgår upptäckt även om man letar efter dem. De kan exempelvis komma in som ägg.

Tack och lov lyckas de allra flesta potentiellt invasiva arter inte etablera sig i en ny miljö; de behöver vara tillräckligt många för att börja föröka sig naturligt. När



Tea Ammunét. Foto privat.



en invasiv art väl etablerat sig kan det däremot vara svårt att hindra dess framfart.

Hur kan man då skydda våra trädgårdar och skogar från nya destruktiva insekterna, som ibland är så små att de knappt syns? Det är lätt att känna sig maktlös som en liten enskild människa. Men ibland det går faktiskt att göra något åt situationen, utan jättelika insatser

Ett bra exempel är hästkastanjemalen. Den lilla malfjärilen (den vuxna fjärilen är bara 3.5 mm lång) har på kort tid spridit sig till Uppsala, som nu är den nordliga gränsen för artens utbredning. Insekten har på några få årtionden gått från att vara helt okänd för vetenskapen till att bli en allvarlig skadegörare över nästan hela Europa. Här beskriver vi artens skadeverkningar och hur man relativt enkelt kan bekämpa arten.

Hästkastanj, ett omtyckt träd i parker och trädgårdar. Foto Georges Jansoone, Wikipedia commons.

Kastanjemalen kan orsaka allvarliga skador på sin värdväxt, hästkastanjen, som vanligen finns i parker men även i privata trädgårdar. När insektens täthet ökar leder det till att kastanjebladen ser brunt ut redan i mitten av sommaren. Kastanjemalen dödar inte hästkastanjen, även om den kan orsaka lägre mängder av frö.

Hästkastanjemalen kan dock påverka hästkastanjens förmåga att fungera som en naturlig luftkonditioneringsanläggning i städer. Studier har visat att förekomsten av träd kan sänka temperaturen med flera grader i stadsmiljö. Att grönområden faktiskt är gröna under den varmaste perioden kan därför vara mycket viktigt i många stadsmiljöer, särskilt om man beaktar hotet från den globala uppvärmningen.

Forskningen runt kastanjemalen har visat att det ganska enkelt att minska insektens täthet. Det verkar räcka med att samla och kompostera eller bränna en stor mängd av de fällda bladen på hösten. Det är där malen övervintrar som puppa. Insamlingen av blad kan minska antalet insekter så mycket som 70 % (se figuren nedan). För att lyckas förstöra en tillräckligt stor andel av pupporna krävs att både lokala myndigheter och privata trädgårdsägare deltar i förvaltningen. Vi kan därför alla vara med och påverka vår framtids parker, trädgårdar och skogar!

Så här enkelt gör du en insats

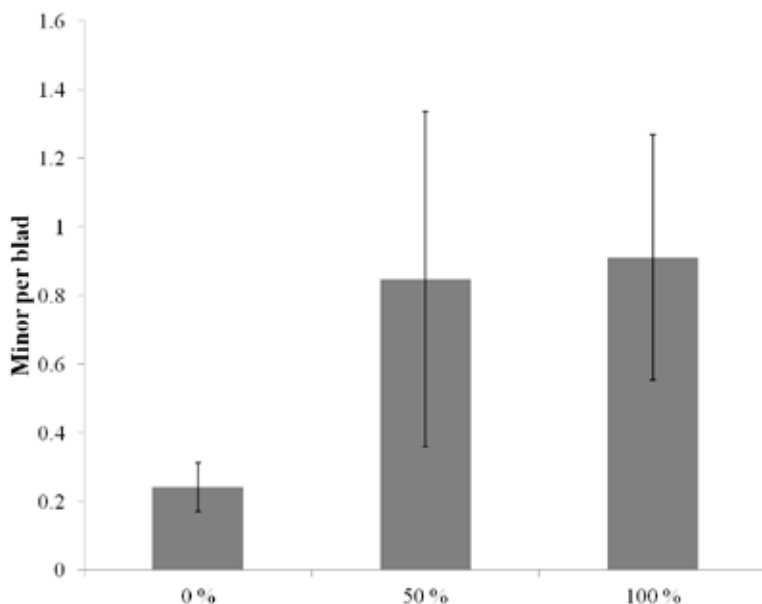
Vad ska jag leta efter?

Bruna eller brun-gröna fläckar på hästkastanjens blad som på bilden.

Vad gör jag då?

Samla blad på hösten extra noga, ta även bort blad som ligger under buskar! Pupporna av hästkastanjemal stannar inuti bladen över vintern. Genom att samla alla blad, tar du bort puppor och påverkar tätheten hästkastanjemal den nästa år.

Kompostera eller bränn bladen.



Preliminära resultat av hur samling av blad påverkar antal minor i ett hästkastanjeblad. Området omkring hästkastanjerna delades i 3 grupper: 0%: mycket troligt att alla blad samlas under hösten, 50%: troligt att ungefär 50% blad blir kvar, 100%: troligt att alla blad blir kvar på marken. 64 hästkastanjer runt Uppsala ingick i studien.

Varmare klimat kan stoppa tallstekeln

av Ida Kollberg

Det är inte alla skadegörare som gynnas av att det blir varmare. Utbrott av den röda tallstekeln, en vanlig skadegörare på tall, har ofta kopplats till varmt och torrt väder. Med ett varmare klimat borde alltså risken för utbrott öka. Future Forests forskning visar dock att det inte behöver bli så. Det beror främst på att tallstekelns larver missgynnas av höga temperaturer.

De spännande resultaten visar hur viktigt det är med ett helhetsgrepp när en skadegörares utveckling ska förutsägas. Att det är viktigt att undersöka dels hur insekten själv påverkas av olika temperaturer, men också hur samspel med värdväxter och naturliga fiender i olika livsstadier påverkas.

En traditionell metod för att förstå hur ett varmare klimat kommer att påverka skadeinsekter är att använda tidsserier där väderdata kopplas ihop med observationer av insektsförekomster eller skador. Om man har registrerat fler insekter under varma perioder kan man dra slutsatsen att de gynnas av värme. Då kan vi förvänta oss mer skador i ett varmare klimat. Den här typen av korrelativa studier ger däremot inte svar på varför skadorna ökar. Gynnas skadeinsekten av värme för att den utvecklas fortare? Är det skadeinsektens fiender som blir mindre effektiva när det är varmt? Eller är det rentav växtens försvar som blir sämre?

I våra studier ville vi i stället förstå de mekanismer som påverkar insekter när klimatet ändras. Då är det lättare



Studierna är spridda från varmt i söder till kallt i norr.



Ida Kollberg räknar inburade stekellarver.
Foto Kristina Samuelsson.

att sätta in tillämpade insatser för att bromsa en oönskad händelseutveckling.

Ogillar värme

Försöken på den röda tallstekeln gjordes i både laboratorium och i fält. I klimatskåp kunde vi reglera temperaturen, och i fält studerade vi arten längs en nord-sydlig gradient med olika temperaturer. Vi undersökte hur tallstekelns larver påverkades av de olika temperaturerna, både med hänsyn till tallens födokvalitet och predation av rovinsekter (t ex myror) och spindlar. Vi undersökte också hur sorkars predation på tallstekelns puppor påverkades av olika temperaturer.

Studierna visade alltså att tallstekellarverna verkade ogilla de varma temperaturerna; dödligheten var högre när det var varmt, särskilt om larverna åt på tallar med mycket kådämnen (tallens försvar). Trots att sorkarna åt färre puppor i den högre temperaturen hölls populationstätheten låg. Det tyder på att risken för

massförekomster av tallstekel minskar i och med att klimatet blir varmare.

Det här är tvärtemot vad man förväntar sig, då tallstekelutbrott ofta kopplas till varma och torra väderförhållanden. Om vi hade använt korrelationsstudier och mekanistiska studier var för sig skulle vi i det här fallet ha dragit olika slutsatser, men tillsammans ger de oss värdefull information. Tallstekelutbrott efter en rad varma, torra somrar kan bero på att halten av kådämnen i tallarna minskar efter en längre tid torkstress, vilket skulle kunna gynna larverna. En annan

förklaring skulle kunna vara att tätheter av sorkar och andra smådäggdjur som äter pupporna missgynnas av torkstress.

En strategi för att minska risken för tallstekelutbrott i ett varmare, framtida klimat skulle därför kunna vara att välja att plantera genotyper av tall med högt kådinnehåll. Då skulle larverna få det tufft även om halten av kådämnen minskar på grund av torka.

Studierna är rapporterade i en doktorsavhandling (Kollberg, 2013).

Larver av röda tallstekeln. Idag många, i ett varmare klimat kanske färre. Foto Christer Björkman.



Historiska data kan lära oss hur insekter reagerar på ett förändrat klimat

av Maartje Klapwijk

Ska vi gissa något om framtiden behöver vi kunskap om dåtiden. Långa tidsserier med väder och skadedata kan ge värdefull kunskap om hur skadeinsekter reagerar på ett förändrat klimat. De är sällsynta, men Future Forests fick en unik möjlighet att analysera en nästan 50-årig tidsserie från Ungern (Klapwijk *et al.* 2013). Datasetet innehåller skadeuppgifter på artnivå av bladätande insekter under perioden 1961–2009. Insektsarterna förekommer också i Sverige. De är inga svåra skadegörare idag, men skulle kunna bli det i ett förändrat klimat.

I området steg medeltemperaturen med 1,3 grader under perioden. Tre av de sex undersökta arterna ökade också under samma tid, en ökning som alltså kan bero på att det blivit varmare. Men det är inte säkert att temperaturen i sig påverkar skadornas omfattning. Om en population ska öka måste insekterna bli fler för varje generation. Honorna måste lägga fler ägg, och fler larver, puppor och vuxna insekter måste överleva. Hur det går till beror på ett komplicerat samspel med värdväxten, naturliga fiender och hur insekten i sig reagerar på vädret.

Värdväxten och fenologisk obalans

Mängden föda och dess kvalitet, och konkurrens om födan påverkas av det väder som värdväxten utsätts för. En möjlig effekt av ett ändrat klimat är att tillgången på föda och insektens utveckling hamnar i obalans. Många bladätande insekter har ofta synkroniserat sin årsrytm med lövens utveckling. Om lövsprickningen tidigareläggs finns det risk att insekternas larver inte hinner kläckas innan bladen har blivit oätliga. Om insekterna kläcks tidigare finns en risk att lövsprickningen inte hunnit tillräckligt långt.

