

2021-03-29

# Slutrapport – Bekämpning av skogsskador i Mellannorrland: **BESKA**

*Jonsson, B.G., Joakim Bång, Erik Hedenström, Matilda Lindmark,  
Lina Viklund och Erika Wallin*



# Slutrappport – Bekämpning av skogsskador i Mellannorrland: **BESKA**

*Jonsson, B.G., Joakim Bång, Erik Hedenström, Matilda Lindmark,  
Lina Viklund och Erika Wallin*



EUROPEISKA UNIONEN  
Europeiska regionala  
utvecklingsfonden



## Innehållsförteckning

<b>Bakgrund</b> .....	<b>2</b>
Skogsskador i regionen.....	2
<b>Projektets mål</b> .....	<b>6</b>
Efter projektavslut .....	6
På lång sikt.....	6
<b>Samverkan</b> .....	<b>7</b>
Projektpartner.....	7
Finansiärer .....	7
Övrig samverkan .....	7
<b>Projektaktiviteter och resultat</b> .....	<b>8</b>
Delprojekt – Kemiska doftämnen .....	8
Delprojekt – Push and Pull i fångstvirke.....	13
Delprojekt – Skadegörare på skogsplantor .....	18
Delprojekt – Samverkansplattform .....	21
<b>Efter BESKA</b> .....	<b>25</b>
Doktorandernas avslut .....	25
Kommersialisering av resultat .....	25
Det nationella skogsskadecentrat .....	26
<b>Tack</b> .....	<b>26</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>27</b>
Referenser i texten ovan .....	27
Projektpublikationer inklusive manus .....	27
Övriga publikationer .....	28

## Bakgrund

Givet det hot som klimatförändringarna innebär står samhället inför stora utmaningar. Det har angetts att Sverige ska vara fossilfritt till 2045. Denna omställning tar sin utgångspunkt i att vi måste utveckla en bioekonomi inom ramen för vad naturen kan tillhandahålla i form av förnyelsebara och hållbart producerade råvaror. Denna utmaning gäller i hög grad även för mellersta Norrland och där regionen har en potential att vara föregångare och en viktig aktör givet de stora naturresurserna.

Skog utgör den dominerande naturtypen i mellersta Norrland och en viktig råvaruresurs för regionens industri. Den totala arealen produktiv skogsmark i regionen uppgår till 4,3 miljoner hektar varav privata skogsägare äger cirka 40% och staten och skogsbolagen äger resterande 60%. Totalt finns i regionen ett virkesförråd på cirka 600 milj. m<sup>3</sup>sk. Förutom några procent skyddad mark så sker ett modernt och effektivt skogsbruk på dessa arealer. Det finns stora förhoppningar att denna resurs även i framtiden ska utgöra en viktig del av den regionala ekonomin och bidra till samhällets klimatomställning. Detta inkluderar den transformation som skogsindustrin genomgår där mervärdesprodukter utvecklas (exempelvis viskos och värdefulla kemikalier från bioraffinaderier) och möjligheterna att ersätta fossila byggnadsmaterial med förädlade produkter baserad på skogsråvara, dvs att skapa effektiva substitutionskedjor.

En avgörande framgångsfaktor är dock att hantera riskerna med ökade skogsskador. Gemensamt för många skadegörare är att deras effekt på skogen länkar till den pågående klimatförändringen och för flera kan man förutsäga att deras påverkan kommer att öka i ett varmare klimat. Det finns dessutom en klar risk att även andra nya skadegörare kan komma att etablera sig i regionen. Denna problembild har varit utgångspunkten för projektet BESKA. Vi har med medel från ERUF, Regionerna i Västernorrland och Jämtland/Härjedalen samt med bidrag från flera projektpartner under åren 2017–2020 bedrivit forskning och utveckling med syfte att stärka det regionala skogsbrukets beredskap för att möta dessa utmaningar.

### Skogsskador i regionen

Under början av 2010-talet drabbades regionen av ett flertal stora stormar som påverkade skogslandskapet och skadade stora volymer skog (Stormarna Dagmar dec 2011, 4–5 milj. m<sup>3</sup>sk; Hilde november 2013, 3,5 milj. m<sup>3</sup>sk; Ivar december 2013, 6 milj. m<sup>3</sup>sk). I fotspåren av dessa stormar skedde epidemiska utbrott av barkborrar som skadade ytterligare arealer skog. Vid sidan av stormar och barkborreangrepp finns också andra skadegörare i skog. Främst handlar det om sork, älg, snytbaggas och parasitvampar som rotröta och törskatesvamp. Sammantaget orsakar dessa skadegörare årligen ett ekonomiskt bortfall för skogsnäringen motsvarande miljardbelopp på nationell nivå och begränsar skogens potential att lagra kol och att med skogsråvara substituera fossila material.

**Barkborrar – *Ips typographus* och *Polygraphus* spp.**

Den Nationella riktade skadeinventeringen (Wulff 2016) för Västernorrlands län genomfördes 2011–2016 av Sveriges lantbruksuniversitet. Redan 2011 uppskattade man att drygt 800 000 m<sup>3</sup> gran hade dödats av barkborrar, i första hand granbarkborren *I. typographus* men man fann också att dubbelögade bastborrar, *Polygraphus* spp., hade orsakat oväntat stora skador. En undersökning av barkborredödade granar visade att de flesta (88%) hade angripits av både *I. typographus* och *Polygraphus* spp. (Schroeder 2012). Mellan 2012–2016 dödades sedan ytterligare ca 800 000 m<sup>3</sup> gran av barkborrar, vilket motsvarar 3% av den totala volymen gran i Västernorrland. Därefter har ingen ny skadeinventering gjorts i länet, men vid Skogsstyrelsens svärminnsövervakning sågs rekordhöga fångster av granbarkborre i Torpshammar under 2018. Vi har inom ramen för BESKA genomfört övervakning av bastborrar under åren 2017–2020 och resultaten av dessa studier visar att bastborrarna verkar öka i antal.

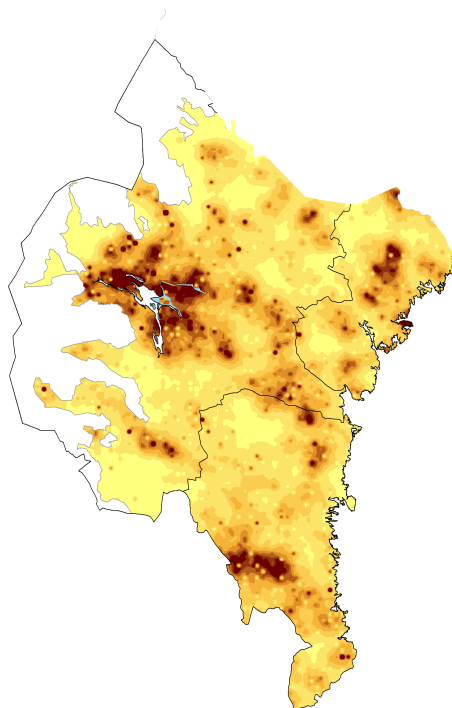


*Ips typographus* (5 mm) och *Polygraphus subopacus* (2 mm). Foto Lina Näsström.

Vid sidan av de inhemska barkborrearterna så hotas skogen även av invasiva arter. Ett reellt exempel är den bastborre (*Polygraphus proximus*) som är på snabb spridning från östra Ryssland och som på senare år observerats så långt västerut som i regionen kring St. Petersburg. Den har i nyetablerade områden orsakat stora skador i barrskogar i Sibirien. Även om arten inte ännu observerats i Sverige finns det stor risk att den i närtid kan komma att etablera sig och med svårförutsägbara konsekvenser.

**Betesproblematiken**

Älgbete är ett stort problem och orsakar omfattande skador i tallungskogar och föryngringen av lövträd. Den nationella älgbetesinventeringen (ÄBIN) har sedan ett par årtionden följt utvecklingen och registrerat skador på tall och även andra trädslag (Rönn, Asp, Sälga, Ek – RASE) i bestånd med en medelhöjd mellan 1–4 meter. Skadeläget i södra Norrland bedöms av Skogsstyrelsen som ett "svårt skadeläge" (se figur nedan) och där kraftfulla åtgärder behövs för att minska skadenivån. Under de senaste fem åren (2016–2020) har mellan 11–13 % av ungtallarna årligen skadats och endast 60% av tallarna i de inventerade planteringarna saknar skador.



*Skadade tallplanteringar i södra Norrland baserat på tre års inventering (2018–2020). Mörkare färg anger en högre andel av skadade tallstammar än i de områden som har ljusare nyans. (Skogsstyrelsens webbsida – Skoglig betesinventering).*

Även för RASE-arterna är situationen besvärande. Dessa arter har stor betydelse för den biologiska mångfalden i skogen och är en viktig födoresurs för många betande djur. På endast 7% av inventerade provtytor har RASE-arterna en gynnsam konkurrensstatus, dvs. en höjd i relation till omgivande träd som gör det möjligt för träden att bli en del av det etablerade beståndet.

