



Forskningsprosjekt

Formas forskning om skog – ett urval projekt



Forskningsprojekt

Formas forskning om skog – ett urval projekt

Br 2:2011

ISSN 1653-3003

ISBN 978-91-540-6056-6

Redaktör: Birgitta Johansson, Formas

Grafisk design: Lupo Design

Omslagsbild: Anna Kern/Johnér Bildbyrå

Bilder i inlagan: Sid. 4, 50 Thinkstock / Sid. 8 Erik Viklund, Skogforsk / Sid. 28 Lars Högbom, Skogforsk / Sid. 42, 67 grafik Pertti Salonen / Sid. 62 Johnér Bildbyrå.

Tryck: April 2011, Edita Västra Aros AB

ForskningsprojeKt

Formas forskning om skog
– ett urval projekt



Förord

Drygt halva Sveriges landyta är skogsmark. Skogen har länge varit en viktig resurs för samhället och var tidigt föremål för forskning och utveckling. Med tiden har vi också insett skogens betydelse för miljön, och att den bidrar med andra värden än bara råvaror för trä och fiberprodukter. Den trä- och fiberbaserade industrin är dock en av de viktigare industrisektorerna för Sveriges ekonomi med varor som till stor del exporteras.

I över hundra år har skogsnäringen lyckats vara konkurrenskraftig tack vare att man har effektiviserat och utvecklat ny teknik och nya skötselmetoder som har ökat produktiviteten. I framtiden kommer det att behövas ny kunskap för att möta nya utmaningar som till exempel klimatförändringar. Efterfrågan på skogens produkter och tjänster kan också förändras med en globalt växande befolkning och minskande naturtillgångar. Det kommer att ställas stora krav på skogs ekosystemen och på kunskap om hur de fungerar och vad som är möjligt att använda på ett uthålligt sätt.

Den här skriften innehåller ett urval av projekt som Formas finansierar med anknytning till skogen och skogens produkter. Vi har försökt få med olika forskningsområden: skogen som miljö och skogsbrukets miljöpåverkan, biologiska och icke-biologiska produktionsfaktorer. Med teknik och skötsel kan man påverka produktionsfaktorerna för att öka produktionen, men detta kräver kunskap för att undvika negativa miljöeffekter. Skogens produkter kan vidareförädlas för nya användningsområden. Formas stödjer även den forskningen. Bland Formasprojekten finns också samhällsvetenskaplig forskning om brukandet av skogsmarken som har sina speciella traditioner och intressekonflikter.

Jan Svensson

Forskningssekreterare

Forskningsrådet Formas

Innehåll

Miljö

8

Biogeokemi

Vattenkvalitet i brukad skog – ForWater (Hjalmar Laudon)	9
Skogsbruk, metylkvicksilver och vattnekosystem (Kevin Bishop)	10
”Hot-spots” för bildning av metylkvicksilver (Ulf Skyllberg)	11
Miljöeffekter av skogsgödsling och markberedning (Eva Ring)	12
Vad är det som styr kväveutlakningen i skogsmark? (Cecilia Akselsson)	13
Skogens kol- och energibalans efter stormfällning (Achim Grelle)	14

Biologisk mångfald

Kolonisationsförmåga hos arter som missgynnas av skogsbruk (Mats Dynesius)	16
Hållbar skötsel av hänglavar (Per-Anders Esseén)	18
Brandberoende vedsvampar på tall (Bengt Gunnar Jonsson)	19
Vad betyder kvaliteten på den döda veden? (Mattias Edman)	20
Insekter beroende av död ved – kolonisation och utdöende (Thomas Ranius)	21
Vad betyder skogsgödsling för biodiversitet och produktivitet? (Annika Nordin)	22
GM-träd – konsekvenser för biodiversitet och ekosystem (Joakim Hjäältén)	24
Smart Hänsyn – forskningsplattform för naturhänsyn i skogsbruket (Lena Gustafsson)	25

Produktionsfaktorer

28

Icke-biologiska produktionsfaktorer

Klimatförändringens betydelse för svensk skogsskötsel (Lars Eklundh)	29
Sommartorka och skogsbränder i Fennoskandien sedan år 1500 (Hans Linderholm)	30
Vedbildning under varierande miljöförhållanden (Sune Linder)	31
Framtida skogsresurser med fokus på kol och kväve (Torgny Näsholm)	33

Biologiska produktionsfaktorer

FuncFiber – en stark forskningsmiljö inom vedbiologi och vedkemi (Björn Sundberg)	34
Bättre träd för bioenergi och material – BioImprove (Hannele Tuominen)	36
Vad betyder rottickans arvsanlag för valet av värdräd? (Mikael Brandström Durling)	37
Hur hittar barkborren lämpliga träd att döda? (Fredrik Schlyter)	38
Feromoner för kontroll av insekter i granfröplantager (Christer Löfstedt)	39
Signalämnen från mikrober i snytbaggens matsmältningskanal (Anna-Karin Borg-Karlsson)	40
Övervintringsbeteende hos granbarkborren (Martin Schroeder)	41
Kollaps av granbarkborreutbrott – timing och orsaker (Martin Schroeder)	43
Skadegörare övervakas (Anna Hedström Ringvall)	44

Skogsteknik och skogsskötsel

Restaurering av ekskog (Magnus Löf).....	45
Ny teknik ger bättre information om virkesresurser (Johan Holmgren).....	46
Skötsel av tätortsnära skogar (Bengt Gunnarsson).....	47
Forskarskola ”Skogens skötsel och hållbara nyttjande” (Johanna Witzell).....	48

Produkter från skogen

50

Det nya superblåbäret – en svensk-amerikansk förening (Gun Werlemark).....	51
Bättre virkessortering med kamerateknik och datormodellering (Anders Olsson).....	52
Träfibers struktur och träfiberbaserade material – WoodFibre3D (Gunilla Borgefors).....	53
FiberSurf – bioteknikverktyg för modifiering av trä (Harry Brumer).....	55
Aspens hemicellulosa modifieras (Eva Mellerowicz).....	56
Framtida förpackningsmaterial från biokompositer (Lennart Salmén).....	57
Förnybara barriärer – mervärde i massabruket (Ann-Christine Albertsson).....	58
Cellulosa – förnybar råvara för biokompositmaterial (Eva Malmström).....	59
Forskarskola med fokus på biomimetiska material (Christina Divne).....	60
Konsortium för avancerade kolhydratmaterial – CarboMat (Harry Brumer).....	61