Sådana här fenologiska obalanser riskerar att bli vanliga, även om vi inte har sett så många konkreta exempel på dem. Ett exempel är den allmänna frostfjärilen, som kläcks strax före ekens lövsprickning. Om äggen kläcks några dagar för tidigt kommer larverna att dö av svält. Kläcks de för sent är ekens löv fulla med tanniner, och



Maartje Klapwijk. Foto privat.

oätbara. Studier tyder på att synkroniseringen för arten har blivit sämre i takt med att vårarna blivit varmare.

Naturliga fiender

Insekter, och för den delen alla organismer, har fiender som äter eller parasiterar på dem. I fallet med bladätande insekter tänker man på fåglar och smågnagare, men också på rovinsekter eller djur som sprider sjukdomar. De här ”fienderna” påverkas av temperaturen. Ett exempel är att vissa rovinsekter jagar bättre när det är varmare. Andra predatorer, som smågnagare, blir i stället mindre rovgiriga eftersom de inte behöver lika mycket energi när det är varmt. De bladätande insekterna kan alltså påverkas på många sätt av sina naturliga fiender om klimatet ändras.

Direkta temperatureffekter

Det är väl dokumenterat att larver utvecklas snabbare när temperaturen ökar. Effekten blir särskilt tydlig om

larverna normalt kläcks strax under en optimal temperatur. Om det blir varmare kommer larverna att växa snabbare, och tidsfönstret för när larverna kan ätas av rovdjur blir då kortare. Det är också visat att larvernas eget försvarssystem ökar när den temperaturberoende ämnesomsättningen ökar.

Exemplen tallskottvecklare och ekproceSSIONSSpinnare

Två exempel på arter i den ungerska tidsserien är tallskottvecklare (*Rhyacionia buoliana*) och ekproceSSIONSSpinnare (*Thaumetopoea processionea*). Båda arterna finns i Sverige och orsakar ibland skada på sina värdträd tall och ek. I Ungern har arterna haft skadeutbrott av varierande storlek under hela tidsperioden.

Tallskottvecklaren har minskat medan ekproceSSIONSSpinnaren har ökat sina angrepp över tiden. En modell med månadsmedel för temperaturer och nederbörd visar att arterna reagerar på olika sätt.

För tallskottvecklaren verkar temperaturerna i januari och oktober vara viktiga. Om det är varmt dessa månader blir angreppen mer lindriga. Hög temperatur i januari ökar larvernas ämnesomsättning innan det finns tillräckligt med föda. Det leder till högre dödlighet hos larverna. Temperaturen i oktober kan påverka tallskottens utveckling under hösten. Tallskottvecklaren lägger sina ägg på skotten under sommaren, och larverna kryper så småningom in i knopparna för att övervintra. En högre temperatur i oktober kan tyda

på en längre växtsäsong och en bättre motståndskraft hos värdväxten tall.

För ekproceSSIONSSpinnaren är det i stället mars, april och juli, men också nederbörden i maj, som påverkar arten. Temperaturen i mars och april har effekt på larvernas utveckling, och nederbörden i maj påverkar lövens kvalitet. Temperaturen i juli påverkar de vuxna insekternas förmåga att flyga och överleva.

När modellerna ska utvärderas måste vi ta hänsyn till hur väl vädret förklarar variationen mellan olika år. Ett sätt är att räkna ut hur stor andel av variationen i skadenivå som förklaras av temperaturen och nederbörden. Sambandet mellan mars-, april- och juli-temperaturen och nederbörden i maj förklarade bara 22 % av variationen för ekproceSSIONSSpinnaren. För tallskottvecklaren förklarade januari- och oktober-temperaturen 30 % av variationen i skador. Det är inte så höga förklaringsgrader, och det tyder på att det finns fler faktorer som vi inte har kunnat spåra än.

Risk för ökade skador

Sammanfattningsvis så verkar tallskottvecklaren missgynnas av högre temperaturer medan ekproceSSIONSSpinnaren gynnas. Den förstnämnda arten kan därför minska i sitt ursprungsområde, men i stället bli vanligare längre norrut. Den andra arten kan däremot öka i hela området, och bli en mer allvarlig skadegörare även i norra Europa. Båda arterna kan därför ge ökade skador i de nordiska länderna.

Tallskottvecklare (foto USDA Forest Service, Wikipedia commons) och ekproceSSIONSSpinnare (foto Dr Gyury Csóka). Två arter som kan bli vanligare skadegörare i ett varmare nordiskt klimat.



Modellering av risker för nya arter i ett förändrat klimat

av Johanna Boberg och Jan Stenlid

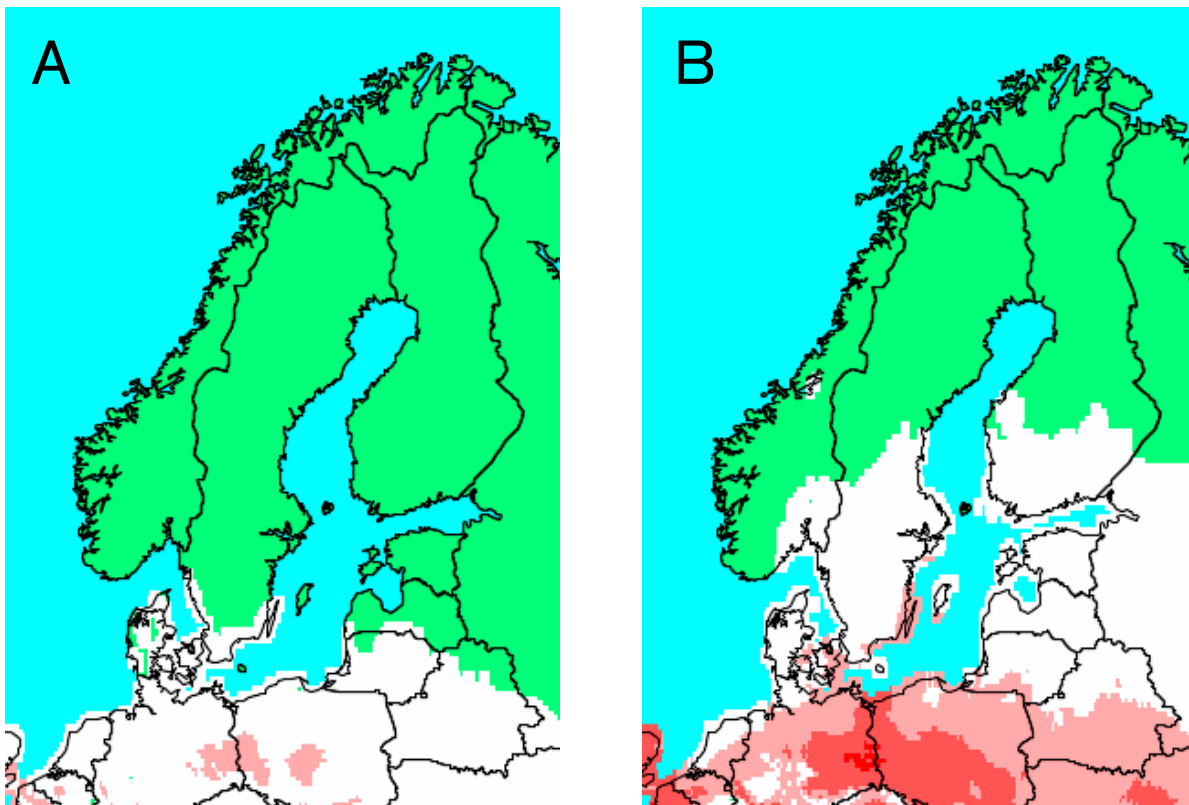
Ett varmare och fuktigare klimat öppnar för möjligheten att nya, främmande arter av patogena svampar etablerar sig i Sverige. Skadesvampar som tidigare begränsats av kalla vintrar riskerar att sprida sig norrut när temperaturen höjs. Future Forests har använt en bioklimatisk modell för att studera den framtida etableringen av några nya arter i Sverige. *Phytophthora ramorum* och *Sphaeropsis sapinea* är två patogener som gynnas av ett förändrat klimat.

Vi studerade den framtida potentiella etableringen av skadesvampar i svensk skog med en bioklimatisk utbredningsmodell vid namn CLIMEX. Modellen tar hänsyn till de enskilda arternas specifika respons på klimatet. Med hjälp av dessa beräknas sannolikheten för att en art ska kunna överleva på en viss plats med ett visst klimat. I korthet så kombinerar CLIMEX en

arts tillväxt med begränsningar på grund av stress, och beräknar ett så kallat ekoklimatiskt Index (EI). I vår studie utnyttjade vi CLIMEX för att modellera tre främmande patogener med potential att orsaka stora skador i skog (Boberg 2012).

Olika scenarion för olika arter

Phytophthora ramorum är en patogen algsvamp som kan angripa en lång rad olika växter. *P. ramorum* är etablerad i Europa och har bland annat orsakat ett stort utbrott på japansk lärk i Storbritannien. I Sverige har *P. ramorum* upptäckts vid enstaka tillfällen på exempelvis importerad *Rhododendron*. *P. ramorum* gynnas av ett fuktigt och varmt klimat och modellen visar att det i nuläget främst är längs med västkusten samt i de västra delarna av Sverige som förhållandena är optimala och gynnsamma. I ett framtida klimat ökar det område som har ett gynnsamt klimat för arten. I de nordligaste



Ekoklimatiskt index för *Sphaeropsis sapinea*, som orsakar Diplodia-sjuka på tall, simulerad med CLIMEX baserad på data för (a) normalperioden (1960–1990) och (b) för emissionsscenario A1B under tidsperioden 2055–2085. Färgskalan i figurerna indikerar hur gynnsamma klimatförhållandena är för arten, mörkt rött indikerar optimala klimatförhållanden, ljusare rött indikerar gynnsamt klimat och vitt indikerar marginellt gynnsamt klimat eller att det är på gränsen att populationstillväxt kan ske. Grönt indikerar ogynnsamt klimat och innebär att klimatet ej tillåter en etablering av arten inom detta område.

delarna av landet blir förhållandena inte optimala även om möjligheten finns att arten kan etablera en population även här.