Inte bara betesskador av klövvilt utgör problem för skogsbruket. Sorkbete är ett känt problem i samband med föryngring. Detta gäller inte bara skador efter plantering utan sorkbete är också ett påtagligt problem redan i plantskolorna. Under vinterperioden, då plantor lagras under snö, kan vissa år stora skador orsakas av sorkar. Detta innebär inte bara förluster för plantskolan utan kan också påverka tillgången på skogsplantor den kommande säsongen.

### **Övriga skadegörare**

Vid sidan av de skadegörare som utgjort fokus i projektet finns en rad andra svampar och insekter som skapar problem. Flera av dessa har diskuterats och belysts vid de möten som det regionala skogsskadenätverket hållit sedan 2011.

Ett exempel är törskatesvamp som under de senaste åren uppmärksammats som ett växande problem i delar av norra Sverige. Den har varit etablerad i Sverige sedan lång

tid och leder både till att tallar dör och får minskad tillväxt. Det har beräknats att upp till 15% av den naturliga avgången av tall beror på törskateangrepp och att den totalt orsakar en årlig produktionsförlust på cirka 350 000 m<sup>3</sup> (Witzell m.fl. 2017).

Ett annat exempel är rotröta som orsakas av arter i släktet *Heterobasidion* och finns spridd i hela Sverige. Den är en skadegörare främst på gran och angreppen är vanligare i södra Sverige men allvarliga angrepp förekommer också i norra Sverige och då ofta på rikare mer produktiva marker. Det har beräknats att cirka 15% av alla granar i avverkningsmogen ålder är angripna (Thor m.fl. 2004)

Snyttbaggen ringbarkar barrträdplantor på hyggen och orsakar omfattande skador vid beståndsanläggning. Den finns spridd i stora delar av Sverige men med minskande problem längst i norr. Den har sannolikt gynnats kraftigt av trakthyggesbruket och bedöms årligen orsaka skador för hundratals miljoner kronor (Witzell m.fl. 2017).

Begreppet multiskadad ungskog har på senare år blivit allt mer diskuterat. Problemet med parallella angrepp av flera skadegörare har uppmärksammats främst i norra Norrland där törskatesvamp i kombination med hårt älgbete och ibland även i kombination med andra parasitsvampar orsakat omfattande skador i tallföryngringar. Problembilden har dock observerats även i södra Norrland. Regionens större skogsbolag (SCA och Holmen) har genomfört inventeringar som visar att fenomenet är utbredd och leder till bestånd som inte når upp till en acceptabel nivå av föryngring.

### **Kunskapsbehov**

Givet de utmaningar som pågående och framtida skogsskador representerar så finns det ett stort behov att både fördjupa den vetenskapliga kunskapen om specifika skadegörarens biologi och att ta fram metoder för övervakning och bekämpning av dessa. Detta inkluderar den kemiska kommunikation som styr insekters beteende i relation till skogens struktur och påverkan av klimatrelaterade faktorer som väder och störningar (vind och bränder). Även för betande djur som älg och rådjur så styrs deras födoval av kemiska signaler i form av smaker och dofter. Denna typ av grundläggande förståelse är avgörande för att planera en skogsskötsel som minskar riskerna och i samband med pågående problem bekämpa skador. God kännedom om det kemiska språk som styr skadegörarnas beteende är också viktigt för att etablera övervakning som kan ge en tidig varning om potentiella utbrott.

Även om det redan finns omfattande forskning inom dessa områden så återstår dock många frågor som behöver studeras och belysas. Kunskapsuppbyggnad och identifiering av kunskapsluckor utgör fortfarande ett viktigt forskningsfält för att skapa mer motståndskraftiga skogar och för att utveckla effektiv bekämpning och övervakning.

## Projektets mål

Baserat på denna bakgrund identifierades ett antal projektmål för BESKA – på både kort och lång sikt.

### Efter projektavslut

- Etablerade effektiva övervakningsmetoder av populationsstorleken hos granbarkborre, och flera arter av bastborrar (släktet *Polygraphus*). Övervakningssystem behövs dels för att få en tidig varning för epidemiska utbrott av arterna, samt för mer intensiv övervakning under pågående utbrott.
- En utvecklad "push and pull"-metodik för att bekämpa granbarkborre och dubbelögade bastborrar under pågående utbrott för att minimera skador i speciellt utsatta kantzoner mellan hyggen och avverkningsmogen skog samt mot reservat och nyckelbiotoper.
- Ett fälttest av de medel som Mittuniversitetet i samverkan med Sylvestris AB sedan tidigare tagit fram för att reducera effekten av älgbete i unga tallskogar.
- Identifierade och testade nya skyddsmedel för skogsplantor som minskar skador i plantskolor av sork.
- Kommersialisering av skyddsmedel tillsammans med Norrplant när det gäller ett sorkmedel och tillsammans med Sylvestris när det gäller antibetmedel för älg och eventuellt inom ramen för ett avknopningsföretag vid Mittuniversitetet med stöd från Miun Innovation och Åkroken Science Park.
- Ett avknopningsföretag vid Mittuniversitetet som kommersialiserar kombinationen av nya doftämnen och utvecklade dispensrar för användning vid övervakning av ett brett spektrum av skadeinsekter.
- Ett väl fungerande samarbetsforum för kunskapsspridning mellan skogsbruket, myndigheter och Mittuniversitetets forskning. Detta inbegriper både kompetenshöjning inom skogsbruket kring skogsskador och identifiering av ytterligare behov av metoder för att motverka framtida skogsskador.

### På lång sikt

- Ett regionalt skogsbruk med kompetens om och kapacitet för att bättre hantera nuvarande och kommande skogsskador givet ett förändrat klimat.
- Nya produkter och tjänster för bekämpning av skogsskador som kan produceras och saluföras av företag i regionen.
- En väl utvecklad forskningsprofil vid Mittuniversitetet som kan stödja det regionala skogsbruket med kompetens och lösningar på befintliga och nya skogsskadeproblem.



## Samverkan

Projektet har tagit sin utgångspunkt i den regionala samverkan kring skogsskador som etablerades i början av 2010-talet. Det regionala skogsskadenätverket har varit både en utgångspunkt för att identifiera viktiga forskningsområden och samtidigt varit den viktigaste plattformen för kunskapsspridning.

## Projektpartner

Följande partners har ingått och där flera bidragit med "in-kind" medel och via skogsskadenätverket påverkat forskningens inriktning:

- Callans Trä – Regionalt skogs- och sågverksföretag, Västernorrland
- Persson Invest Skog – Regionalt skogsföretag, Jämtland
- Sylvestris AB – Jämtländskt företag som arbetar med forskning och utveckling av naturliga och miljövänliga kemikalier
- SCA skog – Regionens största markägare
- Norrplant – Producent av skogsplantor, del av SCA Skog
- Norrskog – Skogsägarföreningen i regionen
- Spillkråkan – Nätverk för kvinnliga skogsägare
- Skogsstyrelsen – Myndighet
- SLU – Aktiv forskarmedverkan i projektet

## Finansiärer

Följande finansiärer har bidragit med ekonomiskt stöd

- Tillväxtverket, Europeiska Regionala Utvecklingsfonden Mellersta Norrland
- Landstinget Västernorrland
- Region Jämtland/Härjedalen
- Brattåsstiftelsen
- Carl Tryggers Stiftelse för Vetenskaplig Forskning
- Anna och Nils Håkansson's stiftelse
- C. F. Lundströms stiftelse

## Övrig samverkan

Projektet har också biståtts med insatser från externa forskare och forskningsinstitut samt haft praktiskt stöd från regionala konsultföretag.

- *Rickard Unelius*, Linnéuniversitetet. Fältförsök där utveckling av fångstfällor varit en stor del av arbetet. Doftämnen producerade av blånadssvampar har kombinerats med kommersiellt bete (Ipslure) för att se om fångster ökar eller minskar.
- *Anna-Karin Borg-Karlsson*, professor emerita KTH, och gästforskare vid Mittuniversitetet. Kompetens kring kemisk kommunikation mellan svampar och

insekter och bidragit med idéer och metodutveckling rörande försök med blånadssvampar.