Samhällsvetenskaplig skogsforskning

62

Vad betyder genus för det svenska familjeskogsbruket? (Gun Lidestav).....	63
Hinder och möjligheter i familjeskogsbruket (Gun Lidestav).....	64
Hur sårbar är skogen och skogsanvändare för klimatförändringar? (Carina Keskitalo).....	65
Anpassning till klimatförändringar i skogssystem med många användare (Carina Keskitalo).....	65
Transgena träd – attityder, acceptans och ekologiska risker (Joakim Hjältén).....	66
Ekostrategiskt skogsbruk - allmänna och enskilda intressen hand i hand (Håkan Hydén).....	68
Formellt och frivilligt skydd av skogsmiljöer (Per Angelstam).....	69
Konflikter mellan rennäring och skogsbruk – ett ekonomiskt perspektiv (Göran Bostedt).....	69

Miljö



Biogeokemi

Vattenkvalitet i brukad skog (ForWater)

Skogsbruk och stundande klimatförändringar är ett hot som kan få oanade konsekvenser för rinnande vatten i nordliga ekosystem. ForWater-programmets övergripande syfte är att skapa fördjupad kunskap kring hur förändringar i klimat och skogsbruk kan komma att samverka negativt på vattenkvaliteten i sjöar och vattendrag. Projektet kommer att leda till att vi kan förbereda oss bättre och planera för eventuella motåtgärder mot tänkbara framtida förändringar av vattenkvaliteten.

Krycklans Biogeokemiska Kluster (KBC) består av tre fältforskningsplattformar som alla ligger mindre än 60 kilometer från Umeå. Klustret består av ett område med normalbrukad skog där intensivprovtagning av vattenkvaliteten sker i 18 vattendrag, ett annat där storskaliga avverkningsexperiment inkluderar fyra övervakade vattendrag där två är kalhuggna, samt ett område med 15 provtagna vattendrag där intensivbrukning av skog pågår. Miljöövervakningen av dessa 37 vattendrag inom ett begränsat geografiskt område innebär en unik möjlighet att undersöka hur olika skogsbruksmetoder påverkar vattenkvaliteten.

Genom att inkludera Sveriges integrerade miljöövervakningsområden (IM) har projektet också ett nationellt perspektiv. Förändringar i klimatet studeras dels genom djupstudier av olika extrempåsar som förekommit under de 30 år som provtagningen pågått, dels genom klimatscenarioer som redan anpassats till KBC. Till skillnad från de flesta andra vattenkvalitetsprojekt baseras projektet inte på en enstaka metod eller modell för att förstå och testa hur klimatförändringar och nya skogsbruksmetoder samverkar. Istället arbetar projektet för en integrerad förståelse av hur olika vattenkvalitetsproblem interagerar och samverkar, problem relaterade till läckage av näringsämnen, organiskt kol, metaller, försurningsrelaterade ämnen samt miljögifter. I projektet används också en ensemble av ett flertal modeller för att skapa en mer heltäckande bild av olika möjliga framtider för rinnande vatten i Sverige. Resultaten ska bland annat användas för att skapa bättre beslutstödsmodeller för skogsbruket där speciell hänsyn till vattenkvalitet måste beaktas.

Projekttitel
Unikt modell- och beslutstöds-system för vattenkvalitet i det brukade skogslandskapet i ett föränderligt klimat (ForWater)

Projektnummer
2010-89

Projekttid
2010-2012

Beviljat anslag
15 000 000 kronor

Projektleddare
**Hjalmar Laudon
SLU
hjalmar.laudon@slu.se**



I den starka forskningsmiljön ForWater studeras de samverkande effekterna av skogsbruk och klimatförändringar på vattenkvalitet. I programmet ingår forskare från Umeå, Uppsala och Lund. Foto Peder Blomkvist

Projekttitel

Skogsbrukets påverkan på metylkvicksilverbelastningen på vattenkosystem: Separering av effekter av markberedning från effekter av slutavverkning

Projektnummer

2007-909

Projektid

2008-2010

Beviljat anslag

3 000 000 kronor

Projektledare

Kevin Bishop

SLU

kevin.bishop@slu.se

Skogsbruk, metylkvicksilver och vattenkosystem

Projektet syftar till att försöka förstå skogsbrukets roll vid utlakningen av kvicksilver, och därigenom bidra till enkla och handfasta skogsbruksmetoder som kan minimera utlakningen av kvicksilver till vattendragen.

Höga kvicksilvernivåer i fisk har under ett antal decennier varit ett av landets största miljöproblem. För gädda och abborre uppskattas halterna överstiga rådande gräns/riktvärden för obegränsad konsumtion i hälften av våra sjöar. Trots en minskning av kvicksilverdepositionen har inte haltarna i fisk minskat som man kunde förvänta sig. Detta tyder på att andra processer än depositionen har avgörande betydelse för nivåerna av kvicksilver hos fisk, och/eller att effekterna av det minskade nedfallet är kraftigt fördröjda.

Skogsbrukets roll för utlakningen av kvicksilver har debatterats. En handfull studier i Sverige, Finland och Kanada har visat på förhöjda halter av kvicksilver i vatten och organismer efter avverkning. Metyleringen av kvicksilver sker med hjälp av svavelreducerande bakterier i anaeroba (syrefria) miljöer. Utbredningen av dessa miljöer kan tänkas öka efter avverkning eftersom denna ofta leder till ökade vattenmängder.

Tidigare forskningsresultat indikerar att en markstörning som exempelvis markberedning är nödvändig för att den i litteraturen beskrivna "skogsbrukseffekten" ska uppstå. I projektet testas den här hypotesen genom att forskarna studerar förändringar av vattenkvaliteten först efter avverkning och sedan efter markberedning. Preliminära resultat visar att koncentrationen av den totala mängden kvicksilver ökade med 15 procent efter avverkning och ytterligare 25 procent efter markberedning, medan koncentrationen av metylkvicksilver fortfarande var opåverkad. Avverkningen orsakade dessutom en ökning av flödet med runt 30 procent, vilket ökade transporten av kvicksilver ut från de behandlade områdena. Trots att vissa områden svarade med förhöjda koncentrationer eller ökad transport efter behandling är ökningarna inte alls i nivå med de dramatiska ökningarna man sett i tidigare studier.