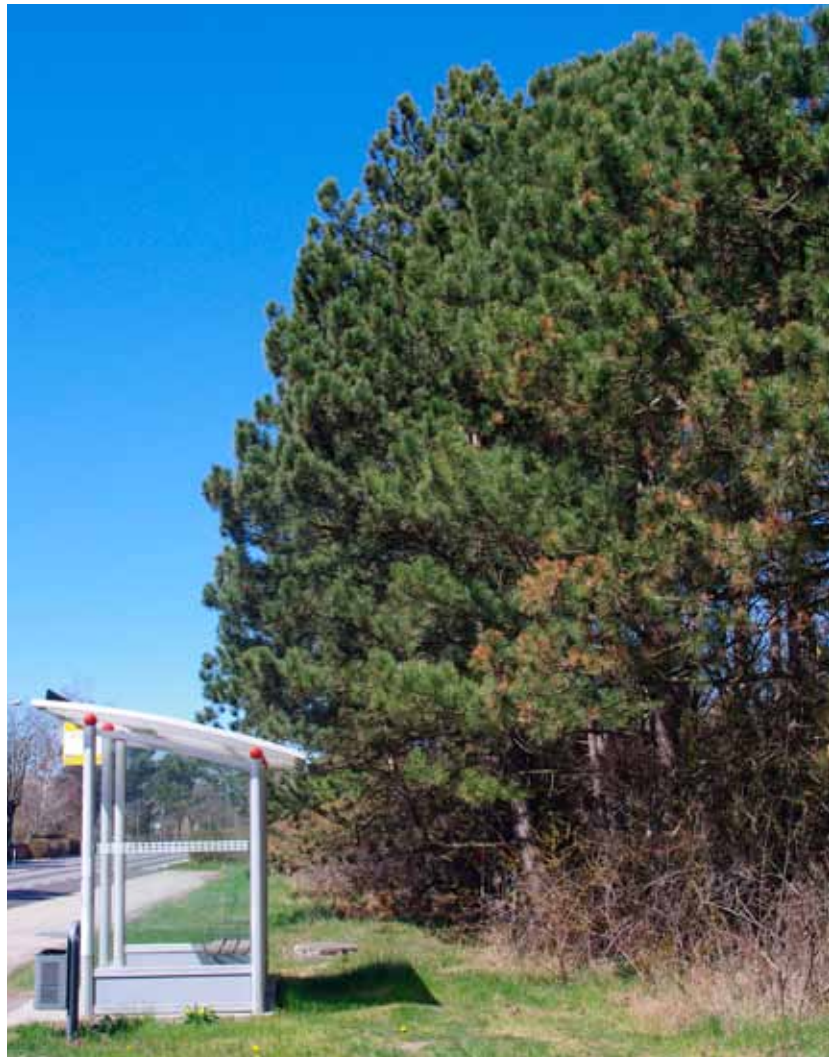
Mycosphaerella pini (rödbandsjuka) och *Sphaeropsis sapinea* (Diplodia-sjuka) angriper båda tall. De är allvarliga skadegörare i tallplantager, särskilt på södra halvklottet. Sedan början på 1990-talet har skaderapporterna ökat även på norra halvklottet. *Mycosphaerella pini* gynnas likt *P. ramorum* av varm och fuktig väderlek, och modellen visar att redan dagens klimat är optimalt i stora delar av landet. Med ett framtida klimat blir dock förhållanden marginellt gynnsammare för svampen i de norra delarna av landet.

För *S. sapinea* är effekterna av klimatförändringarna större. Modellen visar att under normalperioden 1960-1990 var klimatet ogynnsamt för svampen i större delen av Sverige. I framtidsscenarierna ökar området där klimatet möjliggör en etablering, men i norra

Sverige är fortsatt etablering inte möjlig. Det är först under tidsperioden 2055-2085 som det finns platser där förhållandena är gynnsamma, och då endast längs med östkusten.

Det finns dock en begränsning i att använda en modell som CLIMEX, som främst utgår från klimatvariabler. Modellen ger bara en grov uppskattning av en arts potentiella utbredning eftersom de flesta arter också begränsas av andra faktorer, tex värdträdets utbredning. Dessutom betyder inte en etablering av en ny patogen att skadorna måste öka.

Skadans omfattning beror alltid på samspelet mellan patogen och träd. Klimatets effekt på träden kommer också att ha en avgörande betydelse för omfattningen av skador i framtiden. Vi behöver därför förbättra vår kunskap om hur förändringar i klimatet påverkar denna interaktion.



Diplodia-sjuka orsakad av *Sphaeropsis sapinea*. Här är det en tall i Skåne som har drabbats. I ett varmare klimat riskerar sjukdomen att sprida sig i Sverige. Foto Johanna Boberg.

Nya insikter om rotröta

av Jonàs Oliva och Jan Stenlid

Rotröta är den ekonomiskt viktigaste skadan i svensk skog. Av alla avverkade granar är idag 15 % drabbade av röta. Hur det ser ut i framtiden vet vi inte. Ett förändrat klimat och framtida skötselmetoder kommer med säkerhet att påverka röt-frekvensen. Med den kunskap vi har idag vet vi att stubbar efter gallring och slutavverkning är inkörspor-tar för rötinfektion. Dessutom vet vi att behandling med den antagonistiska pergamentsvampen (*Phlebiopsis gigantea*), känd under handelsnamnet Rotstop, är en ef-fektiv motåtgärd.

Datormodell fungerar bra

Rotstand är en datorbaserad modell framtagen för att simulera rotrötans utveckling i bestånd. Modellen är ett kraftfullt verktyg för att skatta hur rötutvecklingen påverkas av olika skötselmetoder och förändrade stån-dortsförutsättningar, men modellen måste valideras för att vi ska veta hur bra prognoser den kan göra.

Inom Future Forests undersökte vi hur väl modellen klarar av att simulera rötutvecklingen när resultaten jämförs med data från långsiktiga fältförsök (Oliva och Stenlid 2011). Försöksbestånden hade gallrats med olika intensitet, och stubbarna hade behandlats med pergamentsvamp eller lämnats utan behandling.

Rotstand klarade av att skatta rötutvecklingen inom ett brett register, från ytor med 20 % till 90 % röta. Den viktigaste parametern för att skatta rötspridnin-gen visade sig vara rötans spridningshastighet. Den är naturligtvis svår att känna till i ett enskilt bestånd. Vi sökte därför ett värde som kan användas mera generellt. Det visade sig att Rotstand kan göra bra och objektiva skattningar med en spridningshastighet på 20 cm/år.

H. parviporum sprids lättare i gran

Rotröta hos gran orsakas framför allt av två arter av släktet *Heterobasidion*. *H. annosum* s.s. är vanligare i södra Sverige, och *H. parviporum* finns spridd i hela vårt land. Eftersom den förstnämnda arten är mer anpassad till ett varmare klimat har man antagit att den kan sprida sig norrut när klimatet blir varmare.



Jonàs Oliva.

I ett av de långliggande fältförsöken hade vi infekterat stubbar med de båda arterna (Oliva *et al.* 2011a). Efter 15 år visade det sig att *H. parviporum* hade spridit sig mycket mer till granträden. Den verkade också kunna konkurrera ut *H. annosum* där båda arterna förekom.

I samma försök kunde vi se att stubbens storlek hade stor betydelse för risken att rötan sprids till intilliggande träd. En hög andel kärnved verkade gynna risken för rötspridning (Oliva *et al.* 2013).

Bra resultat med Rotfinder

Man har länge sökt efter en effektiv och enkel metod att skatta rötan i träd, utan att behöva borra i trädet. Ett kommersiellt tillgängligt instrument är Rotfinder. Den mäter resistansen på en lågfrekvent ström som sänds genom stammen och ger ett resultat i en skala från 0-10. Värdet 0 betyder avsaknad av röta och 1-10 ökad sannolikhet för röta. Målet med vår studie var att översätta instrumentets mätvärden till sannolikheter (Oliva *et al.* 2011b). Vi fann att värden på 3, 6 och 10 motsvarade sannolikheter för rötskada på 50, 90 och 100 %.

Rotfinder lyckades skilja friska från rötskadade träd i 86 % av fallen. De rötskadade träd som instrumentet missade hade oftast bara små och torra rötskador, som har mindre ekonomisk betydelse.

Långvarig effekt av stubbehandling

Stubbehandling fungerar bra för att reducera sporinfektioner av rotticka. Det konstaterades i en studie som följde upp rötans utveckling 12-14 år efter gallring och stubbehandling (Oliva *et al.* 2010a). Studien jämförde fem granbestånd på tidigare jordbruksmark och sex bestånd på skogsmark, där även tidigare generation hade utgjorts av granskog. På tidigare jordbruksmark var bestånden rötfrå vid gallringsingreppet.

Vid uppföljningen var alla sommaravverkade och obehandlade träd kraftigt rötangripna, både på skogsmark och jordbruksmark (cirka 15-20 % av träden). På jordbruksmarken lyckades dock stubbehandling med *Phlebiopsis gigantea* (Rotstop) eller Urea begränsa rötan till samma nivå som för vinteravverkning eller ingen gallring alls. På skogsmarken, som redan var rötangripen, hade däremot stubbehandling trots att den minskade sporinfektionerna, ingen effekt. Modellering visar att effekten av stubbehandling kommer senare på skogsmark, lagom till slutavverkning.

Försvaret kostar

Ett granbestånd som redan är infekterat av rotröta sprider lätt rötan vidare till nästa generation. Trädslagsbyte kan därför vara nödvändigt på kraftigt rötskadade marker. En annan åtgärd som diskuteras är att använda mer rötresistenta individer av gran. Försök pågår med förädling rotröta.

Men – resistensen kan ha ett pris. Infekterade träd måste investera resurser för att stoppa rötan, resurser som kunde ha använts för tillväxt. Rötdrabbade träd utvecklar en reaktionszon. I vår studie konstaterade vi att träd med reaktionszon hade en 15 % lägre diametertillväxt än träd utan reaktionszon (Oliva *et al.* 2010b).

Det kan också finnas en alternativ förklaring till den lägre tillväxten. Ju mer rötan har trängt in i trädet, desto mindre blir trädets splintved. Det är i splintveden som träden transporterar och lagrar vatten. I en uppföljande studie kunde vi dock se att träd med en reaktionszon växte sämre än friska träd, oavsett hur stor splintved de hade (Oliva *et al.* 2012). Det bekräftar att det finns en avvägning mellan resistens och tillväxt som förädlingen måste hantera. Ett resistent träd, som inte är infekterat, behöver dock självklart inte utveckla denna kostsamma reaktionszon.