- *Paal Krokne*, NIBIO Ås Norge. Kompetens inom interaktioner mellan plantor – insekter – svampar. Har bidragit med idéer och metodutveckling rörande blånadssvampar.
- *Mattias Larsson*, SLU Alnarp, identifiering och tillverkning av doftämnen som rödlistade insekter använder för kommunikation. Metodutveckling som tillämpats inom projektet BESKA.
- *Florian Schistl*, Zurich Universitet. Utveckling av analysmetoder som tillämpats inom BESKA.
- *Irena Valterova*, Czech University of Life Sciences, Prag, i samband med uppstart av analysutrustning, GC-EAD och EAG
- *Yuri Baranchikov*, Sukachev Institute of Forest, Krasnoyarsk, Ryssland. Laborativt arbete och fälttester i Ryssland av doftämnen för den invasiva arten *Polygraphus proximus*.
- *Frauke Fedderwitz*, SLU Uppsala. Medverkan i försöket att skydda skogsplantor mot sorkbete med metyljasmonat i plantskolor
- Några regionala konsultföretag har medverkat vid fältförsök som genomförts, Effektiv Skog Sverige AB, Fränsta (finansierad via SCA) ställde i ordning Push-Pull försöken (fällning och transport av virke) och Boreal Partner AB, Sörberge medverkade vid avläsning av försöket.

## Projektaktiviteter och resultat

Projektet har varit uppdelat i fyra delprojekt och nedan redovisar vi huvudresultaten från dessa.

### Delprojekt – Kemiska doftämnen

#### Kemisk analys av doftämnen

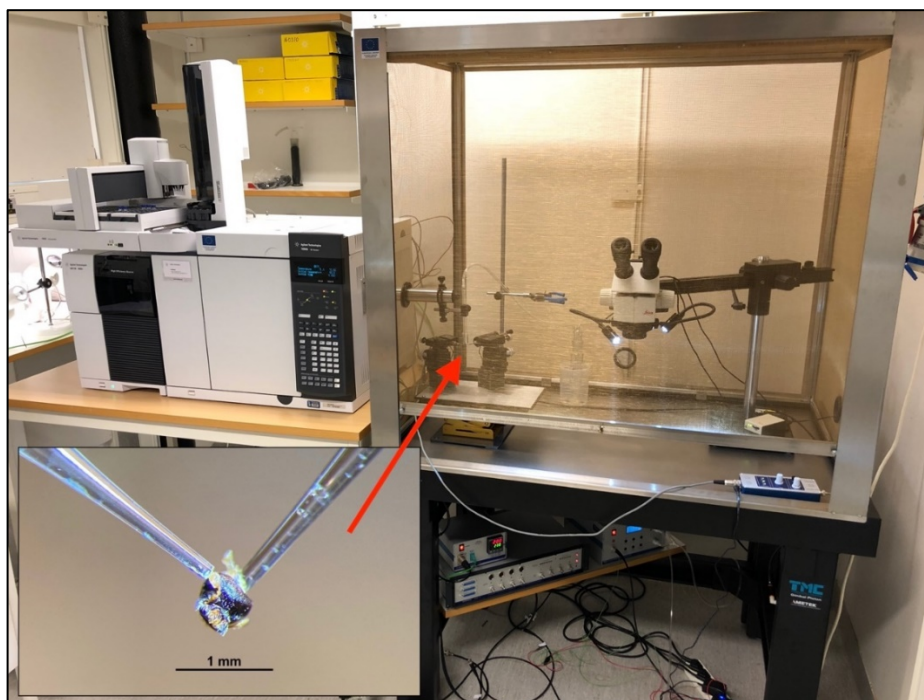
En styrka i projektet är att Mittuniversitetet har tillgång till ett stort antal instrument för kemisk analys. Den kemiska instrumentering som finns bidrar till att man kan undersöka och identifiera mycket små mängder av kemiska doftämnen. BESKA har bidragit med utbyggnaden av denna infrastruktur genom att en GC-MS-EAD kunde delfinansieras via projektet. Annan instrumentering som köpts in under projektet är en kapillärdragare som används för att skapa elektroder till EAG/EAD samt en stereolupp som används för att identifiera de olika *Polygraphus*-arterna samt vid montering av insekter till elektroderna för EAD/EAG. I infrastrukturen fanns sedan tidigare olika typer av gaskromatografer (GC). Med dessa kan man väga molekyler (masspektrometri), ta reda på vilka olika funktionella grupper som finns i doftämnen (FTIR), preparativ GC (isolering av kemiska doftämnen från komplexa blandningar) och nu med GC-MS-EAD kan vi både väga molekyler och ta reda på vilka som har biologisk aktivitet (elektroantennografi, EAD). Andra instrument som ingår i infrastrukturen är

olika vätskekromatografi-system (LC), kärnmagnetisk resonansspektroskopi (NMR), och polarimeter.

Under 2018 genomfördes ett studiebesök till Institutet för organisk kemi och biokemi i Prag för att förvärva djupare kunskaper inom GC-EAD och EAG. Dessa kunskaper har varit viktiga för projektet och säkerställt att kompetens finns vid Mittuniversitetet.

För att kunna övervaka utbrott och spridning till nya områden av olika skogsskadeinsekter är det viktigt att ha effektiva fångstfällor. Detta kräver kunskap om ämnens biologiska aktiviteter med andra ord om de är attraherande, repellerande eller saknar aktivitet. Det kan vara substanser som en art själv producerar (feromoner) men även substanser som avges från andra arter såsom träd och blånadssvampar (kairomoner). Ett effektivt sätt att undersöka vad skadeinsekterna reagerar på är att man samtidigt som man identifierar dessa ämnen undersöker om de utlöser en respons/aktivitet hos insekten.

Med en gaskromatograf kopplad till en masspektrometrisk detektor (GC-MS) kan man separera en blandning av olika ämnen och identifiera dessa genom att jämföra dess masspektra ("fingeravtryck") med spektra i databaser eller syntetiska referensföreningar. I stället för att låta allt prov gå till MS-detektorn kan man låta en del, med hjälp av en luftström, blåsa på en insektsantenn som är monterad mellan två elektroder. Ett ämne som ger respons genererar en svag signal som med hjälp av en förstärkare kan registreras (s.k. elektroantennografisk detektion, EAD).



*Analysutrustningen GC/MS-EAD med en förstörd bild av ett bastborrehuvud, fäst mellan två glaselektroder fyllda med saltlösning.*

Det främsta målet med detta delprojekt har varit att ta fram en metod för att snabbt och enkelt ta reda på vilka ämnen som de olika arterna av *Polygraphus* (dubbelögade bastborrar) reagerar på med hjälp av GC-MS-EAD. Detta har vi uppnått, då vi med en analysid på under 10 min kan separera en blandning av olika ämnen, se vilka av dessa som bastborrarnas antenner reagerar på, samtidigt som vi kan identifiera ämnena med hjälp av deras masspektra.

Genom att ta reda på vilka ämnen som utlöser en biologisk aktivitet blir det möjligt att ta fram effektiva fångstfällor för att upptäcka större utbrott av befintliga skadeinsekter, men även övervaka eventuell förekomst av nya invasiva arter. Med vårt instrument och den metod vi tagit fram kommer detta arbete att underlättas väsentligt och vi räknar med att det kommer att leda till ett stort intresse från andra forskare, både i Sverige och utomlands, att samarbeta i nya projekt.

En förenklad version av GC-EAD är EAG (elektroantennografi), en metod där man använder en luftström och puffar dofter manuellt över insektsantenner som är monterade på elektroder. Denna metod föregås alltså inte av en gaskromatografi. Om man vet vilka kemiska föreningar man vill undersöka är EAG en vanlig metod för att ta reda på om en doft ger en biologisk respons hos insekten. Ett exempel är om ett feromon eller kairomon är känt kan man använda denna förenklade metod. Metoden kan också användas för att identifiera aktivitet från okända ämnen från till exempel extrakt av insekter, körtlar och värdväxter och på så sätt studera interaktioner inom och mellan arter.

GC-MS/EAD har varit ett viktigt analysinstrument för projektet. Men för att identifiera många av substanserna har flera andra analysinstrument varit viktiga. Bland annat har preparativ GC med kiral kolonn använts för att separera, anrika och identifiera en specifik stereoisomer av ett doftämne. Preparativ GC går ut på att man har en separation av kemiska föreningar på en kolonn, dessa kan sedan samlas upp i fällor efter kolonnen. Detta gör att det är möjligt att isolera kemiska doftämnen från en blandning av naturliga dofter eller från en känd köpt blandning av kemikalier. Detta är en metod som kan tillämpas om en förening är svår att framställa eller isolera med andra metoder.

### **Utveckling av feromonbeten för dubbelögade bastborrar**

I Sverige finns tre arter av dubbelögade bastborrar och för en av dessa var feromonet känt sedan tidigare (*Polygraphus poligraphus*). Inom ramen för BESKA har vi optimerat betet för denna art (komposition, dispenserar och avgivning) vilket har lett till ökade fångster. Detta arbete har gjorts genom EAG-studier och kompletterade med fältförsök.

De två andra svenska arterna av dubbelögade bastborrar, *P. punctifrons* och *P. subopacus* har studerats på laboratoriet. Medan de gnager i barken på stamsektioner av gran så har vi identifierat avgivna hanproducerade substanser med SPME-GC-MS. Dessa substanser har sedan utvärderats genom fältförsök alternativt med hjälp av EAG för att

identifiera de substanser som insekternas antenner svarar på för att därefter testas i fält. Lockämnen (feromoner) för båda arterna har därigenom identifierats.