Forskarna föreslår att den relativt begränsade påverkan från skogsbruket i dessa studier kan vara ett resultat av omdömesfullt



Provtagningsstation i Balsjö.

Foto Karin Eklöf

utfört skogsbruk och/eller en variation i känslighet mellan olika marker för den störning som skogsbruket medför. Projektet fokuserar även på att få en bättre förståelse för vad som påverkar variationen i känslighet mellan olika lokaler, en förståelse som skulle kunna bidra till att verkningfulla riktlinjer för skogsbruket kan tas fram.

”Hot-spots” för bildning av metylkvicksilver

Flera studier har påvisat att kalhyggesbruk leder till ökade halter av kvicksilver i fisk. Men det saknas kunskap om huruvida effekten begränsar sig till i huvudsak frigörelse och mobilisering av metylkvicksilver som finns bundet i marken, eller om hyggesupptagningen även leder till nybildning av metylkvicksilver. För att kunna göra denna mycket viktiga distinktion krävs det grundläggande studier av de processer som leder till nybildning av metylkvicksilver. I projektet samverkar ledande forskare inom analytisk kemi, biogeokemi och mikrobiologi för att identifiera och kvantifiera de processer som ligger bakom bildning och nedbrytning av metylkvicksilver. Speciellt intressant är om det går att särskilja i vilken grad järn- respektive sulfatreducerande betingelser ligger bakom metylkvicksilverbildning.

Våra huvudsakliga hypoteser är:

- Jordar med intermediärt belägen grundvattenyta före slutavverkning (i den nedre delen av sluttningar och i lokala utströmningsområden), och som får en mer permanent vattenmättad efter hyggesupptagning, utgör ”hot-spots” för metylkvicksilverbildning.
- Organiska hyggesrester stimulerar järn(III)- och sulfatreducerande bakterier, vilket leder till ökad metylkvicksilverbildning efter slutavverkning.
- Körskador blandar humusrik ytjord med djupare mineralrik jord. Denna omblandning leder till ökad frigörelse av lågmolekylärt organiskt material som stimulerar bildningen av metylkvicksilver.
- Alkär, och möjligen andra typer av lövträdsdominerade kärnmiljöer, kan ha motverkande effekt genom att gynna biotiska och abiotiska processer som bryter ner metylkvicksilver.

Det yttersta syftet med projektet är att ge en vetenskaplig bas för praktiska skötselråd vid slutavverkning. Holmen skog AB är markvärd för projektet.

Projekttitel
Identifiering av ”hot-spots” för bildning av metylkvicksilver efter hyggesupptagning – en multidisciplinär samverkan som lägger vetenskaplig grund för praktiska råd

Projektnummer
2009-1207

Projekttid
2010-2012

Beviljat anslag
3 864 000 kronor

Projektledare
Ulf Skyllberg
SLU
ulf.skyllberg@slu.se

Projekttitel

**Kvävedynamik i tidigare
kvävegödslade skogar efter
slutavverkning och maskinell
harvning**

Projektnummer

2007-1337

Projektid

2007-2010

Beviljat anslag

1 460 000 kronor

Projektledare

**Eva Ring
Skogforsk
eva.ring@skogforsk.se**

Miljöeffekter av skogsgödsling och markberedning

Kvävegödsling och maskinell markberedning är två skogsbruksåtgärder som tillämpats under 40–50 år i svenskt skogsbruk. Kvävegödsling görs för att öka stamvedstillväxten och markberedning för att förbättra plantornas etablering på hygget. Båda åtgärderna kan komma att öka framöver. Intresset för kvävegödsling har varierat över tiden. Under senare år har 50 000 till 60 000 hektar gödslats årligen. Förbud mot att behandla plantor mot snytbaggar med vissa insektsmedel kan komma att öka markberedningsarealen. Miljöeffekterna av gödsling och markberedning är delvis undersökta, men ytterligare studier behövs bland annat för arbetet med EU:s ramdirektiv för vatten, för att uppnå de nationella miljömålen och för att bidra till skogsbrukets utveckling.

Forskarna undersöker de långsiktiga effekterna av skogsgödsling och de kortsiktiga effekterna av harvning. Studierna görs på provtytor i två gamla gödslingsförsök i Värmland och Småland. Provytorna började gödglas för cirka 30 år sedan. I den här studien undersöks tytor som fått totalt mellan 450 och 1800 kg kväve per hektar. Mätningarna påbörjades före avverkningen för att påvisa eventuella kvarvarande effekter på mark- och markvattenkemi i de gödslade tallbestånden. Påverkan på markkemin ökade generellt med ökande gödslingsintensitet. Till exempel minskade kaliumförrådet i mårskiket medan förråden av fosfor och magnesium ökade. Efter slutavverkning studerar man hur markvattenkemin, tallplantornas tillväxt och markvegetationen påverkas av den tidigare gödslingen respektive av harvningen.

Markberedningen ökade plantornas tillväxt och minskade andelen plantor med snytbaggaskador, medan tidigare gödsling inte hade någon mätbar effekt på plantorna under de första fem åren. De preliminära resultaten när det gäller hur markvegetationen påverkades av tidigare gödsling indikerar obetydliga effekter då totalgivan var 450 eller 900 kg kväve per hektar. Tidigare studier har visat att nitrathalten i markvatten vanligen är förhöjd i 3–5 år efter slutavverkning. Resultaten från Värmlandsförsöket verkar bekräfta detta. Markvattenkemin ser ut att vara påverkad av både tidigare gödsling och markberedning, men resultaten är ännu inte bearbetade i detalj.



**Thomas Hjerpe tar prov på
markvattnet i försöket i Värmland.**

Foto Eva Ring

Vad är det som styr kväveutlakningen i skogsmark?