Fruktkropp av *Heterobasidion*. Foto Johanna Boberg.



Bättre koll på luftens svampar med sporfällor

av Johanna Boberg, Anna Hopkins, Jonàs Oliva och Jan Stenlid

Det dyker ständigt upp nya svampar i Europas skogar. Den årliga introduktionen av främmande patogena svamparter till området har mer än fördubblats under de senaste 100 åren (Santini *et al.* 2013). Ökad global handeln med levande växter är den främsta orsaken, och problemet kompliceras av det förändrade klimatet. Den svenska skogen utmanas sannolikt av fler sjukdomar i framtiden.

Förbättrad övervakning är nödvändigt för att kunna få kontroll på vilka patogener som är på väg in. Vi föreslår därför ett system med nationell övervakning med sporfällor (Hopkins och Boberg, 2012). På så sätt kan vi tidigt fånga in de arter som sprids med luftburna sporer. Insamlingen av svampsporer kan sedan kombineras med nya DNA-baserade detektionsmetoder. På det sättet får vi en bredare och bättre kunskap, dels om vilka svampar som redan finns i Sverige, dels om när nya arter dyker upp eller om redan etablerade svampar börjar bli vanligare.

I samarbete med EU-projektet ISEFOR (*Increasing Sustainability of European Forests*) undersökte vi möjligheten att utveckla ett övervaknings- och informationssystem för luftburna svampar. Sporfällor placerades ut i två skogsbestånd och nära en internationell hamn. Eftersom vissa invasiva arter i nuläget inte finns i Sverige placerades också fällor ut i Spanien för att på så sätt kunna utvärdera fällorna i skarpt läge.

Hög diversitet

Resultaten visade en oväntad hög diversitet av svampsporer i luften. Många arter är hittills okända men många vanliga arter återfanns som väntat i hög frekvens. Rotticka och grankotterost är två exempel på vanliga patogener i sporfällorna. Andra vanliga arter var frösketikka och klibbticka. Det blev också tydligt att olika arter är aktiva vid olika tider på året.

Vi jämförde också olika typer av sporfällor; passiva som filtrerar nederbörden och aktiva som suger in luft och på olika sätt fångar in sporer. De olika typerna skiljde sig åt i hur effektiva de var att fånga in sporer



Johanna Boberg. Foto Lasse Modin.

från olika svamparter. Rottickan återfanns exempelvis i större utsträckning i de aktiva sporfällorna och i lägre grad i fällorna som filtrerade nederbörden.

Den överväldigande majoriteten av alla arter som fångats in är dock än så länge okända för oss och det kan beror på flera faktorer. Det är först nu som vi har fått metoder som gör att vi kan detektera de arter som hittills inte har beskrivits av vetenskapen. Dessutom behöver vi förbättra de databaser vi använder för att översätta DNA koden till arter.

Sammanfattningsvis visar studien att metoden med sporfällor och DNA-detektion har stor potential. Metoden behöver nu utvecklas vidare, både när det gäller detektionsanalysen och sporfällornas placering i landskapet.

Ett nätverk av sporfällor skulle ge oss bättre kontroll på svampfloras förändringar. Foto Johanna Boberg.



Tallbarrens svampkarta ritas om

av Hanna Millberg, Johanna Boberg och Jan Stenlid

Ett tallbarr innehåller många fler svampar än vad man tidigare har känt till. En kartläggning som Future Forests har gjort visar att svampsamhällena i tallens barr varierar från norr till söder, och att sjuka barr hyser många fler arter än friska barr. Resultaten ritas också om utbredningskartorna för en del svampar. Tallskytte betraktas normalt som en sydsvensk art, men den påträffades så långt norrut som i Västerbotten.

För en mykolog kan ett litet tallbarr rymma en värld av arter. De är visserligen osynliga för ögat – för det mesta – men de kan ha stor betydelse för trädet. Svampar som man sedan tidigare känner till från tallbarr inbegriper både aggressiva patogena svampar, svaga patogener och svampar som har en positiv funktion för trädet. Dessutom finns många arter med okänd påverkan på trädet.

Vi ville skaffa oss en bättre bild av svampsamhällena i de svenska tallbarren. Därför samlade vi in barr från 10 platser i landet, från Norrbotten till Skåne. Längs denna



Provtagningarna omfattade en stor del av landet.



Hanna Millberg samlar tallbarr. Foto Johanna Boberg.

nord-sydliga gradient förändras flera faktorer som skulle kunna påverka svamparnas geografiska utbredning, t.ex. temperatur och nederbörd. Vi ville också studera hur svampsamhället skiljer sig mellan friska barr och sjuka barr med någon typ av sjukdomssymptom, t.ex. bruna fläckar.

Modern identifieringsmetod

Svampsamhällena identifierades sedan med en modern molekylär metod där flera prover kan analyseras parallellt. Ur varje prov sekvenseras flera svampars DNA samtidigt. Tekniken gör att man kan analysera många prover och beskriva i princip alla arter i ett prov samtidigt, något som var mycket arbetskrävande med de äldre metoderna.

Svampsamhällenas sammansättning förändras gradvis från norr till söder. En del arter påträffas framför allt i norra Sverige medan andra främst finns längre söderut. Tallskytte, den viktigaste patogenen på tall-

barr i Sverige, har sedan tidigare ansetts ha en sydlig förekomst. Det stämmer även med våra data, men den påträffas, om än i låg andel i proven, så långt norr ut som Västerbotten.

Proverna från sjuka barr hyser många fler arter. De flesta svamparna i friska barr finns också i sjuka barr, men hos de sjuka barren finns också många arter som inte påträffas i friska barr.

Fler arter än vi trodde

Det finns många fler svampar i tallbarr än vad som tidigare varit känt. En del av svamparna är sedan tidigare

förknippade med tall, såsom tallskytte, tallbarrsprickling och gremmeniella. Vi har kunnat se att en liten grupp svamparter dominerar i de flesta proverna och en stor grupp är mindre vanliga. För att artbestämma sekvenserna jämförs de mot en databas, men alla sekvenser kunde inte bestämmas till art. Många av de svampar som kunde artbestämmas var vanligare i sjuka barr än i friska barr. Endast ett fåtal av svamparna som hittades i de friska barren kunde artbestämmas.

Kunskap om tallbarrens svampar kan bli användbart i framtiden, till exempel för att förutsäga hur deras utbredning förändras om klimatet blir varmare.

Skadade tallbarr har en betydligt rikare svampflora än friska, men det finns gott om arter även i de gröna barren. Foto Mats Hannerz.



Askskottsjukan visar riskerna med global handel

av Jan Stenlid

Askskottsjuka är en ny invasiv svampsjukdom som ger avdödning i kronan av askar och som kan leda till att hela trädet dör. Askskottsjukan uppmärksammades först i Polen under tidigt 1990-tal. Den kom till Sverige 2001 och har nu spridits till de flesta områden med ask i Europa. Hos oss finns numera asken med på rödlistan över hotade arter på grund av sjukdomen. När svampen upptäcktes i Storbritannien under 2012 ledde det till mycket uppmärksamhet i massmedia.

Ursprung i östra Asien

Sjukdomen var tidigare helt okänd och det dröjde till mitten av 2000-talet innan den fick ett vetenskapligt namn (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*). Vi har numera förstått att svampen har sitt ursprung i östra Asien där den bryter ned askförna och inte alls orsakar sjukdom på *Fraxinus mandchurica* och andra askarter i Japan och Kina. Troligen har den förts in till Europa via odling av prydnadsträd och den har åtminstone delvis spritts med infekterade askar från plantskolor som sedan planterats i parker och skogar.

Hundratusentals askplantor har årligen transporterats mellan länder i Europa under 2000-talet också efter att sjukdomen konstaterats i ett land! Ett problem är att i tidigt stadium kan det vara svårt att känna igen symptomen av sjukdomen, särskilt under vinterhalvåret, och att man därför inte uppmärksammar problemet i tid.

Kulturbärare

Ask ger ett utmärkt virke till golv och möbler, men trädet har också stor betydelse som bärare av biologisk mångfald och kulturella värden. Mer än 250 rödlistade arter är knutna till ask och om trädet försvinner från vår miljö kommer flera av dessa arter också att vara hotade till sin överlevnad. Många av våra gamla veteranträd i kulturlandskapet är askar och detta kulturarv är också starkt hotat av sjukdomen.

Den europeiska asken är mycket känslig för svampen som börjar sina angrepp med vindspridda sporer som



Jan Stenlid. Foto Johanna Boberg.

infekterar blad och som så småningom tar sig in i kvistar och skott för att till slut växa in till stammen och slutligen strypa hela trädet. Svampen kan också angripa i stambasen och tillsammans med honungsskivling ger det en snabb död av träden.

Insamling av friska askar

Men det finns hopp! Det har visat sig att en liten del av askarna är motståndskraftiga. Nu satsar vi på att samla in genetiskt material från askar som överlever angreppen för att etablera nya fröplantager för framtiden.