*Stamsektioner av gran med gnagande bastborrar som analyserades med SPME-GC-MS.*

Vi har även studerat den ryska invasiva arten *Polygraphus proximus* med SPME-GC-MS och flera hanproducerade substanser har identifierats. Av dessa har två substanser visat sig attrahera insekterna i fältförsök. Provtagning av *P. proximus* samt fältförsök har gjorts på plats i Sibirien, då arten ännu inte, vad vi känner till, finns i Sverige och då man inte får ta in den i landet utan tillgång till säkerhetsklassat laboratorium.

Sammantaget har vi identifierat tidigare okända feromoner för tre arter av dubbelögade bastborrar samt optimerat feromonbetet för en fjärde art. Vi har nu fungerande feromonbeten för dessa fyra arter som kan användas vid övervakning och vid behov, även för att bekämpa dem i framtiden.

### **Övervakning av dubbelögade bastborrar**

Vi har också genomfört övervakning av *P. poligraphus*, *P. punctifrons* och *P. subopacus* under 2017, 2019 och 2020. Detta har lett till att vi fått en tydlig bild av arternas flygperioder, relaterat till rådande väderförhållanden, vilket gett oss en möjlighet att följa populationerna över tid.

Under 2020 satte vi även ut övervakningsfällor för den ryska arten *P. proximus* på ett par lokaler i Västernorrland. En nyligen publicerad rapport av European Food Safety Authority (De la Peña m.fl. 2020) uttrycker tydligt att det finns ett behov av denna typ av övervakning då arten har visat sig vara en mycket svår skadegörare i barrskogar. Man förväntar sig att *P. proximus* kommer att etablera sig i västra Europa och en tidig

upptäckt anses då vara avgörande för att man ska kunna hantera eventuella utbrott. Utan feromonfällor är det mycket svårt att upptäcka arten tidigt.



*En övervakningsfälla för dubbelögade bastborrar. Samma typ av fälla användes också vid utvecklingen av feromonbeten för bastborrarna.*

### **Analys av svampproducerade substanser**

Vi har även undersökt den kemiska kommunikationen mellan vednedbrytande svampar och barkborrar där fokus varit på att med kemisk analys identifiera ämnen som svamparna avger. Målet har varit att identifiera ämnen som även ingår i skadeinsekternas egna kemiska kommunikation såsom sexualferomon och aggregationsferomon. Dessa feromon är det som framkallar en massattack av insekter på trädet och som därmed gör att trädet dödas i samverkan med de svampar som introduceras av den attackerande insekten. Det är därför viktigt att ta reda på om svampen producerar skadeinsekternas feromon och om det därför också går att öka attraktionskraften hos de feromonbeten som används för att fånga skadeinsekten i fällor eller i fångstvirke. Laboratorieförsöken gjorda med växande vednedbrytande svampar på näringsbetad agar, i näringsbetad vätska och på granstammar (ca 50 cm) har visat att det finns feromoner bland de från svampar avgivna ämnena (kairomoner). Resultaten kan användas för att optimera beten för olika typer av fällor i framtiden där målet kan vara att ersätta de syntetiska feromonerna helt och använda svamparna direkt som bete alternativt använda dem som producenter av feromonet. Arbete med att identifiera svampar som selektivt kan producera svårframställda feromoner pågår och genteknik (såsom CRISPR-Cas9) skulle kunna nyttjas för att effektivisera svampens produktion och/eller för att förfina stereoselektiviteten så att enbart rätt spegelform av feromonet framställs i hyperren form.

## Delprojekt – Push and Pull i fångstvirke

Push and pull går ut på att effektivisera fångstmetoderna för granbarkborrar och skydda utsatta beståndskanter från nya angrepp. Under hela projektperioden var skadetrycket från granbarkborrar relativt högt i Västernorrland vilket underlättat möjligheten att studera användandet av fångstvirke.

När nya kalhyggen tas upp, bildas ofta skogskanter mot äldre skog där gamla granar plötsligt blir friställda. Träden blir då ofta torkstressade, solstressade eller skadade av storm och därmed ökar risken för stora angrepp av granbarkborrar. Andra utsatta beståndskanter kan vara områden som gränsar till naturreservat, naturvårdsavsättningar och nyckelbiotoper där skadad granved lockar till sig granbarkborrar.

För att skydda dessa områden, och effektivisera fångsten av granbarkborrar har vi studerat om effektiviteten av fångstvirkesfällor kan förstärkas med doftämnen och därmed öka skyddet av beståndskanter från angrepp. Detta kallas push and pull. Genom push and pull vill man dra till oss och fånga in granbarkborrar i fångstvirkesfällor (pull), samtidigt som vi vill förstärka effekten och skydda angränsande bestånd genom att trycka tillbaka granbarkborrarna från beståndskanten genom att hänga ut lövträdsdoft (push). Liknande försök har gjorts tidigare, men aldrig i större skala och inte på våra breddgrader.

### Fångstvirkesfällor

En "fälla" i vårt fall har bestått av fällda färska granstammar med en toppdiameter på minst 10 cm som placerats ut intill beståndskanten på ett nyupptaget kalhygge angränsande till äldre granskog (se figur nedan). Hälften av fällorna betas med doftämnen som är kända att locka till sig granbarkborrar (Ips-Lure) och hälften lämnas obehandlade för kontroll. När granbarkborrarna vaknar under våren så kommer de dras mot det nyupptagna hygget i jakt på skadade/försvagade granar att föröka sig i. Vid hygget kommer granbarkborrarna känna den lockande doften från fångstvirkesfällorna och välja att angripa de stockar vi lagt ut. Fällorna kan sedan föras bort från hygget innan larverna kläcks och därmed har man förhindrat att en ny generation granbarkborrar utvecklas.

Fördelen med fångstvirke framför traditionella plastfällor är att kunna nyttja befintliga granstammar i hyggeskanten. Granar som är tork/solstressade och ändå skulle riskera höga angrepp av granbarkborrar. Genom att använda dessa som fångstvirke säkerställs att de insekter som angriper dessa stammar tas ut ur skogen innan en ny generation insekter hunnit utvecklas.



*Bilden visar en fångstvirkesfälla bestående av två färska granar som fällts och apterats i ca 3 m långa stockar. Fångstvirket placeras sedan längs med hyggeskanten på nya hyggen innan barkborrharna börjar sin svärmning.*

### **Avskräckande doftämnen**

De granbarkborrar som inte fångas i fångstvirket riskerar ändå att angripa den stående skogen intill kalhygget, framför allt om det förekommer skadade/försvagade äldre granar. Genom att placera ut doftämnen associerade till lövträd längs med beståndskanten så har vi utvärderat möjligheten att hindra granbarkborrharna från att angripa träden i den närliggande skogen. Behållare med lövträdsdoft fästes på granstammar längs med solbelysta hyggeskanter. Genom att skapa en ridå av "artificiell lövskog" kan man teoretiskt trycka tillbaka granbarkborrharna ut på hygget och till fångstvirke igen (push). Granbarkborrharna tror att de möts av en lövdominerad skog, och vänder därför om för att finna lämpligare föryngringssubstrat.

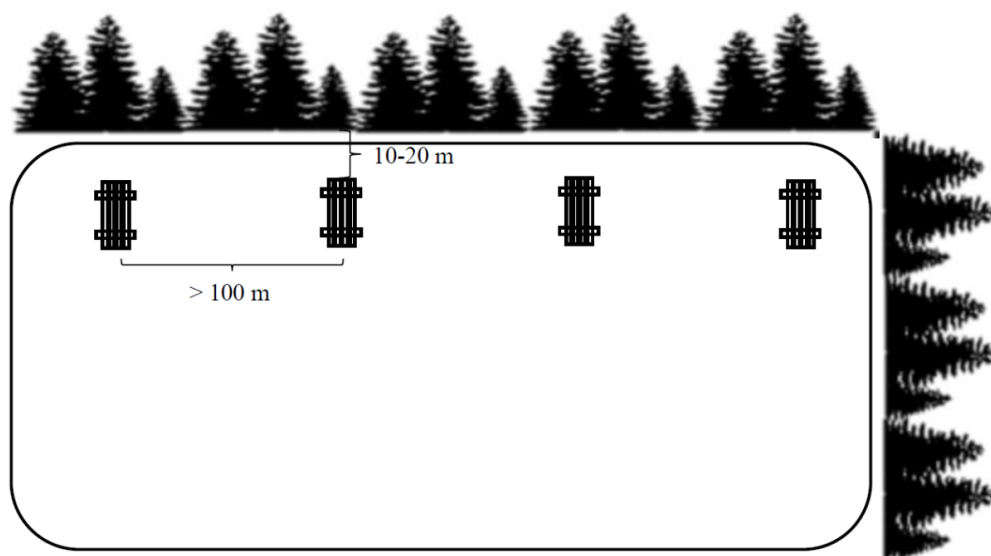




*Bilden visar små behållare med lövträdsdoft som, tillsammans med regnskydd, är fäst på trädstammar i beståndskanten mot det nya kalhygget.*

### **Försöksdesign**

Ett större fältarbete utfördes under somrarna 2019 och 2020. Med hjälp av SCA söktes områden ut där utsatta beståndskanter fanns. På varje område placerades en traditionell trattfälla för att övervaka förekomsten av granbarkborrar. Tillsammans med konsultföretaget Effektiv skog placerades fångstvirkesfällor ut längs med beståndskanterna i början av maj. Totalt bestod vårt fältförsök av 28 fångstvirkesfällor uppdelat på två år.