Kväve är ett viktigt näringsämne som ofta är tillväxtbegränsande, men i för stora mängder är kväve en förorening som kan bidra till försurning och övergödning. I skogsmark i våra nordliga skogar är kväveutlakningen från växande skog ofta begränsad till naturlig utlakning av organiskt kväve. Men i områden där kvävebelastningen har varit hög under lång tid kan även nitratkväve börja läcka, och det kan bidra till en avsevärd ökning av den totala kväveutlakningen från skog. Kunskap om kväveprocesserna i marken och vad som styr kväveutlakningen är viktigt, inte minst i ett förändrat klimat där många av naturens processer kan förväntas gå snabbare.

Många försök har gjorts att koppla kväveutlakningen till olika faktorer, och stora framsteg har gjorts det senaste decenniet. En ofta använd indikator för kväveutlakning är kvoten mellan kol och kväve i humuslagret. Den är dock inte tillräcklig för att kunna förklara de skillnader i utlakning som finns mellan olika skogar och för att kunna förutspå förändringar i ett framtida klimat.

Projektet syftar till att öka kunskapen om hur olika bestånds- och markegenskaper påverkar nitrathalterna i markvatten och att använda kunskaperna för att skapa ett underlag för förbättrade processbeskrivningar i dynamiska ekosystemmodeller. Basen för projektet är miljöövervakningsprogrammet ”Krondroppsnätet”, med upp till 25-åriga mätserier av nedfall och markvattenkemi i skogsmark på ytor över hela Sverige. Dessa mätningar kompletteras inom ramen för projektet med detaljerade bestånds- och markdata. Under 2010 samlades data in för södra halvan av Sverige, och under 2011 ska detta kompletteras med data från norra Sverige. Sammanlagt samlas data in från cirka 60 ytor.

I projektet kommer nitrathalter i markvatten att statistiskt jämföras med faktorer som trädålder, historisk markanvändning, ståndortsindex, mykorrhizabiomassa samt fosforstatus i mark och barr – för att öka kunskapen om vad som styr kväveutlakningen. Vidare kommer kväveutlakningen att modelleras med den dynamiska ekosystemmodellen ForSAFE-Veg, för att se hur bra modellen fångar in de skillnader som mäts upp. Modellkörningar gjordes under 2010 på fyra ytor i Skåne. De preliminära resultaten visar att

Projekttitel
**Kväveretention i skogs-
ekosystem – ökad förståelse
för kvävedynamik i marken för
förbättrade ekosystemmodeller**

Projektnummer
2009-886

Projektid
2010-2013

Beviljat anslag
3 493 000 kronor

Projektledare
**Cecilia Akselsson
Lunds universitet
cecilia.akselsson@nateko.lu.se**



En av projektets skogsytor finns i Arkelstorp i nordöstra Skåne. Arkelstorp är en av de ytor i Sverige där man har mätt upp de högsta halterna av nitratkväve i markvattnet. Foto Adam Bahr

modellen fångar in en del av variationen men ofta överskattar kväveutlakningen i de fall då den är mycket låg. Ett mål med projektet är att det ska bidra till modellutveckling som gör att modellen fångar in en större del av det som mäts upp på skogsytorna, och att man ska kunna göra säkrare förutsägelser för framtiden.

Projekttitel

Skogens kol- och energibalans efter stormfällning och skogsbrukets möjligheter: flödesmätningar och modellering

Projektnummer

2006-683

Projektid

2007-2009

Beviljat anslag

3 460 000 kronor

Projektledare

Achim Grelle

SLU

achim.grelle@slu.se

Skogens kol- och energibalans efter stormfällning

Projektet gör mätningar och simuleringar för att bestämma koldioxidflödet från stormfällerna under olika skötselåtgärder. Kalhyggen släpper ut koldioxid (CO₂) till atmosfären när delar av kollagret i marken bryts ner, speciellt efter markberedning som blandar marken och tillför syre och värme. Utsläppet pågår i många år, innan en ung skog har blivit stor nog för att binda in nytt kol i marken. Stormfällerna påverkar skogsmarken ännu kraftigare. Rotvältor och körskadorna kan vara större och djupare än markberedning. Därför kan utsläppet av koldioxid från stormfällerna vara större än från vanliga hyggen. Det totala utsläppet beror på hur fort kolet i marken hinner brytas ner och hur snabbt skogen växer upp igen.

Med meteorologisk mätteknik kan forskarna bestämma flödena av koldioxid i luften ovanför stormfällerna och därmed följa ytans ”andetag” kontinuerligt. Man kan se hur flödena skiljer sig mellan olika ytor, hur de reagerar på ändringar av till exempel väder och markfuktighet, och i vilken takt kolet bryts ned. Denna unika information ger bättre förståelse för processer inom en stormskadad skog och underlättar uppskattningar av stormeffekter på den svenska kolbudgeten, vilket är viktigt för framtida troligtvis mer extrema klimatförhållanden. Flödesmätningar görs på ett stormfälle vid Toftaholm. För att kunna bedöma stormens totala effekt på Sveriges kolbalans måste mätningarna fortsättas i några år under återuppväxtfasen.

Under de första två åren släpper stormfallet ut drygt dubbelt så mycket CO₂ som en vanlig, markberedd förnygringsyta. Därefter avtar utsläppet snabbare, samtidigt som mycket fältvegetation växer upp. Därmed återhämtas stormfallets kolbalans i snabbare takt än efter vanlig avverkning. Vegetationen präglas mycket av gräs och annan fältvegetation, och det återstår att se vilken inverkan dessa olika förutsättningar har på skogens kolbalans över hela omloppstiden.

Just nu ökar intresset för skötselåtgärder som stubbskörd. En sådan åtgärd är lönsam och önskvärd av olika skäl, och påverkar kolbalansen. Då är det viktigt att inte förstärka koldioxidutsläppet ännu mer. Därför mäter forskarna även flöden på ytor där stubbar bryts och på en vanlig föryngringsyta. Jämförelser visar att stubbskörd efter vanlig avverkning leder till extra koldioxidutsläpp, medan stubbskörd efter stormfälla inte gör det. Förklaringen är att stormryckta stubbar kan skördas relativt enkelt och utan större extra markstörningar på det redan störda stormfället.

Både störningar genom stormfälla och stubbskörd verkar leda till en högre temperaturkänslighet hos kolbalansen. Det kan innebära att kolförrådet från sådana störda skogsmarker kan släppas ut lättare i ett varmare och extremare framtida klimat.