Så hur ska man sköta angripen skog? Om man har som mål att producera felfritt virke av ask bör man skörda träden innan de fått ett så starkt angrepp att det bildas vattskott på stammen, de kan då få missfärgande angrepp av svampen som påverkar virkets kvalitet. Annars bör man spara på de askar som fortfarande har en grön krona, de har troligen en högre resistens och kan bidra till friskare framtida askgenerationer. Det finns också

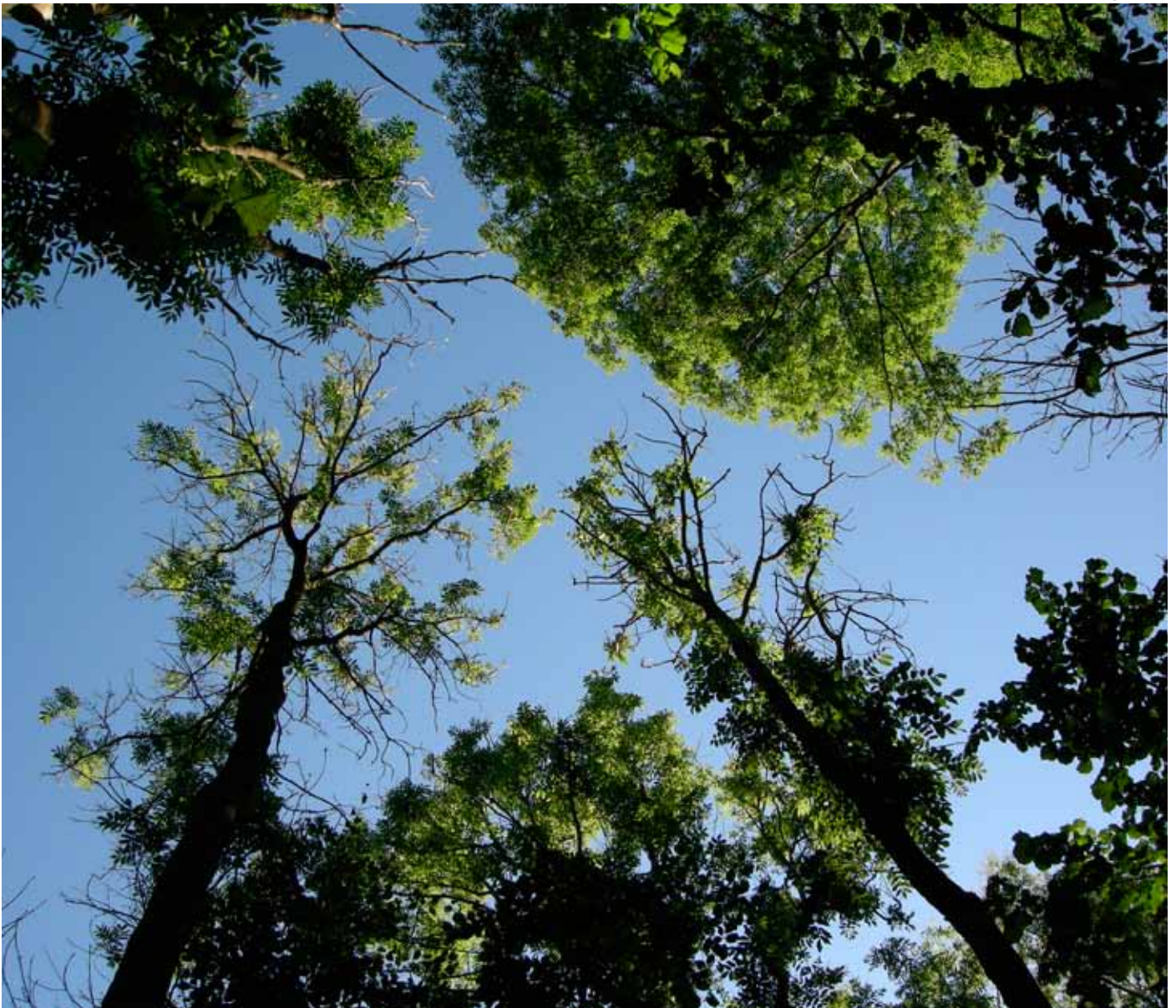
en del lovande resultat med att kvista angripna träd, det gäller då att skära bort de angripna delarna av kronan och därigenom begränsa spridningen av svampinfektionen från att nå huvudstammen.

Svagt skydd mot nya sjukdomar

Den här epidemin av askskottsjuka illustrerar några viktiga punkter med invasiva svampsjukdomar. Först och främst visar det att en svamp som inte har utvecklats tillsammans med värdrädet lätt hamnar i obalans med träden och kan orsaka omfattande död i våra skogar. Spridning till ett nytt värdräd eller ett nytt geografiskt område kan vara första steget till en allvarlig epidemi.

En annan viktig punkt är att som samhälle har vi ett mycket svagt skydd mot nya tidigare okända sjukdomar, vårt regelverk riktar sig i första hand mot namngivna tidigare välkända problem. En lösning här är att utveckla ett regelverk som också tar hänsyn till spridningsvägar "pathways". En tredje aspekt är att om allmänheten blir medveten om riskerna kan man påverka handlingsmönster. Handel och då särskilt med levande växtmaterial medför stora risker för smittspridning, och när trädgårdsodlare i Storbritannien blivit medvetna om riskerna med att köpa växter som drivits upp i en plantskola långt bort börjar de nu fråga efter ursprunget till de plantor som man köper.

Foto Stina Bengtsson.



Publikationer från Future Forests - Svampar och insekter

Vetenskapliga artiklar / Scientific reports

1. Arhipova, N, Gaitnieks, T, Donis, J, Stenlid, J. & Vasaitis, R. 2012. Heart-rot and associated fungi in *Alnus glutinosa* stands in Latvia. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 27: 327-336.
2. Ammunét T., Kaukoranta T., Saikkonen K., Repo T. & Klemola T. 2012. Invading and resident defoliators in a changing climate: cold tolerance and predictions concerning extreme winter cold as a range limiting factor. *Ecological Entomology* 37:212-220
3. Andersson, P, Bengtsson, S, Stenlid, J & Broberg, A. 2012. B-norsteroids from *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Molecules*. 17:7769-7781.
4. Bengtsson S, Vasaitis, R, Kirisits, T, Solheim H & Stenlid J. 2012. Population structure of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* and its genetic relationship with *Hymenoscyphus albidus*. *Fungal Ecology* 5:147-153.
5. Berggren Å, Björkman C, Bylund H & Ayres M. 2009. The distribution and abundance of animal populations in a climate of uncertainty. *Oikos* 118: 1121-1126.
6. Björkman, C., Bylund, H., Klapwijk, M.K., Kollberg, I. & Schroeder, M. 2011a. Insect pests in future forests: More severe problems? *Forests* 4: 474-485.
7. Björkman, C., Berggren, Å. & Bylund, H. 2011b. Causes behind insect folivory patterns in latitudinal gradients. *Journal of Ecology* 99: 367-369.
8. Björkman, C., Kindvall, O., Höglund, S., Lilja, A., Bärning, L. & Eklund, K. 2011c. High temperature triggers latent variation among individuals: Oviposition rate and probability for outbreaks. *PLoS ONE* 6: e16590.
9. Björkman, C., Lindelöw, Å., Eklund, K., Kyrk, S., Klapwijk, M.J., Fedderwitz, F. & Nordlander, G. 2013. A rare event – an isolated outbreak of the pine-tree lappet moth (*Dendrolimus pini*) in the Stockholm archipelago. *Entomologisk Tidskrift* 134 (1-2): 1-9. Uppsala, Sweden.
10. Boissin, E, Hurley, B, Wingfield, MJ, Vasaitis, R, Stenlid, J, Davis, C, De Groot, P, Ahumada, R, Carnegie, A, Golderazena, A, Klasmer, P, Wermelinger, B & Slippers, B. 2012. Retracing the routes of introduction of invasive species: the case of the *Sirex noctilio* woodwasp. *Molecular Ecology* 21(23): 5728-44.
11. Dalin, P, Kindvall, O. & Björkman, C. 2009. Reduced population control of an insect pest in managed willow monocultures. *PLoS ONE*, 4: e5487.
12. Dalin, P, Demoly, T., Kabir, Md. F & Björkman, C. 2011. Global land-use change and the importance of zoophytophagous bugs in biological control: coppicing willows as a timely example. *Biological Control*, 59: 6-12.
13. Felton, A.M., Boberg, J., Björkman, C., Widenfalk & O. 2013. Identifying and managing the ecological risks of using introduced tree species in Sweden's production forestry. *For. Ecol. Manage.* 291: 181-189.
14. Fernandez-Fueyo, E Ruiz-Dueñas, FJ Ferreira, P Floudas, D Hibbett, DS Canessa, P Larrondo LF James, TY Seelenfreund D Lobos, S Polanco, R Tello, M Honda, Y Watanabe, T Watanabe, T San, RJ Kubicek, CP Schmall, M Gaskell, J Hammel KE St. John FJ, Vanden Wymelenberg A, Sabat, G BonDurant, SS Syed, K Yadav, JS Dodapaneni, H Subramanian V, Lavín, JL Oguiza, JA Perez, G Pisabarro, AG Ramirez, L Santoyo, F Mastert, E Coutinho, PM Henrissat, B Lombard, V Magnuson, JK Kües, U Hori, C Igarashi, K Samejima, M Held, BW Barry, KW LaButti, KM Lapidus, A Lindquist, EA Lucas, SM Riley, R Salamov, AA Hoffmeister, D Schwenk, D Hadar, Y Yarden, O de Vries, RP Wiebenga, A Stenlid, J Eastwood, D Grigoriev, IV Berka, RM Blanchettey, RA Kersten, P Martinez, AT Vicuna, R & Cullen D. 2012. Comparative genomics of *Ceriporiopsis subvermisporea* and *Phanerochaete chrysosporium* provide insight into selective ligninolysis. *Proceedings of the National Academy of Science*. 109:5458-5463.
15. Floudas, D, Binder, M, Riley, R, Barry, K, Blanchette, RA, Henrissat, B, Martinez, AT, Otillar, R, Spatafora, JW, Yadav, JS, Aerts, A, Benoit, I, Boyd, A, Carlson, A, Copeland, A, Coutinho, PM, de Vries, RP, Ferreira, P, Findley, K, Foster, B, Gaskell, J, Glotzer, D, Gorecki, P, Heitman, J, Hesse, C, Hori, C, Igarashi, K, Jurgens, JA, Kallen, N, Kersten, P, Kohler, A, Kues, U, Kumar, TKA, Kuo, A, LaButti, K, Larrondo, LF, Lindquist, E, Ling, A, Lombard, V, Lucas, S, Lundell, T, Martin, R, McLaughlin, DJ, Morgenstern, I, Morin, E, Murat, C, Nagy, LG, Nolan, M, Ohm, RA, Patyshakuliyeva, A, Rokas, A, Ruiz-Duenas, FJ, Sabat, G, Salamov, A, Samejima, M, Schmutz, J, Slot, JC, John, FS, Stenlid, J, Sun, H, Sun, S, Syed, K, Tsang, A, Wiebenga, A, Young, D, Pisabarro, A, Eastwood, DC, Martin, F, Cullen, D, Grigoriev, IV. & Hibbett, DS. 2012. The Paleozoic Origin of Enzymatic Lignin Decomposition Reconstructed from 31 Fungal Genomes. *Science* 336:1715-1719.
16. Jönsson, A.M., Schroeder, M., Lagergren, F; Anderbrant, O. & Smith, B. 2012. Guess the impact of *Ips typographus* – an ecosystem modeling approach for simulating spruce bark beetle outbreaks. *Agricultural and Forest Meteorology*, 166-167: 188-200.
17. Klapwijk, M., Csoka, G., Hirka, A. & Björkman, C. 2013. Forest insects and climate change: long-term trends in herbivore damage. *Ecol. Evol.* 3(12): 4183-4196.