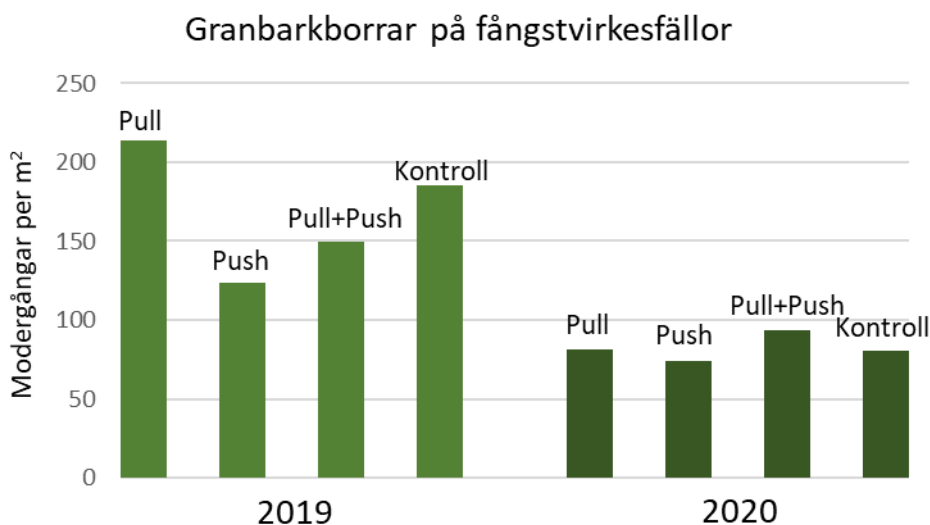
Bilden visar försöksdesignen: Varje replikat består av fyra fångstvirkesfällor, varav två är behandlade med feromon (*Ips-Lure*). Intill två av fällorna är dessutom beståndskanten preparerad med lövträdsdoft. Det ger varje replikat alla fyra möjliga kombinationer: i) push, ii) pull, iii) push och pull och iv) ingen behandling (kontroll). 2019 anlades tre replikat, och 2020 fyra replikat av studien

### Fångstvirkesresultat

Barkborrar drogs till alla våra fångstvirkesfällor och avsevärda mängder fångades. Dock kunde vi inte se ökade fångster när vi använder push-pull.

Fångstvirket fångade ett stort antal granbarkborrar, oavsett om vi behandlade det med feromon eller ej. Diagrammen nedan visar antalet modergångar i fyra stickprov på varje stock. Totalt per behandling fångades ca 25000 gånger fler insekter än vad som fastnade i våra stickprov. I anslutning till hälften av fällorna placerades även behållare med lövträdsdoft ut längs med beståndskanten på stammar av stående träd.

Under våra två försöksår kunde vi dock inte se att vi fångade fler insekter i vårt fångstvirke när vi använde kemiska signaler för att påverka fångsterna. Detta trots att populationerna av granbarkborrar var stora och trots att vi använde substanser med kända effekter på granbarkborren.



Resultat från försöken med fångstvirke under de två åren då försöken genomfördes. Fångsterna varierade mellan åren men ingen tydlig eller statistisk signifikant skillnad fanns mellan kontrollen (fångstvirkeshögar utan Push eller Pull) och fångstvirkeshögar där attraherande (Pull) eller repellerande (Push) kemiska ämnen använts med syfte att öka fångsterna.

Varför blev det så? Granbarkborrar lever i en heterogen miljö där de hela tiden möts av lövträdsdofter och tvingas parera för att hitta rätt värdträd. Evolutionärt har de då utvecklat ett extremt känsligt luktsinne för att skilja på trädslag. Granar kan bli angripna även om de växer intill enstaka lövträd. Sannolikt krävs ett större inslag av lövträd för att påverka granbarkborren och även om vi tillfört lövträdsdoft var den inte tillräckligt stark för att överskugga doften från lämpliga granar. Våra resultat pekar på att det krävs en relativt hög inblandning av lövträd i skogskanter för att påverka granbarkborrens beteende och att det är svårt att skapa detta artificiellt.

Vårt försök visar att fångstvirkesfällor är lika effektiva att fånga granbarkborrar oavsett om de omges av en "artificiell lövskog" eller inte. Om det vore möjligt att trycka tillbaka granbarkborrar med lövdoft för att skydda beståndskanter, så skulle det visat sig i form av större fångster i fångstvirket.

Inte heller observerade vi någon effekt av att tillföra feromon (Ips-lure) på fångstvirket. Sannolikt lockar virket i sig till sig tillräckligt många granbarkborrar som sedan själva producerar tillräckligt med feromon för att locka till sig fler och den extra mängd feromon som vi tillfört har liten betydelse.

Om man i framtiden vill fortsätta att skydda känsliga beståndskanter från angrepp av granbarkborrar så visar våra resultat på att det är värt att sätta ut fångstvirkesfällor. Baserat på våra och andra studier framstår fångstvirke som effektivare än traditionella trattfällor. Vi kan dock inte se att det skulle vara praktiskt eller ekonomiskt försvarbart att placera ut "artificiella lövträdsridåer" eller att tillföra ytterligare feromon i

fångstvirket. Det påverkar inte antalet fångade insekter i fångstvirket, och därmed påverkar det troligen heller inte antalet angripna träd i beståndskanten. Däremot har BESKA arbetat fram en effektiv arbetsmetod för att på plats manuellt fälla granar och placera ut fångstvirkesfällor. Tillsammans med SCA och deras partner, Effektiv skog, kommer de även i fortsättningen kunna erbjuda metoden med fångstvirkesfällor vid utsatta beståndskanter i vår region.

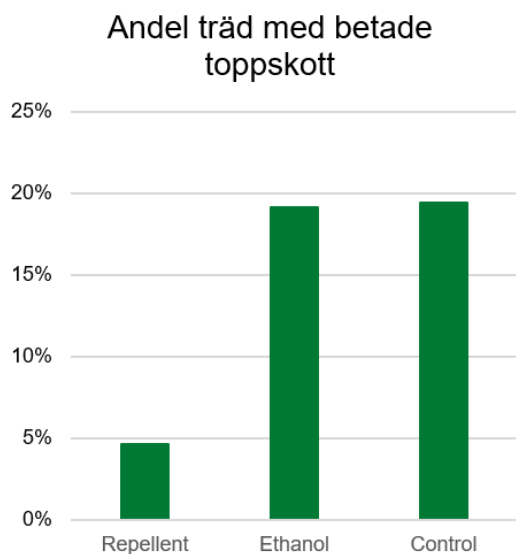
## Delprojekt – Skadegörare på skogsplantor

### Älgbete i tallplanteringar

Projektet med att skydda talltoppar från älgbete i ungskog med hjälp av granbarks-extrakt har fallit väl ut och resulterat i en vetenskaplig artikel (Lindmark et. al., 2020) och en produkt är färdig för kommersialisering.

Under vintern 2017/2018 samt 2018/2019 genomfördes två storskaliga fältförsök i Junsele med att skydda talltoppar från älgbete under vintern. Försöksområdet valdes utifrån att det lokalt fanns allvarliga betesskador i tallungskogar. Över hälften av alla tallar hade färsk betesskador. Totalt ingick ca 5000 tallar i älgbeteshöjd i försöket.

Behandlingen bestod av manuell applicering av Antibeta©. Antibeta© består av ett etanolextrakt av granbark, en produkt utvecklad vid Mittuniversitetet före, och under projektperioden. Granbark förekommer i stora mängder vid våra träindustrier i regionen och är idag en produkt med mycket lågt förädlingsvärde. Det är också känt att älg och andra klövvilt undviker att äta granbark (bortsett från en kort period på våren när näringshalten stiger i granen). Detta beror troligtvis på att barken innehåller höga koncentrationer av försvarsämnen som för betande djur smakar illa och är svåra att bryta ned. Genom att extrahera granbark i etanol kan man dra nytta av dessa ämnen och få talltoppar på unga träd att smaka som gamla granar. Genom BESKA har vi nu hittat en effektiv metod att extrahera dessa ämnen till en spray som appliceras på tallens toppskott och som minskar betesskadorna med upp till 80%.