Forskaren Achim Grelle inspekterar mätsystemet vid Toftaholm.
Foto Sara Grelle



Biologisk mångfald

Projekttitel

Kolonisationsförmåga hos arter som missgynnas av skogsbruk – en central faktor för bevarandet av biologisk mångfald i fragmenterade skogslandskap vid klimatförändringar

Projektnummer

**2006-682
2010-998**

Projektid

2009-2012

Beviljat anslag

**2 000 000 kronor
2 211 000 kronor**

Projektledare

**Mats Dynesius
Umeå universitet
mats.dynesius@emg.umu.se**

Kolonisationsförmåga hos arter som missgynnas av skogsbruk

Skogslevande insekter, svampar och mossor som missgynnas av skogsbruk – hur bra är de på att förflytta sig och etablera sig på nya lämpliga platser? När skogens vedråvara används så intensivt som idag minskar många av skogens arter. Det kan vara svampar som lever av att bryta ner ved, eller mossor som behöver fuktig luft. De lämpliga miljöerna för dessa arter krymper och blir fragmenterade, det vill säga delas upp i små områden som är isolerade från varandra.

Ett omfattande arbete läggs idag ner på att se till att sådana arter inte försvinner helt från skogen. Om detta arbete ska lyckas krävs det kunskaper om arterna. En egenskap som är extra viktig för att överleva i ett fragmenterat landskap är att kunna sprida sig till och etablera sig på nya platser, det vill säga att ha god kolonisationsförmåga. Det här blir extra viktigt vid snabba klimatförändringar när arter dör ut lokalt på grund av att klimatet blir olämpligt, medan nya platser får ett lämpligt klimat.

För de flesta arter är det mycket svårt att studera kolonisationsförmågan direkt eftersom de sprider sig med mycket små enheter (sporer, groddkorn, frön) och dessutom är mycket små när de etablerar sig. Därför blir man oftast tvungen att studera kolonisationsförmågan indirekt, genom att till exempel kartlägga mönster i arters förekomst. I projektet används ett ”naturligt experiment” i Bottenviken för att studera detta. Här är landhöjningen snabb och stora arealer land stiger upp ur havet varje år. En omfattande skärgård av till stor del skogsklädda öar bildas kontinuerligt längs den ganska flacka kusten. Låga öar är unga öar där arterna har haft kort tid på sig att kolonisera. Projektet kartlägger vilka skogsarter som finns på sådana unga öar. Arter som bara finns på öar som är stora, lite äldre och/eller ligger nära fastlandet eller nära gamla skogsklädda öar kan man anta har relativt dålig kolonisationsförmåga. För arter som finns i hela skärgården kan man däremot anta att de för sin överlevnad är mer beroende av mängden lämpliga miljöer än av att miljöerna är lätta att nå.



Vilka egenskaper hos en art är viktiga för kolonisationsförmågan? Projektet ska testa om kolonisationsförmågan gynnas av att arter har spridningsenheter som sprids långt, producerar många spridningsenheter, är vanliga, har könslös förökning och/eller lever på ett ospecialiserat sätt. Om resultaten blir tydliga kan man förutsäga vilka arter som sannolikt har god respektive dålig kolonisationsförmåga med hjälp av deras egenskaper. De arter som har dålig kolonisationsförmåga bör uppmärksammas särskilt när man vårdar skogslandskapets biologiska mångfald. Det kan till och med bli aktuellt att ge en del av dessa arter direkt hjälp att sprida sig till lämpliga lokaler där de försvunnit eller till miljöer som nyligen blivit lämpliga, till exempel när klimatet har förändrats.

Vedlevande blad- och levermossor på en av de unga landhöjningsöarna i Bottenviken.

Foto: Sofi Lundbäck

Hållbar skötsel av hänglavar

Hänglavar har viktiga funktioner i boreala skogsekosystem och utgör bland annat föda, livsmiljö och bomaterial för många djur. De är till exempel viktiga för renen under sen-vintern. Hänglavar är knutna till äldre barrskog, ofta med lång kontinuitet, och klarar inte dagens trakthyggesbruk med kort omloppstid. Forskarna studerar om kontinuitetsskogsbruk (gallring) är en bra metod för hållbar skötsel av hänglavar. Frågeställningar i projektet:

1. Hur förändras mikroklimatet med gallringsstyrkan och vilken effekt har detta på hänglavar?
2. Vilken effekt har gallring på mängden och höjdfördelningen av hänglavar?
3. Hur påverkar gallring kritiska livscykelprocesser hos lavar, som tillväxt och förluster?

Forskarna studerar garnlav och tagellavar, arter som är viktiga för ekosystemfunktion. År 2008 startade de ett storskaligt fältexperiment i gammal granskog på SLU:s försöks-park i Vindeln, Västerbotten, med Sveaskog som markvärd. Försöket omfattar 15 ytor (80 x 80 meter) med 33 och 67 procent uttag av virke samt orörd kontroll. På alla ytor mäts temperatur, luftfuktighet, ljus och vind med dataloggrar. Mängden hänglav upp till 7 meter över marken mättes före och efter gallringen i mars 2009. Före avverkningen minskade mängden hänglav per träd med ökad trädtäckning, det vill säga där skogen är mörkare. Efter avverkningen minskade lavmängden initialt genom ökad exponering för vind. Tillväxten hos garnlav som transplanterats i nätburar ökade med ökad gallringsstyrka, på grund av ökad ljusstillgång. Däremot hade gallringen ingen nettoeffekt på talltagel, eftersom förlusten genom bålfragmentering ökade med virkesuttaget.

Forskningen visar att gallringsstyrkan påverkar skogens mikroklimat, som sin tur reglerar hänglavars produktion genom att påverka balansen mellan tillväxt och förluster. Resultaten efter två år tyder på att gallring är en bra metod för skötsel av hänglavar, förutsatt att virkesuttaget inte är för stort. Men kunskap saknas om långsiktiga effekter. Forskningen görs i samarbete med SLU och University of Northern British Columbia, Kanada.