18. Klapwijk, M.J., Battisti, A., Ayres, M.P., & Larsson, S. 2012. Assessing the impact of climate change on outbreak potential. In: *Insect Outbreaks Revisited* ed. by Barbosa, P., Schultz, J.C. & Letourneau, D., Blackwell Publishing Ltd., Oxford
19. Kollberg I, Bylund H, Schmidt A, Gershenson J and Björkman C. Multiple effects of temperature, photoperiod and food quality on the performance of a pine sawfly. *Ecological Entomology* 38(2), 201-208.
20. Koricheva, J., Klapwijk, M.J. & Björkman, C. 2012. Life history traits and host plant use in defoliators and bark beetles: implications for population dynamics. In: *Insect Outbreaks Revisited* ed. by Barbosa, P., Schultz, J.C. & Letourneau, D., Blackwell Publishing Ltd., Oxford
21. Marini, L., Lindelöw, Å., Jönsson, A.M., Wulff, S. & Schroeder, L.M. 2013. Population dynamics of the spruce bark beetle: A long-term study. *Oikos* 122: 1768-1776.
22. Oliva, J., Samils, N., Johansson, U., Bendz-Hellgren, M. & Stenlid, J., 2008. Urea treatment reduced *Heterobasidion annosum* s.l. root rot in *Picea abies* after 15 years. *Forest Ecol. Manage.* 255, 2876-2882.
23. Oliva, J., Thor, M. & Stenlid, J., 2010a. Long term effects of mechanized stump treatment against *Heterobasidion annosum* s.l. root rot in *Picea abies*. *Can. J. Forest Res.* 40, 1020-1033.
24. Oliva, J., Thor, M. & Stenlid, J., 2010b. Reaction zone and periodic increment decrease in *Picea abies* trees infected by *Heterobasidion annosum* s.l. *Forest Ecol. Manage.* 260, 692-698.
25. Oliva, J. & Stenlid, J., 2011. Validation of the Rotstand model for predicting *Heterobasidion annosum* root rot in *Picea abies* stands. *Forest Ecol. Manage.* 261, 1841-1851.
26. Oliva, J., Bendz-Hellgren, M. & Stenlid, J., 2011a. Spread of *Heterobasidion annosum* s.s. and *Heterobasidion parviporum* in *Picea abies* 15 years after stump inoculation. *FEMS Microbiol. Ecol.* 75, 414-429.
27. Oliva, J., Romeralo, C., & Stenlid, J., 2011b. Accuracy of the Rotfinder instrument in detecting decay on Norway spruce (*Picea abies*) trees. *Forest Ecol. Manage.* 262, 1378-1386.
28. Oliva, J., Gonthier, P., Stenlid, J., 2011c. Gene flow and inter-sterility between allopatric and sympatric populations of *Heterobasidion abietinum* and *Heterobasidion parviporum* in Europe. *Forest Pathology* 41, 243-252.
29. Oliva, J., Camarero, J.J., & Stenlid, J., 2012. Understanding the role of sapwood loss and reaction zone formation on radial growth of Norway spruce (*Picea abies*) trees decayed by *Heterobasidion annosum* s.l. *Forest Ecol. Manage.* 274, 201-209.
30. Oliva, J., Bernat, M. & Stenlid, J., 2013a. Heartwood stump colonisation by *Heterobasidion parviporum* and *H. annosum* s.s. in Norway spruce (*Picea abies*) stands. *Forest Ecol. Manage.* 295, 1-10.
31. Olson, Å, Brandström-Durling, M, Lind, M, Dalman, K, Himmelstrand, K, Karlsson, M, Lundén, K, Véléz, H, Canbäck, B, Högberg, N, Asiegbu, FO, Raffaello, T, Martin, F, Kohler, A-G, Murat, C, Duplessis, S, Morin, E, Lombard, V, Coutinho, P, Henrissat, B, Solheim, H, Fossdahl, CG, Yakovlev, I, Hietala, A, Rouzé, P, Lin, Y-C, Kües, U, Grigoriev, I, Aerts, A, Lindquist, E, Salamov, A, Lucas, S, Schmutz, J, Grimwood, J, Garbelotto, M, Hoffmeister, D, Park, J, Lee, Y-H, Woodward, S, Deflorio, G, James, T., van Diepen, L, Ståhlberg, J, Cullen, D, Belbahri, L, de Vries, RP, Bouzid, O, Wiebenga, A, Broberg, A, Hansson, D, Gonthier, P, Stenlid, J., 2012. Trade-off between wood decay and parasitism: Insights from the genome of a fungal forest pathogen. *New Phytologist* 194:1001-1013.
32. Santini A, Ghelardini L, De Pace C, Desprez-Loustau ML, Capretti P, Chandelier A, Cech T, Chira D, Diamandis S, Gaitniekis T, Hantula J, Holdenrieder O, Jankovsky L, Jung T, Jurc D, Kirisits T, Kunca A, Lygis V, Malecka M, Marçais B, Schmitz S, Schumacher J, Solheim H, Solla A, Szabò I, Tsopeles P, Vannini A, Vettraino AM, Woodward S, Webber J, & Stenlid J. 2012. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytologist*, 1:238-250
33. Stenlid, J., Oliva, J., Boberg, J. & Hopkins, A. 2011. Emerging diseases in European forest ecosystems and responses in society. *Forests* 2(2), 486-504.
34. Tenow O, Nilssen AC, Bylund H, Pettersson R, Battisti A, Bohn U, Carouille F, Ciornei C, Csóka G, Delb H, De Prins W, Glavendekic M, Gninenko YI, Hrašovec B, Matošević D, Meshkova V, Moraal L, Netoiu C, Pajares J, Rubtsov V, Tomescu R & Utkina I. 2013. Geometrid outbreak waves travel across Europe. *J. Anim. Ecol.* 82(1): 84-95.

Arbetsrapporter och övriga publikationer/ Working reports and other publications

1. Boberg, J. 2012. Simulering av potentiell etablering av skadesvampar i svensk skog. Bilaga 6 till rapport 2012:10 Vässa växtskyddet för framtidens klimat – Hur vi förebygger och hanterar ökade problem i ett förändrat klimat. Jordbruksverket.
2. Hopkins, A.J.M., & Boberg, J.B., 2012. Risk assessment and establishment of a system to adress potential pathogens in Nordic and Baltic forestry as a result of climate change. SNS Research Project Report within the Selfoss declaration on sustainable forestry, www.nordicforestresearch.org/sns-research/research-projects/risk-assessment-and-establishment/

Avhandlingar / PhD and Master theses

1. Bernat, M. 2011. Infection preference of *Heterobasidion annosum* s.s. and *H. parviporum* on sapwood and heartwood of pine and spruce stumps. Master Thesis, SLU. Supervisors: Jonas Oliva and Jan Stenlid.
2. Kollberg, I. 2013. The effect of temperature on trophic interactions – Implications for the population dynamics of a forest pest insect in a warmer climate. Doktorsavhandling Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
3. Romeralo, C. 2010. Reliability of Rotfinder instrument for detecting decay in standing trees. Master Thesis, SLU. Supervisors: Jan Stenlid and Jonas Oliva.

Populär kommunikation / Popular communication

1. "Warmer climate and new forest pests" TT, DN, other newspapers, web sites. November 2011.
2. "Skogen kan klara högre temperatur" ATL, Landsbrukets Affärstidning, Tisdagen den 5 april 2011
3. "Pest insects in future forests – studies on the European pine sawfly". ATL, mars 2011.
4. "Baggar gillar värme" ATL, Lantbrukets Affärstidning, Måndag 7 februari 2011
5. "Rotrötans verkningar studeras i långtidsförsök" Future Forests Update 6, Februari 2011.
6. Björkman, C. Bylund, H. & Berggren, Å. 2011. Insekter och klimatförändringar – vad vi vet, tror oss veta och inte vet. Fakta Skog Nr. 6. (Liknande den nedan).
7. Björkman, C. Bylund, H. & Berggren, Å. 2011. Insekter och klimatförändringar – vad vi vet, tror oss veta och inte vet. Fakta Jordbruk Nr. 4. (Liknande den ovan).
8. "Värmeälskande skadeinsekter redan på plats" Tidsskriften Rena Rum 2, 2011.
9. "Insektsutbrott i framtiden". Intervju med M. Klapwijk, Västerbottenskuriren, mars 2010.
10. "Klimatförändring – flipp eller flopp?" SkogsEko nr 1, mars 2010.
11. "Inte bara varmare klimat ger flera insekter" forskning.se (tentakel.vr.se) 12 februari 2010.
12. "Artsamspel avgör skadeutbrott i grödan" Tema Jordbruk, Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet. 2010.
13. Hur känns det? (2010) Jan Stenlid, Future Forests.
14. FF reportage. Rotröta – Skogens värsta skadegörare. Nr 3, september 2010 (svenska och engelska).
15. Thor, M., Oliva, J. & Stenlid, J. (2009) Färre nya infektioner av rottröta efter maskinell stubbehandling vid gallring. Resultat från Skogforsk. nr. 13
16. "Stora svängningar i monokulturer" Skogen 8, 2009.
17. "Artsamspel avgör skadeutbrott i grödan" Notiser från SLU 5, 2009.
18. "Ger ändrat klimat mer insektsskador?" www.skogssverige.se/blogg, 26 november, 2009.
19. "Inte bara varmare klimat ger flera insekter" www.alltomspara.se, 26 november, 2009.
20. "Inte bara varmare klimat ger fler insekter" pressmeddelande SLU, 26 november 2009
21. "Artsamspel avgör risken för insektsskador" Future Forests Update 1, november 2009.
22. "Future Forestsforskare: Nya teorier om insektsangrepp" Mistras hemsida, 12 oktober 2009.
23. "Artsamspel avgör risken för insektsskador" Pressrelease, 6 augusti, 2009.
24. "Klimatförändringen och evertebrater" Intervju H.