*Diagrammet visar andelen av alla träd med toppskottsbyte. Ca 20 % av alla träd som var obehandlade, eller enbart sprayade med etanol hade betade toppskott. Motsvarande siffra för träd sprayade med Antibeta© (Repellent) var 4 %.*

Vid behandling sprayas ca 10 ml av etanolextraktet på toppskottet på tallplantor i älgbeteshöjd (1–2,5 m). Appliceringen skedde under december månad, efter att träden invintrat. Inventering gjordes sedan under maj och juni månad, efter att träden börjat skjuta skott. Färska betesskador är då enkla att skilja från gamla, och resultatet var mycket gott båda försöksperioderna. Antalet betade toppskott på tall minskade med 80%, och ingen skada på plantorna var synlig.



*Bilderna visar två toppar som under föregående vinter behandlats med Antibeta©.*

Under 2019 genomfördes en marknadsanalys via Miun Innovation för att undersöka möjligheter och utmaningar med kommersialisering av produkten. En färdig marknadsanalys togs fram, samt en kravspecifikation från kemikalieinspektionen för att få Antibeta© klassat som ett godkänt växtskyddsmedel.

Intresset för Antibeta© har varit stort inom den regionala skogsnäringsen. Behovet av plantskydd är uppenbart, och Antibeta© är en lokalproducerad, prisvärd och lättanvänd produkt som genom BESKAs arbete visat sig vara mycket effektiv.

Sylvestris AB, ett avknopningsföretag från Mittuniversitetet med säte i Brunflo, står nu i startgroparna att kommersialisera och sälja Antibeta© till lokala skogsaktörer.

### Sorkar i plantskolor

Bekämpning av skadegörare sker inte bara ute i skogen. Även på plantskolor finns problem med skadegörare. Vid Bogrundets plantskola (Norrplant SCA) i Timrå odlas varje år ca 100 miljoner plantor. Under vintern förvaras plantorna ute på friland, täckta av snö, i väntan på leverans under våren. Under vintern uppkommer ofta problemet med att sorkar uppehåller sig under snön och äter plantor i tusental, ibland upp till en miljon plantor under en vinter. Det orsakar inte bara ekonomiska förluster för plantskolan, utan även logistiska bekymmer då många arealer avverkad skog riskerar att stå utan plantor för föryngring. Bogrundet har prövat olika, giftfria, sätt att hålla sorkarna utanför plantskolan men med dåliga resultat.

Det är känt av erfarenhet att sorkar är opportunistiska i sitt födosök. De äter inte alla plantor i ett område, utan selekterar ut vissa. Tidigare studier har visat att sorkar väljer plantor med högre näringsvärde. Plantor från plantskola är därför extra begärliga för sorkar då de är väl gödslade och innehåller maximalt med näringsämnen. Tidigare studier visar också att plantor med hög andel näringsämnen innehåller en lägre andel försvarsämnen, vilket också kan vara en orsak till varför de är extra begärliga.

Vi ville därför skydda de näringsrika plantorna från plantskolan med naturliga försvarsämnen. Detta delprojekt utvärderade två typer av naturligt plantförsvar. Dels behandlade vi granplantor med etanolextrakt med högt innehåll av försvarsämnen från gran (granbark, Antibeta©) och björk (björknäver), samt genom att inducera plantornas eget försvar genom att använda metyljasmonat (MeJA), ett naturligt förekommande växthormon. MeJA produceras naturligt av växter som skadats, det signalerar till växter intill att producera försvarsämnen för att förbereda sig för eventuell skada. Därmed kan man få MeJA-behandlade plantor att själva producera extra försvarsämnen, samma försvarsämnen som återfinns i granbark och näver. Etanolextrakt har visat sig vara effektivt för att minska betet av älg och rådjur på tallplantor (se under rubriken "Älg" ovan), och MeJA har visat sig minska skadorna från snytbagge (*Hylobius abietis*) på granplantor (Fedderwitz et. al., 2016).

Under hösten 2018 sprayades totalt ca 12000 plantor av gran och tall med granextrakt, björkextrakt eller MeJA. Plantorna placerades sedan ut på olika platser inom och runtomkring plantskolan där det tidigare förekommit sorkskador. Plantorna fick sedan stå orörda under vintern 2018/2019.



*Behandlade plantor vid Bogrundets plantskola (Norrplant SCA) före utplacering.*

Under våren 2019 samlades plantorna in och sattes i växthus. Dock visade det sig dels att ingen av plantorna, inte heller de obehandlade kontrollplantorna, hade angrepp av sork. Vintern 2018/2019 hade rekordfå angrepp så ingen behandlingseffekt kunde utredas. Dessutom visade det sig att skotten på framförallt gran, men även tall, tog skada av behandlingen. Därför avslutas projektet med att skydda skogsplant från sorkskador med naturligt försvar.

### Delprojekt – Samverkansplattform

Det regionala skogsskadenätverket etablerades i samband med de stormar som drabbade regionen under tidigt 2010-tal och de barkborreangrepp som följde dessa. Initialt fanns stöd från Länsstyrelsen i Västernorrland och en serie av möten och aktiviteter genomfördes. Som en viktig del i projektet BESKA erhöles medel för att driva denna samverkan vidare. Under projektperioden har fyra nätverksmöten och en fältkurs genomförts. Tanken var att genomföra ytterligare fältkursationer men corona-pandemin gjorde att dessa inte kunde genomföras. På träffarna har förutom presentationer och resultat från BESKA-projektet en rad andra medverkat; från myndigheter, skogsbruket såväl som externa forskare. Mötena har varit välbesökta och ökat kunskapsläget kring olika skogsskador väsentligt. Förhoppningen är att skogsskadenätverket även kan fortleva efter BESKA-projektet avslutats. Nedan beskrivs i mer detalj vad som avhandlats på genomförda möten. Vi kommer dessutom att genomföra ett slutseminarium i mars 2021 där BESKAs projektresultat presenteras.

**Nätverksmötet 2017, 11 december vid Mittuniversitetet, Sundsvall**

Ett 30-tal deltagare från 13 företag, organisationer och myndigheter deltog i mötet. Värd för mötet var Mittuniversitetet.

- Informationspass
  - ◊ Anna Marntell, Skogsstyrelsen informerade från sitt arbete som regionens Skogsskadesamordnare; Karin Palmgren, Skogsstyrelsen informerade om Interregprojekt; Karin Dafnäs, Spillkråkan informerade om nätverket för kvinnliga skogsägare.
- Skogsskadeläget 2017 och prognoser för 2018
  - ◊ Gunnar Isaksson, Skogsstyrelsen berättade om barkborreläget i Sverige och den nya skadesvampen *Diplodia pinea*; Niklas Åberg, Skogsstyrelsen redogjorde för fällfångster av barkborrar 2017 i regionen.
- Presentationer från BESKA
  - ◊ Bengt Gunnar Jonsson, Mittuniversitetet gav övergripande information om projektet; Lina Viklund, Mittuniversitetet berättade om genomförda fältstudier 2017; Erika Wallin och Erik Hedenström, Mittuniversitetet informerade om utveckling av feromoner och beteendepåverkande ämnen; Lina Viklund och Erik Hedenström, Mittuniversitetet varnade för den potentiellt invasiva ryska bastborren *Polygraphus proximus*; Matilda Lindmark, Mittuniversitetet och Kerstin Sunnerheim, Sylvestris AB redogjorde för planerade försök med det beteshämmande ämnet Antibeta; Niklas Borgh SCA Norrplant berättade om sorkbete i plantskolor och på hyggen.
- Avslutande diskussion inför 2018
  - ◊ Alla medverkande – Behov av information och forskningsinsatser

**Nätverksmötet 2018, 5 december vid Älggårdsberget, Bispgården**

Ett 30-tal deltagare från 11 företag, organisationer och myndigheter deltog i mötet. Värd för mötet var SCA Skog.

- Informationspass
  - ◊ Magnus Andersson, SCA Skog informerade om företagets arbete med skogsskador; Anna Marntell, Skogsstyrelsen informerade från sitt arbete som regionens Skogsskadesamordnare
- Skogsskadeläget 2018 och prognoser för 2019
  - ◊ Gunnar Isaksson, Skogsstyrelsen redogjorde för barkborreläget i Sverige; Niklas Åberg, Skogsstyrelsen redogjorde för fällfångster av barkborrar 2018 i regionen; Frida Carlstedt, Skogsstyrelsen berättade om viltbetes-situationen; Gunnar Isaksson och Clas Fries redogjorde för problem med törskatesvamp; Bengt Gunnar Jonsson, Mittuniversitetet rapporterade från ett nationellt möte kring RASE (Rönn, Asp, Sälj och Ek).
- Presentationer från BESKA
  - ◊ Bengt Gunnar Jonsson, Mittuniversitetet berättade om projektet; Joakim Bång, Erika Wallin och Erik Hedenström, Mittuniversitetet gav en översikt



kring hur man använder insekters antennresponser för att utveckla beteendepåverkande ämnen; Lina Viklund, Mittuniversitetet informerade om genomförda fältstudier 2018 samt pågående arbete kring den invasiva ryska bastborren *Polygraphus proximus*; Matilda Lindmark, Mittuniversitetet och Kerstin Sunnerheim, Sylvestris AB berättade om resultat från studier av det beteshämmande ämnet Antibeta i tallplanteringar; Frauke Fedderwitz, SLU, Niklas Borgh, SCA Norrplant och Matilda Lindmark, Mittuniversitetet presenterade försök med beteshämmande medel i plantskolor och hyggen.