Garnlav (gulgrön) och tagellavar (bruna) på gran i Svartbergets försöks-park i Vindeln, Västerbotten.
Foto Per-Anders Esseen

Brandberoende vedsvampar på tall

Efter den effektiva brandbekämpningen de senaste drygt hundra åren har branden som naturlig störningsfaktor i princip försvunnit från skogslandskapet. På senare tid har naturvårdsbränningar återinförts som en del av skogsbrukets miljöåtagande och som ett verktyg i skötsel av reservat. Det här skapar möjlighet för brandberoende och brandgynnade arter att återetablera sig. En intressant grupp i sammanhanget är de svampar som utnyttjar bränd tallved som livsmiljö. Att åter skapa lämpliga livsmiljöer i kombination med tillräckligt starka populationer av arterna i det lokala landskapet är en förutsättning för att naturvårdsbränningarna ska få önskat resultat.

De två pågående projekten har bidragit med nya kunskaper och information som är viktig för att bättre förstå effekterna av naturvårdsbränningar. Till exempel har forskarna visat att tolerans för höga temperaturer är en förmåga som är väl utvecklad hos de arter som har sin huvudutbredning i brandpräglad tallskog. Dessa arter kan överleva temperaturer avsevärt högre än de som uppträder vid bränder, och kan därför med stor sannolikhet leva kvar och få en konkurrensfördel efter en brand. En uppföljande studie bekräftar också att konkurrensförhållanden mellan arter förändras efter en värmebehandling. Andra studier har dokumenterat den förlust av död ved som sker vid en naturvårdsbränning där framförallt ved i sena nedbrytningsstadier konsumeras av branden. Det här innebär att även om bränder lokalt kan öka den totala mängden död ved utgör de ett potentiellt hot mot arter knutna till sena nedbrytningsstadier.

Sannolikt påverkas veden som livsmiljö för vedsvampar både av händelser under trädets levnad och av annan yttre påverkan efter trädets död. Studier som belyser olika arters relativa förmåga att bryta ned brandpåverkad ved har påbörjats där syftet är att beskriva brandberoende arters specifika miljökrav. För att bättre förstå vedsvampars spridningsförmåga, och därmed betydelsen av den rumsliga placeringen av naturvårdsbränder, har nya genetiska markörer utvecklats för en modellart.

Projekttitel
Naturvårdsbränningar som ett bevarandeverktyg i boreal skog. Etablering av vedsvamppopulationer beroende av brandpåverkad tallved.

Projektnummer
**2005-544
2007-464**

Projekttid
2006-2010

Beviljat anslag
**1 782 000 kronor
2 469 400 kronor**

Projektledare
**Bengt Gunnar Jonsson
Mittuniversitetet
Bengt-gunnar.jonsson@miun.se**



Naturvårdsbränningar används för att försöka återskapa flerskiktade brandpräglade tallskogar. Men hur ska åtgärderna utformas för att också gynna arter som är beroende av brand? Forskarna ska ta fram ett bättre underlag för vedlevande svampar.

Foto Bengt Gunnar Jonsson

Projekttitlel

Kvaliteten på död ved i boreal skog: betydelse för vedlevande svampar och vednedbrytning

Projektnummer

2008-1590

Projektid

2009-2012

Beviljat anslag

3 950 000 kronor

Projektledare

Mattias Edman

Mittuniversitetet

mattias.edman@miun.se

Vad betyder kvaliteten på den döda veden?

Skogsbruk och brandbekämpning har medfört stora förändringar av barrträdens vedkemi och vedstruktur, och det avspeglar sig också i den döda vedens kvalitet. Hur det här påverkar vedlevande svampar är okänt, men effekten kan vara stor eftersom deras nedbrytningsförmåga direkt påverkas av vedens kvalitet. Många vedsvamparter har minskat kraftigt i Sverige och för närvarande är cirka 30 procent rödlistade. Det är troligt att en del hotade arter är beroende av substratkvaliteter som minskat kraftigt på grund av modernt skogsbruk. Exempel på sådana vedkvaliteter är brandpåverkad ved och vedtyper som uppstår i naturskogar, till exempel senvuxen ved och ved från gamla träd.

Brandskadade tallar lagrar in hartser och fenoler i veden för att undvika angrepp av parasiter. När dessa tallar till slut dör skapas en typ av död ved som skiljer sig kraftigt från tallved som inte utsatts för brand. Med tanke på hur vanliga skogsbränder var innan människans brandbekämpning började så har många vedlevande svampar troligen anpassat sig till att bryta ner brandpåverkad tallved. På liknande sätt skiljer sig död ved av gamla granar från ved av unga och medelålders granar, bland annat på grund av att mängden kärnved ökar med trädens ålder. I naturskogar blir granarna ofta 150–300 år gamla, medan de i kulturskogen avverkas vid 70–120 års ålder. Förlusten av bland annat gamla och brandpåverkade träd kan alltså vara en bidragande förklaring till varför många hotade vedsvampar är sällsynta i brukad skog.

Preliminära studier visar att ved från produktionsskog bryts ner väsentligt snabbare än ved från naturskog. Med den omfattning som dagens skogsbruk har kan det här ha stor påverkan på den totala nedbrytningshastigheten av död ved, med konsekvenser för kolomsättning och biodiversitet. Det ska också sättas mot bakgrund av regeringens miljömål att kraftigt öka mängden död ved i brukad skog. Projektet ska utreda om det finns vedsvampar som är beroende av vedkvaliteter som är sällsynta eller minskande i brukad skog. Det ska också studera hur skogsbruksrelaterade förändringar av vedkvalitet påverkar vedens nedbrytningshastighet. Projektet som helhet är relevant för förståelsen av död ved-dynamiken i brukad skog och förväntas ge nya förklaringar till varför många rödlistade vedsvampar är knutna till naturskogar. Resultaten förväntas ligga till grund för hänsynsrekommendationer vid skogsbruk.



Brandljud i levande tall. Död ved från gamla brandskadade tallar nybildas i mycket liten omfattning och har därför minskat kraftigt. Vedtypen är troligen viktig för flera arter av vedlevande svampar.

Foto Mattias Edman

Insekter beroende av död ved – kolonisation och utdöende

Inom metapopulationsekologin studeras hur lokala populationer uppstår genom kolonisation och försvinner genom lokala utdöenden. Information om var och hur ofta arter koloniserar och försvinner från olika ställen (till exempel enskilda träd eller hela skogsbestånd) är viktigt för att förstå vilka arter som riskerar att dö ut vid exempelvis olika naturvårdsstrategier eller klimatförändringar. Att skaffa sådan information är mycket tidskrävande, och för många arter är det praktiskt taget omöjligt att göra säkra observationer av kolonisationer och utdöenden. Därför har metapopulationstudier mest utförts på ett fåtal lättstuderade djurgrupper, medan kunskapen är liten för många artrika grupper av stor betydelse i naturvården.