Populär kommunikation forts. / Popular communication cont.

Bylund Sveriges radio, augusti 2009.

25. "Nykläckt professor i skogsinsekter" Skogsaktuellt nr 6, 1 april 2009.

26. Stenlid, J. Bidragit till utvecklandet av en ny policy för skogsstyrelsen för skogsskador och skogsskydd. Bland annat med tre möten inom Centrala skogsskyddskommittén.

27. Stenlid, J. Rådgivning åt Bergvik skog om döende skog i norduppland mars-april 2012.

28. Stenlid, J. Maj Inbjudet föredrag på TPCP Tree protection cooperative program i Pretoria, Sydafrika

29. Stenlid, J. Risk assessment and establishment of a system to address potential pathogens in Nordic and Baltic forestry as a result of climate change. Invited speaker to the SNS 40 year anniversary in Copenhagen. 3 July 2012

30. Stenlid, J. Forskarfredag. Populär vetenskaplig presentation för allmänheten i Uppsala. 28 september 2012

31. Stenlid, J., Har gett tre intervjuer för BBC om askskottsjuka och en intervju för en feature artikel i the Guardian

över samma tema. Okt-nov 2012.

32. Stenlid, J., Conservation biology of wood decay fungi. Invited speaker on KEW, London, 17 November 2012

33. Excursion to Furuskär to visit outbreak site of *Dendrolimus pini* in the Stockholm archipelago: Reported in SVT news

34. "Nya insekter kommer med värmen" in Naturvetarna 5 March 2012 about insects and climate change based on interview with Björkman, C.

35. Oral presentation for and discussion with the ecologists at the larger Swedish forest companies by Björkman, C. 27-28 March 2012 Umeå.

36. Excursion with stakeholders concerning the introduction of exotic tree species in Sweden. 27 September 2012, Björnstorp

37. Björkman, C. was invited by the publisher CABI to edit a book on "Climate Change and Insect Pests". Accepted the invitation after including Pekka Niemelä as co-editor.

Presentationer på workshops och konferenser / Presentations at workshops and conferences

1. Ammunét, T. et al. A new tool for directing management efforts of invasive forest pests, Annual meeting of the Entomological Society of America, 11-14 Nov 2012, Knoxville, TN
2. Ammunét T. Invaders, parasitoids and cyclic resident dynamics – a fatal equation?, ICE XXIV International Congress of Entomology, Daegu, Korea, 19–25.8.2012, invited presentation
3. Ammunét T. Ecology of *Cameraria ohridella* in Uppsala – living at the invasive range edge, Global Challenges University Alliance Workshop “Environmental monitoring and detection of invasive species”, Uppsala, Sweden, 4-6.9.2013, invited presentation
4. Björkman, C. Forest insects and climate change: Can management mitigate the risks? Tackling climate change: The contribution of forest scientific knowledge, 21-23 May 2012, Tours, France
5. Björkman, C. Insects in a changing environment. Invasive forest threats: Future research and management opportunities, 16-18 May 2012 Pretoria, South Africa
6. Björkman, C. 2009. Ändrat klimat – mer insektsskador? Talk at Skogskonferensen 25-26 november.
7. Björkman, C. 2009. Direct and indirect plant defences. Talk at IUFRO-conference in Italy.
8. Björkman, C. 2011. Direct and indirect plant defences. Poster at Gordon conference in Galveston, TX, USA 2011
9. Björkman, C. 2011. Adaptive host plant choice in an omnivorous bug with plant bodyguard function. Talk at SIP14 conference in Wageningen, Holland.
10. Björkman, C. 2011. Insekter och klimatförändringar. Talk at the Swedish Forest Agency (Skogsstyrelsens) Uppsala 7 Dec, Sweden.
11. Björkman, C. 2011. Insekter i framtidens skogar. Talk for the Swedish Forest Agency (Skogsstyrelsen), 15 Dec, Sweden.
12. Björkman, C. 2011. Insekter och klimatförändringar. Talk at the Swedish Forest Agency (Skogsstyrelsens) local office at Gotland 20 Dec, Sweden.
13. Boberg, J. & Stenlid, J. Effects of a changing climate on the geographical distribution of forest pathogens in Northern Europe. Nordic-Baltic Forest Pathology Meeting, Uppsala, Sweden. 26-29 September 2011.
14. Boberg, J., Stenlid, J., Oliva, J., Millberg, H. & Hopkins, A. 2011. Svampsjukdomar i ett framtida klimat. Presentation at meeting in Östersund with Skogsstyrelsen. May 2011
15. Boberg, J. 2012. Introduction of exotic tree species and pathogens. Invited speaker in the excursion ‘Nya trädslag i sydsvenskt skogsbruk’, Asa, Sweden, April 2012
16. Bylund, H., Tenow et al. Spatio-temporal patterns in Geometrid outbreaks in Fennoscandia and across Europe. BACCARA: Second annual meeting, Padova, Italy 15-17 February 2011
17. Bylund, H. 2009. The pine weevil in a changing environment. Talk at FORISK-meeting, Tvärminne, Finland, 26-28 oktober.
18. Hopkins, A.. Biosecurity policies in NZ & Australia. Workshop “Invasive pests and pathogens – a future threat to our forests?”, Uppsala 26-28 Oct 2011.
19. Hopkins, A. & Stenlid, J. Methods for the early detection of new invasive forest pathogens. Nordic-Baltic Forest Pathology Meeting, Uppsala, Sweden. 26-29 September 2011.
20. Hopkins A., Stenlid J., 2012. Spore trapping as a method for early detection of invasive forest pathogens. Joint IUFRO 7.03.10 – “Methodology of forest insect and disease survey” and IUFRO WP 7.03.06 – “Integrated management of forest defoliating insects” Working Party Meeting, Palanga, Lithuania, 10-14 September 2012. Talk.
21. Hopkins, A., Millberg, H., Boberg, J. & Stenlid, J. Using 454 sequencing to understand fungal ecology. Meeting of EU Framework 7 project ISEFOR (Increasing sustainability of European forests: modeling for security against invasive pests and pathogens under climate change). St Petersburg, Russia. 14-17 September 2011.
22. Hopkins, A., Millberg, H., Boberg, J. & Stenlid, J. Dothistroma needle blight in Sweden: an update. International Dothistroma alliance meeting, Suonenjoki, Finland. 8-11 August 2011.
23. Klapwijk, M.J., Ayres, M.P., Battisti, A., Larsson, S. Risk for insect outbreaks under climate change, Ecosummit 30 Sept – 4 Oct 2012, Columbus OH, oral presentation
24. Klapwijk, M.J. et al. The impact of climate change and forest pests and their damage, Annual meeting of the Entomological Society of America, 11-14 Nov 2012, Knoxville, TN
25. Klapwijk, M.J. & Ammunét, T. Anthropogenic effects, species interactions and population dynamics, Ecology Lunch seminar at the Life Science Department of Dartmouth College, Hanover, NH
26. Klapwijk, M. 2011. Insect outbreak potential under climate change. Future Forests lunch seminar. Uppsala, mars.
27. Klapwijk, M. et al. 2011. Assessing the impact of climate change on outbreak potential. Talk at British Ecological Soc., Cambridge, februari.
28. Klapwijk, M. 2010. Insect outbreaks – what can be said

Presentationer på workshops och konferenser forts./ Presentations at workshops and conferences cont.

about the future? Talk at Populations under pressure-meeting, Silwood park, England, juni.

29. Klapwijk, M. et al. 2010. Insect outbreaks and climate change. Talk at IUFRO-meeting. Eberswalde, septmeber.

30. Kollberg, I., Björkman, C. & Bylund, H. 2010. Will the role of diterpenes change in a future climate for an insect herbivore? Poster at British Ecological Soc. Brighton, 12-14 april.

31. Kollberg, I., Björkman, C. & Bylund, H. 2010. Trophic interactions along a climatic gradient - Studies on *Neodiprion sertifer*. Poster at IUFRO-meeting. Eberswalde, septmeber.

32. Kollberg, I., Björkman, C. & Bylund, H. 2011. Effects of temperature on *Neodiprion sertifer* larvae along climatic gradients. Poster at ESF-meeting in Tartu.

33. Kollberg, I., Björkman, C. & Bylund, H. 2011. The role of bottom-up and top-down effects in a warmer world. Poster at SIP-14. Wageningen.

34. Kollberg, I., Björkman, C. & Bylund, H. 2011. Will a warmer climate lead to more problems with forest pest insects? Talk at Oikos annual meeting. Tjärnö.

35. Kollberg, I., Björkman, C. & Bylund, H. 2011. Pest insects in future forests - Studies on the European pine sawfly. Talk at Future Forest lunch seminar series. Uppsala.

36. Kollberg, I., Björkman C. & Bylund, H. Trophic interactions along climatic gradients with *Neodiprion sertifer* as a model species, ICE2012, 19-25 Aug 2012, Daegu, South Korea

37. Millberg, H., Boberg, J. & Stenlid, J.: Fungal communities of Scots pine needles - variation along a latitude gradient in Sweden. Nordic-Baltic Forest Pathology Meeting. Uppsala, Sweden. 26-29 September 2011.

38. Millberg, H. 2011. Fungal communities of Scots pine needles - variation along a latitude gradient in Sweden. Open seminar at the Swedish University of Agricultural Sciences. Future Forests-MISTRA Lunch Seminars Series.

39. Oliva, J., Romeralo, C., Samils, N., Bendz-Hellgren, M., Johansson, U., Thor, M., Stenlid, J. 2009. Recent advances on the control, epidemiology and detection of *Heterobasidion annosum* in *Picea abies* in Scandinavia. IX SNS Meeting in Forest Pathology. Palanga (Lithuania), 28 September- 2 October. Organized by the Nordic Forest Research Cooperation Committee. OP

40. Oliva, J., Gonthier, P., Stenlid, J. 2009. Intersterility and gene-flow among European populations of *Heterobasidion* spp.: the case of *H. abietinum* in the Pyrenees. V Spanish Forestry Congress. Ávila, 21-25 September. Organised by Spanish Society of Forest Sciences. OP

41. Oliva, J. 2010. Long-term efficacy of control methods for *Heterobasidion annosum* in Sweden. Talk during the root-rot meeting "rottrötemöte", 23th April, Uppsala, SLU.