- Avslutande diskussion inför 2019
  - ◊ Alla medverkande – Behov av information och forskningsinsatser

### **Fältexkursion 2019, 3 juni**

Ett 15-tal deltagare från 11 företag, organisationer och myndigheter deltog på exkursionen. Exkursionen arrangerades av Mittuniversitetet och Skogsstyrelsen. En motsvarande exkursion planerades även inför försommaren 2020 men blev inställd på grund av pandemin.

- Exkursionsområden och teman
  - ◊ Fångstvirkesförsöket med "Push and Pull" vid Stor-Hullsjön. Här studeras den relativa nyttan av att tillföra attraherande feromoner på virket och repellerande ämnen i närliggande skog
  - ◊ Besök vid ett äldre demonstrationshägn längs väg 331 vid Åsäng. Hägnet har varit operativt åtminstone periodvis och belyser betesskador. Preliminära resultat från det fältförsök med beteshämmande substanser som genomförts presenterades.
  - ◊ Brandfältet vid Myckelsjöberget. Sommaren 2018 var speciell med extremväder och rekordmånga bränder. Här diskuterades både framtida risker och skötsel av brandfält med fokus på skogsbrukets roll och ansvar i samband med bränderna.

### **Nätverksmötet 2019, 5 december på Scandic Hotel, Örnsköldsvik**

Ett 50-tal deltagare från 15 företag, organisationer och myndigheter deltog i mötet. Vård för mötet var Höglandssågen AB

- Informationspass
  - ◊ Hans Olsson, Höglandssågen informerade om deras verksamhet; Frida Carlstedt, Skogsstyrelsen informerade från sitt arbete som regionens Skogsskadesamordnare.
- Skogsskadeläget 2019 och prognoser för 2020
  - ◊ Gunnar Isaksson, Skogsstyrelsen redogjorde för barkborreläget och andra skogsskador i Sverige; Hans Källsmyr, Skogsstyrelsen berättade om myndighetens kommande arbete med Skogsskador; Stefan Mattsson, Sveaskog berättade om resultat från inventeringar av multiskadad skog; Per Hansson, Vox Natura och gästforskare vid ARCUM informerade om

törskatesvampens utveckling; Diskussionspass om arbete och planer kring multiskadad ungskog.

- Forskningsinformation från SLU
  - ◊ Jan Stenlid, SLU Uppsala berättade om ny forskning om skogsskador med fokus på skadesvampar och insekter; Anders Granström, SLU Umeå föreläste om skogsbrandens utveckling och framtid.
- Presentationer från BESKA
  - ◊ Bengt Gunnar Jonsson, Mittuniversitetet berättade om projektet; Matilda Lindmark, Mittuniversitetet redogjorde för slutsatser från projektet med studier av det beteshämmande ämnet antibeta och försöken med fångstvirke; Anna-Karin Borg-Karlsson, Erika Wallin och Erik Hedenström informerade om studier av beteendepåverkande ämnen i skogsskadearbetet och kommande forskningssatsningar.
- Avslutande diskussion inför 2020
  - ◊ Alla medverkande – Behov av information och forskningsinsatser

#### **Nätverksmötet 2020, 9 december, digitalt möte**

Närmare 40 deltagare från 12 företag, organisationer och myndigheter deltog i mötet. Värd för mötet var Skogsstyrelsen och Mittuniversitetet.

- Skogsskadeläget 2020 och prognoser för 2021:
  - ◊ Lennart Svensson, Skogsstyrelsen, informerade om Skogsstyrelsens regeringsuppdrag 2020+; Gunnar Isacson, Skogsstyrelsen redogjorde för granbarkborreläget nationellt; Ellinor Lindmark, Skogsstyrelsen berättade om myndighetens arbete med multiskadad skog; Ola Kårén och Peter Christoffersson presenterade resultat från SCA och Holmens ungskogsinventeringar; Liselott Nilsson, Skogsstyrelsen, informerade om tillgängliga Geodata kring skogsskador
  - ◊ Diskussion – Hur jobbas det med multiskadad ungskog, planerna framåt?
- Presentationer från BESKA:
  - ◊ Bengt Gunnar Jonsson, Mittuniversitetet informerade om slutfaserna av projektet BESKA; Matilda Lindmark, Mittuniversitetet presenterade resultat från försöken med fångstvirke; Erika Wallin, Mittuniversitetet redogjorde för försök kring blånadssvampars attraktion för barkborrarna; Lina Viklund, Mittuniversitetet presenterade resultat från försöken med övervakning av bastborrar inklusive den invasiva ryska arten *Polygraphus proximus*; Erik Hedenström, Mittuniversitetet informerade om framtida forskningsprojekt kring skogsskador.
- Presentation från SLU och Skogforsk
  - ◊ Berit Samils, SLU presenterade en sammanställning av vetenskapliga studier kring multiskadad ungskog; Jonas Öhlund, Skogforsk redogjorde för försök och demo-ytor av gallring i plantskog.
- Avslutande diskussion inför 2020:

- ◇ Alla medverkande – Behov av information, forskningsinsatser och fälttextkursioner

### **Avslutande digitalt seminarium mars 2021**

I samband med BESKA-projektets avslut hålls ett slutseminarium den 30 mars, 2021. Här kommer projektets samlade resultat att presenteras och framtida forsknings-satsningar. Även information från Skogsstyrelsen och SLU om framtida satsningar presenteras.

## **Efter BESKA**

BESKA har bidragit till viktig kompetensuppbyggnad och tillskapande av forskningsinfrastruktur vid Mittuniversitetet. Vi har etablerat samarbete med andra forskningsinstitutioner både i Sverige och internationellt samt bidragit till uppbyggnaden av en regional samverkan i frågorna. Detta gör att vi efter projektet är väl rustade för fortsatt verksamhet inom skogsskadeområdet. Omfattningen på kommande forskning påverkas dock av i vilken mån vi kommer att erhålla externa forskningsmedel.

### **Doktorandernas avslut**

I närtid återstår för projektets två doktorander att slutföra sina avhandlingar. Dessa avslutande delar finansieras i huvudsak med interna fakultetsmedel och andra befintliga projektmedel. Arbetet som återstår inkluderar visst fältarbete sommaren 2021, syntes av semiokemikalier, samt analyser av blånadssvamparnas och bakteriers roll i den kemiska kommunikationen. Vi planerar även för att genomföra en studie av en av barkborrarnas naturliga fiender, myrbagge, där förekomsten jämförs mellan olika typer av skogar.

### **Kommersialisering av resultat**

Vi avser också att gå vidare mot kommersialisering av multibeten med nya feromoner. Det finns ett intresse bland skogsägare att nyttja resultaten från området kemiska doftämnen vilket öppnar för en kommersialisering av beten och metoder där även ett multibete kan utvecklas för övervakning och bekämpning av flera av våra ekonomiskt tyngsta insektsskadegörare samtidigt och då företrädesvis genom att använda betade fällor. Kommersialisering av beten till övervakningsfällor för varje art för sig är också en intressant produkt för framtiden och då i synnerhet för den ryska arten *Polygraphus proximus* då det sannolikt bara är en tidsfråga innan den kommer att dyka upp i våra svenska skogar. Med de unika kunskaperna som utvecklats finns det möjlighet att det startas ett avknopningsföretag som kan framställa och sälja aktiva doftämnen, anpassade dispenserar och fällor samt även sälja praktisk "know how" till skogsägare.

För att kunna skapa ett multibete behöver man veta hur de olika arternas doftämnen påverkar alla arter som man vill övervaka. Doftämnena för de olika arterna kan först undersökas på laboratoriet med hjälp av EAG eller GC-MS-EAD för att utreda om de

olika arterna har en biologisk respons till de andra arternas doftämnen. Men för att ta reda på det faktiska beteendet behöver man genomföra fältförsök där doftämnena kombineras. På grund av detta har interaktionsförsök genomförts för att se om fångster av de olika *Polygraphus*-arterna ökar eller minskar när man kombinerar ihop olika doftämnen.

För att ett multibete ska bli kommersiellt intressant behöver de viktigaste lokala skadegörarna kunna inkluderas i betet, vi vill exempelvis kombinera doftbeten för granbarkborren, bastborrar (inklusive den ryska arten) och sextandad barkborre (*Chalcographus* sp.) och även variera multibetet utifrån förekomst. Detta är något vi skulle vilja undersöka ytterligare om ekonomiska förutsättningar finns i framtiden.