I det här projektet studeras metapopulationsdynamiken för insekter som är beroende av död ved. Många av dessa arter är hotade på grund av att mängden död ved är mycket lägre i brukade skogar än i ursprungliga skogar. Arter i nyligen döda aspar och håligheter i ekar studeras. Arter i nyligen döda aspar kan bara finnas i en död trädstam under en generation, så insekterna måste lägga ägg på en annan plats än där de själva kläcktes. Arter i trädhåligheter kan däremot förekomma i ett och samma träd under mer än hundra års tid. Detta påverkar hur ofta kolonisationer och utdöenden äger rum.

Sannolikheten för att olika insekter ska kolonisera ett ihåligt träd eller en aspstock ökar med mängden spridningskällor i det omgivande landskapet. Mängden spridningskällor kan beskrivas med olika så kallade konnektivitetsmått, som har jämförts inom projektet. Projektet kommer att utvärdera också andra aspekter av hur man förutsäger kolonisationer och lokala utdöenden baserat på en begränsad fältarbetsinsats.

Projekttitel
**Metapopulationsdynamik för
insekter beroende av död ved
som skapas och försvinner med
olika hastighet**

Projektnummer
2008-539

Projektid
2008-2011

Beviljat anslag
2 230 000 kronor

Projektledare
**Thomas Ranius
SLU
thomas.ranius@slu.se**



I ett experiment har aspstockar lagts ut på olika avstånd från spridningskällor för att forskarna ska kunna studera kolonisationen av insekter som är beroende av färsk aspved. Foto Petri Martikainen

Projekttitel

Är konsekvenserna av skogsgödning på skogens biodiversitet och produktivitet underskattade?

Projektnummer

2008-945

Projektid

2009-2011

Beviljat anslag

2 240 000 kronor

Projektledare

Annika Nordin

SLU

annika.nordin@slu.se

Vad betyder skogsgödning för biodiversitet och produktivitet?

I den nationella strategiska forskningsagendan för den svenska skogssektorn (www.nra-sweden.se/upload/NRA/NRA_kortversion_publ.pdf) slås fast att en långsiktig målsättning med svenskt skogsbruk är att öka skogsproduktionen med 50 procent. Skogsgödning är en kostnadseffektiv och enkel skötselåtgärd för ökad skogsproduktion. Resultaten från det här projektet kommer att vara ett viktigt underlag för skogssektorns beslut om vilken gödlningsstrategi som ska tillämpas i framtiden för att uppnå produktionsmålet samtidigt som skogsmarkens naturvärden bevaras.

Forskarna ser två möjliga gödlningsstrategier. Antingen tas en övervägande del av Sveriges skogsmarksareal i anspråk för gödning enligt gällande praxis, eller så tillåts betydligt mer intensiva gödlningsregimer (som också ger betydligt högre avkastning) på en mindre del av arealen, medan huvuddelen av arealen undantas från gödning. Att intensiva gödlningsregimer orsakar stora ekosystemförändringar är väl dokumenterat. Projektet ska undersöka om inte även effekter av skogsgödning utförd enligt gällande praxis hitintills varit underskattade. Forskarna ska kvantifiera omfattningen på långsiktiga effekter av skogsgödning, samtidigt som de ska identifiera de bakomliggande mekanismerna.

I Sverige har effekter av skogsgödning på skogsekosystem utretts vid flera tillfällen. Den senaste utredningen (Kväve 2002) slog fast att skogsgödning som sker enligt gällande praxis visserligen kan orsaka förändringar av skogsmarksvegetationens artsammansättning, men att förändringarna är övergående. Vegetationen återgår inom cirka tio år till samma status som före gödningen. Samma tidshorisont föreslogs gälla för den ökade skogstillväxten. Nästan samtliga studier inom Kväve 2002 genomfördes inom samma skogs-generation, och vissa av studierna i områden i södra Sverige med höga nivåer av kvävenedfall.

SLU har genomfört en studie i landets centrala delar (Bispgården) som motsäger slutsatserna i Kväve 2002. Studien visade på tydliga skillnader i markvegetationens artsammansättning mellan skogsbestånd som gödslats för mer än 20 år sedan och därefter avverkats och planterats för cirka tio år sedan, och likvärdiga bestånd som inte gödslats. Gräs och kvävegynnade örter och mossor var mer vanliga i de tidigare



gödslade bestånden, medan utbredningen av bland annat blåbärsris var nästan halverad. Resultatet indikerade att gödningen eventuellt orsakat ett permanent skifte i beståndens ståndortsindex. Det fick forskarna att tro att även träd tillväxten kan vara förhöjd i de tidigare gödslade bestånden.

Pågående fältarbete i Bispgården.

Foto Joachim Strengbom

Det nuvarande projektet har som syfte att 1) bekräfta att resultatet från studien i Bispgården, med avseende på markvegetationens respons, gäller generellt för gödslade skogar i norra Sverige, 2) fastställa om träd tillväxten i ungskogsfasen är förhöjd i bestånd som gödslats under den föregående skogsgenerationen, samt 3) undersöka de markprocesser som reglerar växternas kvävetillgång för att identifiera kausala samband mellan observerade biodiversitets- och produktionsförändringar och markprocessernas långsiktiga respons på skogsgödsling.

Hitintills har studien visat att volymtillväxten är förhöjd i bestånd som gödslats i föregående skogsgeneration. Effekten är som tydligast i bestånd som har gödslats två gånger före slutavverkning; där är tillväxten cirka 13 procent högre. Jonbyteskapslar och jordanalyser från samma område visar att nivåer av växttillgängligt kväve är högre i de bestånd som tidigare gödslats. Dessa högre nivåer bekräftas av barranalyser som visade på ungefär 15 procent högre kväveinnehåll i de bestånd som gödslats två gånger under föregående skogsgeneration.