42. Oliva, J. 2010. Rotfinder and Rotstand: two tools for the management of rot in practical forestry. Talk during the root-rot meeting "rottrötemöte", 23th April, Uppsala, SLU.

43. Oliva, J., Bernat, M., Stenlid, J.: Heartwood and *Heterobasidion annosum* s.l. infection in spruce and pine stumps. Nordic-Baltic Forest Pathology Meeting. Uppsala, Sweden. 26-29 September 2011.

44. Oliva, J. 2011. Molecular techniques applied to forest pathology. Keynote speaker. II Scientific Meeting of the Forest Health Workgroup of the SECF. Organized by Spanish Society of Forest Sciences. Plasencia (Spain), 21-22 September, 2011.

45. Oliva, J. 2011. Anticipating forest disease within global change. Open seminar at the Swedish University of Agricultural Sciences. 9th March. Future Forests-MISTRA Lunch Seminars Series.

46. Oliva, J., Bernat, M., Stenlid, J. 2011. Susceptibility of stump heartwood and sapwood to *Heterobasidion annosum* s.l. infection in Norway spruce (*Picea abies*). Meeting of the IUFRO working party 7.02.01 "Root and Butt Rot of Forest Trees". September 4th - 10th 2011. Firenze - S. Martino di Castrozza, Italy. Oral presentation (OP).

47. Oliva, J., Camarero J.J., Stenlid J. 2011. Reaction zone and sapwood reduction in Norway spruce (*Picea abies*) attacked by *Heterobasidion annosum*. Meeting of the IUFRO working party 7.02.01 "Root and Butt Rot of Forest Trees". September 4th - 10th 2011. Firenze - S. Martino di Castrozza, Italy. Short oral presentation (SOP).

48. Oliva, J. 2012. The link between historical land-use and root rot pathogens: their role in current forest dynamics. Invited speaker at the research seminar "Disturbance and resilience in Mediterranean forest ecosystems". 8th June 2012, CTFC, Solsona, Spain.

49. Oliva, J. 2012. Coupling productive forestry with low disease levels: the case of *Heterobasidion annosum* and *Picea abies* in Scandinavia. Invited speaker at the weekly "Forest Protection Seminar" at SCION. Thursday 1st March, Rotorua, New Zealand.

50. Power, M., Chen, J., Bengtsson, S., Hopkins, A. and Vasaitis, R.. Identification of fungal communities within *Fraxinus* species in New Zealand. Nordic-Baltic Forest Pathology Meeting. Uppsala, Sweden. 26-29 September 2011.

51. Romeralo, C., Oliva, J., Stenlid, J. 2009. Reliability of the Rotfinder instrument for the detection of decay in standing trees. V Spanish Forestry Congress. Ávila, 21-25 September.

Presentationer på workshops och konferenser forts./ Presentations at workshops and conferences cont.

Organized by Spanish Society of Forest Sciences. Poster.

52. Schroeder, M. Barkborrar och klimatförändringar. Presentation at meeting in Östersund with Skogsstyrelsen. May 2011

53. Schroeder, M. 2011. Barkborrar och klimatförändringar. Infomöte med Skogs- och Länsstyrelsen, Östersund, 26 maj.

54. Stenlid, J. The life cycle of *Chalara fraxinea* in relation to pathogenic and saprotrophic specialisation. Congress on New and emerging fungal diseases of animal and plants: evolutionary aspects in the context of global changes, Roscoff, France 25-29 June 2011. Invited plenary talk.

55. Stenlid J. Fungal threats to *Pinus contorta* in Sweden. FUT Forests Contorta excursion, Bispgården, Sweden 20-22 June 2011.

56. Stenlid J. Forest Pathology in Sweden. Talk to visiting Korean Scientists, Uppsala Sweden, 30/5 2011

57. Stenlid, J. Forest Pathology in Sweden. Visit to Scion, New Zealand. 7 April 2011

58. Stenlid, J. The *Heterobasidion* genome project. Meeting of the IUFRO working party 7.02.01 "Root and Butt Rot of Forest Trees". September 4th – 10th 2011. Firenze – S. Martino di Castrozza, Italy. Invited plenary talk.

59. Stenlid J. Population genomics of *Heterobasidion* spp. American Mycological Society, Fairbanks, Alaska, USA, 1-7 Augusti, 2011. Invited talk.

60. Stenlid, J. An introduction to invasive forest pests and diseases in Sweden. Workshop "Invasive pests and pathogens – a future threat to our forests?", Uppsala 26-28 Oct 2011.

61. Stenlid, J. Cross infection by fungal pathogens in East African agroforestry. 29 September 2011. International Symposium on Transboundary pathogens, Uppsala. Talk

62. Stenlid, J. The role of tree stumps as resource for pests and pathogens in old growth and managed forests. Tree-Stumps for Bioenergy-Harvesting Techniques and Environmental Consequences. Uppsala, Sweden 24-26 October 2011.

63. Stenlid, J. 2011. Forest Pathology in Sweden. Visit on Scion, New Zealand. 7 April 2011

64. Stenlid, J., Millberg, H., Boberg, J. Sampling strategy along gradients for tree pathogens. BACCARA: Second annual meeting, Padova, Italy 15-17 February 2011

65. Stenlid, J. & Boberg, J. Sampling strategies for fungal pathogens. Joint BACCARA FUNDIV meeting, Paris 7-8/3 2011.

66. Jan Stenlid. Monitoring invasive pathogens. ISEFOR: First meeting, Aberdeen, Scotland, 1-3 February 2011.

67. Stenlid, J. Alien and invasive fungi- what can we expect from a changing climate. Congress of European Mycologists, Halkidiki, Porto Carras, 19-23 September 2011. Invited key note presentation.

68. Stenlid, J. Risk assessment and establishment of a system to address potential pathogens in Nordic and Baltic forestry as a result of climate change. Invited speaker to the SNS 40 year anniversary in Copenhagen. 3 July 2012

69. Stenlid, J. Invited speaker to the International conference on ecology, etiology and integrated management of fruit and forest tree diseases, Taipei, Taiwan. 23 May 2012

70. Stenlid, J. What have we learnt about wood decay by sequencing the *Heterobasidion* and *Serpula* genomes? Workshop on forest pathology, METLA, Vanda, Finland 30 November, Invited talk.

71. Stenlid, J. *Phytophthora alni* infected rivers revisited. COST meeting on *Phytophthora* diseases of trees. Budapest, Hungary, 21-22 November, 2011. Invited talk.

72. Stenlid, J. What have we learnt about wood decay by sequencing the *Heterobasidion* and *Serpula* genomes? Workshop on genomics in ecology, Helsinki, Finland 11 November, Invited talk.

73. Stenlid, J. Invited speaker to the TPCP Tree protection cooperative program in Pretoria, Sydafrika. May 2012

74. Stenlid, J. Invited speaker in DIAROD, COST action meeting in Edinburg, August 2012

75. Stenlid, J. Invited speaker on the ADAPTCARs meeting in Riga, 3 September 2012

76. Stenlid, J. Invited speaker on the FRAXBAC COST action meeting in Vilnius, 13-14 Oktober 2012

77. Stenström, E. Oliva, J. Wichmann, L. G. Wahlström, K. Jonsson, M. Drobyshev, I. Stenlid, J. 2011 *Gremmeniella* epidemic in Sweden in 1999 and 2001 - recovering of the forest. Meeting of the IUFRO working party 7.02.02 Foliage, shoot and stem diseases of forest trees. Montesclaras (Spain). Organized by University of Valladolid, Oral presentation (OP) (presented by E. Stenström)

78. Vélèz, H. Oliva, J. 2010. Coupling applied and basic research in the study of the basidiomycete *Heterobasidion annosum*. Invited seminar at the Evolutionary Biology Center, University of Uppsala, Sweden.

Möten och seminarier / Meetings and workshops

1. Thematic working group meeting on “The spruce bark beetle in a changing climate – a comparison of outbreak dynamics in central and northern Europe”. Uppsala, 14-16 november, 2011. Arranged by Martin Schroeder, SLU.
2. Work shop with the title: “Invasive pests and pathogens – a future threat to our forests?”, Uppsala 26-28 Oct 2011.
3. Future Forests-MISTRA Lunch Seminars Series. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Seminars held on 23 February, 9 March, 23 March and 6 April 2011
4. Root rot meeting, Uppsala, 23 April 2010, information meeting with 40 researchers and representatives from the forest sector. Arranged by Jan Stenlid, SLU
5. Open seminar on bark beetles (based on part II and III of thematic working group) Heureka-paper: Trade-offs between management, biodiversity and risk of pest outbreaks: how to optimize wood production under multiple management goals
6. Two workshops (11-13 April and 24-26 October) in Uppsala for the thematic working group on bark beetle outbreaks.

Medarbetare i Future Forests – Svampar och insekter

Forskningsledare

Jan Stenlid, SLU. jan.stenlid@slu.se

Christer Björkman, SLU. christer.bjorkman@slu.se

Forskare

Tea Ammunét, tea.ammunet@slu.se

Johanna Boberg, SLU. johanna.boberg@slu.se

Helena Bylund, helena.bylund@slu.se

Anna Hopkins, anna.hopkins@slu.se

Maartje J. Klapwijk, martje.klapwijk@slu.se

Ida Kollberg, ida.kollberg@slu.se

Hanna Millberg, hanna.millberg@slu.se

Jonàs Oliva, SLU. jonas.oliva@slu.se

Martin Schroeder, martin.schroeder@slu.se



Future Forests

En tvärvetenskaplig kompetensplattform för
analys av komplexa forskningsfrågor om skogen

Future Forests är ett Mistra-program. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) är programvärd. Programmet är en gemensam satsning av SLU, Umeå universitet och Skogforsk.

Forskningsprogrammet första fas (2009 - 2012) finansierades av:

- Mistra
- Svenskt skogsbruk: Sveaskog AB, Holmen Skog AB, SCA Skog AB, Bergvik Skog AB, Skogssällskapet, Södra, Mellanskog, Norrskog, Norra skogsägarna, LRF Skogsägarna, Sydved AB, Statens Fastighetsverk, Boxholms skogar AB, Stiftsskogarna (Växjö, Lunds, Skara, Linköpings, Härnösands, Göteborgs och Luleå), Rappe von Schmitterlöwska stiftelsen, Västra Sveriges skogsvårdsförbund
- SLU, Umeå universitet, Skogforsk

www.futureforests.se