## Det nationella skogsskadecentrat

Skogsskadorna utgör fortsatt en stor utmaning för svensk skogsnäring och där det finns ett stort behov av ytterligare kunskap och forskning. I samband med budgetpropositionen hösten 2020 tilldelades SLU och Skogsstyrelsen ett uppdrag att bilda ett nationellt skogsskadecentrum.

Regeringen skriver i ett pressmeddelande i september 2020:

*"Inrättandet av ett nationellt skogsskadecentrum syftar till att skapa ett samlat och långsiktigt bemannat kompetenscentrum, inte bara när det gäller växtskadegörare och betesskador utan även skador orsakade av bränder och stormar m.m. som följer i klimatförändringens spår. Verksamheten ska bidra med såväl forskning som kunskapssammanställningar samt sprida information och utbilda i nära samverkan med näringslivet."*

Det innebär en avsevärd resursförstärkning till området och Mittuniversitetet står redo baserat på BESKA-projektet att medverka i den kunskapsuppbyggnad som skogsskadecentrat ansvarar för.

## Tack

Projektet har finansiellt stötts av den Europeiska Regionala Utvecklingsfonden via Tillväxtverket och med direkta medel från Region Västernorrland och Region Jämtland/Härjedalen. Vidare har ett flertal partner gett projektet stöd via så kallat "in-kind". Utan dessa stöd hade projektet inte kunnat genomföras.

Vi vill rikta ett speciellt tack till Skogsstyrelsen för ett bra samarbete. Under projektiden har Anna Marntell (numera SCA), Karin Palmgren och Frida Carlstedt på ett förtjänstfullt sätt lett det regionala skogsskadenätverket. Vidare har Gunnar Isacson varit en återkommande föredragshållare och delgett sina djupa kunskaper om både skogsskadeläget i Sverige och kring de enskilda skadegörarnas biologi. Gunnar har också varit en viktig referensperson för de olika delprojekten. Slutligen tackar vi Mattias Augustsson och Emil Lindgren på Pro&Pro för den externa utvärderingen av projektet.

## Referenser

### Referenser i texten ovan

- De la Pena, E., Kinkar, M. & Vos, S. 2020. Pest survey card on *Polygraphus proximus*. EFSA Supporting Publications. Available at <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1780>.
- Fedderwitz, F., Nordlander, G., Ninkovic, V. & Björklund, N. 2016. Effects of jasmonate-induced resistance in conifer plants on the feeding behaviour of a bark-chewing insect, *Hylobius abietis*. *J Pest Sci* (2016) 89:97–105.
- Schroeder, M. 2012. Undersökning av barkborredödade träd i Västernorrlands län våren 2012. Arbetsrapport. SLU, Institutionen för ekologi. Uppsala.
- Thor, M., Ståhl, G. & Stenlid, J. 2004. Räkna med rotröta – nytt hjälpmedel för skoglig planering. Resultat från Skogforsk nr 13.
- Witzell, J. m fl. 2017. Skogsskötselserien – Skador på skog, del 1/2. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Wulff, S. 2016. Nationell riktad skogsskadeinventering (NRS) 2016. Arbetsrapport 466 2016. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå.

### Projektpublikationer inklusive manus

- Lindmark, M., Sunnerheim, K. & Jonsson, B.G. 2020. Natural browsing repellent to protect Scots pine *Pinus sylvestris* from European moose *Alces alces*. *Forest Ecology and Management*, 474:118347.
- Lindmark, M., E.A. Wallin, E. Hedenström & B.G. Jonsson (Manus) Push pull combined with trap trees.
- Rahmani, R., E. A. Wallin, L. Viklund, M. Schroeder & E. Hedenström. 2019. Identification and field assay of two aggregation pheromone components emitted by males of the bark beetle *Polygraphus punctifrons* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Chemical Ecology* 45:356-365.
- Viklund, L., Bång, J., Schroeder, M. & Hedenström E. (Manus) Identification of male produced compounds in the bark beetle *Polygraphus subopacus* and establishment of (Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene)-ethanol as an aggregation pheromone component.
- Viklund, L., Baranchikov Y., Schroeder, M. & Hedenström E. (Manus) Identification of male produced compounds in the invasive four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus*.
- Viklund, L., R. Rahmani, J. Bång, M. Schroeder & E. Hedenström. 2019. Optimizing the attractiveness of pheromone baits used for trapping the four-eyed spruce bark beetle *Polygraphus poligraphus*. *Journal of applied entomology* 143:721-730.

Viklund, L., Schroeder, M. & Hedenström E. (Manus) Flight patterns of *Polygraphus* species in central Sweden.

## Övriga publikationer

Dessa har inte finansierats via BESKA men bidragit till relevant och viktig kunskapsuppbyggnad även för projektet.

Becher, P. G., S. Lebreton, E. A. Wallin, E. Hedenström, F. Borrero, M. Bengtsson, V. Jörger & P. Witzgall. 2018. The scent of the fly. *Journal of Chemical Ecology* 44:431-435.

Borrero-Echeverry F., M. Solum, F. Trona, E.A. Wallin, M. Bengtsson, P. Witzgall & S. Lebreton. 2021. The female pheromone (Z)-4-undecenal mediates flight attraction and courtship in *Drosophila melanogaster*. Biorxiv, <https://doi.org/10.1101/2021.01.06.425638>.

Frey T., C.A Keadha, E.A. Wallin, E. Holgersson, E. Hedenström, B. Bohman, M. Bengtsson, P.G. Becher, D. Krautwurst & P. Witzgall. 2021. The Human odorant receptor OR10A6 is tuned to the pheromone of the commensal fruit fly *Drosophila melanogaster*. Biorxiv <https://doi.org/10.1101/2020.12.07.414714>.

Harvey, D. J., H. Harvey, M. C. Larsson, G. P. Svensson, E. Hedenström, P. Finch & A. C. Gange. 2017. Making the invisible visible: determining an accurate national distribution of *Elatér ferrugineus* in the United Kingdom using pheromones. *Insect Conservation and Diversity* 10:283-293.

Harvey, D. J., H. Harvey, R. P. Harvey, M. Kadej, E. Hedenström, A. C. Gange & P. Finch. 2017. Use of novel attraction compounds increases monitoring success of a rare beetle, *Elatér ferrugineus*. *Insect Conservation and Diversity* 10:161-170.

Harvey, D., E. Hedenström, and P. Finch. 2017. Public Participation in Insect Research through the Use of Pheromones. *School Science Review* 99:57-61.

Hedenström, E., F. Andersson, N. Sjöberg & T. Eltz. 2018. 6-(4-Methylpent-3-en-1-yl)naphthalene-1, 4-dione, a behaviorally active semivolatile in tibial perfumes of orchid bees. *Chemoecology* 28:131-135.

Lebreton, S., F. Borrero-Echeverry, F. Gonzalez, M. Solum, E. A. Wallin, E. Hedenström, B. S. Hansson, A.-L. Gustavsson, M. Bengtsson & G. Birgersson. 2017. A *Drosophila* female pheromone elicits species-specific long-range attraction via an olfactory channel with dual specificity for sex and food. *BMC biology* 15:88.

Ljunggren, J., F. Borrero-Echeverry, A. Chakraborty, T. U. Lindblom, E. Hedenström, M. Karlsson, P. Witzgall & M. Bengtsson. 2019. Yeast volatiles differentially affect larval feeding in an insect herbivore. *Applied and Environmental Microbiology* 85:e01761-01719.

Rahmani, R., D. Carrasco, G. P. Svensson, H. Roweck, N. Ryrholm, M. C. Larsson & E. Hedenström. 2020. Identification and Synthesis of Putative Pheromone Components

- of the Threatened Salt Marsh Bagworm Moth, *Whittleia retiella* (Lepidoptera: Psychidae). *Journal of Chemical Ecology* 46:115-127.
- Rahmani, R., F. Andersson, M. N. Andersson, J. K. Yuvaraj, O. Anderbrant & E. Hedenström. 2019. Identification of sesquisabinene B in carrot (*Daucus carota* L.) leaves as a compound electrophysiologically active to the carrot psyllid (*Trioza apicalis* Förster). *Chemoecology* 29:103-110.
- Schiestl F.P., E.A. Wallin, J.J. Beck M. Friberg & J.N Thomson. 2021. Generalized detection of floral volatiles in the highly specialized *Greya-Lithophragma* nursery pollination system. *Arthropod-Plant interactions*.
- Wallin, E. A., B. Kalinová, J. Kindl, E. Hedenström & I. Valterová. 2020. Stereochemistry of two pheromonal components of the bumblebee wax moth, *Aphomia sociella*. *Scientific Reports* 10:1-7.



EUROPEISKA UNIONEN  
Europeiska regionala  
utvecklingsfonden