Projekttitel

**Genetiskt modifierade träd:
konsekvenser för biodiversitet
och ekosystemprocesser**

Projektnummer

2006-660

Projektid

2007-2009

Beviljat anslag

1 579 500 kronor

Projektledare

Joakim Hjältén

SLU

joakim.hjalten@slu.se

GM-träd – konsekvenser för biodiversitet och ekosystem

Inom projektet studeras ekologiska effekter av transgena träd. Redan idag förekommer en storskalig användning av transgena grödor, och betydande satsningar görs också för att ta fram genetiskt modifierade träd för skogsbruk. Träd kan vara mera problematiska än grödor eftersom de inte är lika förädlade och därför har bättre förmåga att sprida sig till och överleva i naturliga habitat. Träd är också nyckelarter och deras karaktärer styr i stor utsträckning sammansättningen i växt- och djursamhällen. Det är därför mycket viktigt att bedöma de ekologiska konsekvenserna av en storskalig introduktion av transgena träd.

Forskarna undersöker hur genmodifierade träd påverkar växtätare (både målarter och icke-målarter för den genetiska förändringen), ekosystemprocessen nedbrytning, samt art-sammansättning och biodiversitet i nedbrytarsamhällen. De jämför vanliga aspar som inte har genmodifierats med aspar som har modifierats genetiskt för att producera ämnet

Bladätande skalbagge och spindel på blad av GM-asp med reducerad ligninhalt. Foto Joakim Hjältén



Bt-toxin (giftigt för växtätande insekter) samt aspar med lägre ligninhalt. Studierna görs i växthus och i kortsiktiga fältförsök.

Resultaten visar att GM-aspar som har modifierats för att bli giftiga för insekter skadas mindre av växtätande insekter och därför växer något bättre än inte modifierade aspar, men bara under förutsättning att de växtätande insekterna är talrika. Sniglar (icke-mållart för genmodifieringen) påverkades inte negativt när de åt blad från de Bt-toxinproducerande asparna. Tvärtom konsumerade de under vissa förutsättningar mera blad från dessa aspar. Nedbrytningsprocessen i åar av blad från genmodifierade aspar påverkades av modifieringen. Blad från genmodifierade aspar med lägre ligninhalt bröts ner långsammare, och insektssamhället av nedbrytare på blad från Bt-aspar påverkades jämfört med blad från inte modifierade aspar.

Forskarna upptäckte alltså effekter både på mållarter och icke-mållarter. Träd med insektsresistensgener får ett visst skydd mot växtätande insekter (mållarter). Forskarna kan inte utesluta en svårförutsägbar påverkan på icke-mållarter och på viktiga ekosystemprocesser, i det här fallet nedbrytning. Även om resultaten inte är alarmerade så understryker de betydelsen av en väl genomförd konsekvensanalys i varje enskilt fall när en kommersiell användning av genmodifierade träd kan bli aktuell.



Växthushörsök med genmodifierade aspar som producerar Bt-toxin som är giftigt för växtätande insekter. Foto Joakim Hjältén

Smart Hänsyn – forskningsplattform för naturhänsyn i skogsbruket

Trots att det lämnas hundratusentals träd vid slutavverkning varje år för att gynna den biologiska mångfalden och trots att detta innebär produktionsbortfall på mer än en miljard kronor per år för skogsägarna har det hittills inte gjorts någon utvärdering av hur bra naturhänsynen i skogsbruket egentligen är och om den kan förbättras. Det finns en hel del enskilda forskningsstudier såväl från Sverige som från till exempel resten av Norden, Nordamerika och Australien om träd på hyggen, men forskningsprogrammet ”Smart Hänsyn” är det första som tar ett tvärvetenskapligt och heltäckande grepp. Programmet koordineras av SLU och är ett samarbete med Skogforsk och Umeå universitet.

I en naturskog finns det många gamla träd, många döda träd, en hel del olika trädslag och det är luckigt och olikåldrigt.

Projekttitel
Forskningsplattform för naturhänsyn i skogsbruket

Projektnummer
2009-569

Projektid
2010-2013

Beviljat anslag
20 000 000 kronor

Projektledare
**Lena Gustafsson
SLU
lena.gustafsson@slu.se**



Fyra av medlemmarna i Smart Hänsyn: Samuel Johnson, Joachim Strengbom, Thomas Ranius och Diana Rubene.

Foto Lena Gustafsson

I en skött skog är träden mycket yngre och har likartad ålder, ett trädslag dominerar, och det finns nästan inga döda träd. Många växter och djur är anpassade till att leva i naturskogslandskap, och de har därför påverkats negativt under många år av skogsavverkning. Skogslandskapet började förändras i snabb takt i och med att kalhyggesbruket började på 1950-talet, något som ledde till hård debatt mellan naturvårdsorganisationer och skogsbruksföreträdare.

I mitten av 1970-talet skrevs det in i lagen att markägaren måste visa hänsyn till naturvärden vid avverkning. Den stora förändringen kom tjugo år senare i och med att en ny skogspolitik infördes där det angavs att produktions- och miljöaspekterna ska ha lika stor vikt. Naturhänsynen stärktes, och bara några år senare införde Sverige som första land i världen en så kallad FSC-standard. I Sverige är idag mer än 70 procent av skogsmarken certifierad, antingen genom FSC eller ett nyare system som kallas PEFC. Både FSC- och PEFC-reglerna anger att träd måste lämnas vid slutavverkning. Liknande

naturhänsynsmodeller används idag på olika ställen i världen. Tanken med naturhänsynen är att den ska komplettera skyddade områden, som ofta är väldigt mycket större.

I forskningsprogrammet undersöker representanter för ekologi, landskapsarkitektur, statsvetenskap, skoglig planering och fjärranalys naturhänsyn ur olika perspektiv, i samarbete med företrädare för skogsbolag, myndigheter och miljörörelsen. Det är viktigt att det finns kopplingar mellan de olika delprojekten. Exempelvis bygger fjärranalytikerna upp framtida landskap med hjälp av datormodeller, bilder som kommer att se nästan helt verkliga ut. Landskapsarkitekterna visar sedan dessa visualiseringar för olika grupper av människor (skogsgämare, biologier, frilufsintresserade, jägare, med flera) och frågar vilka framtidsbilder de tycker bäst om. En statsvetare undersöker varför det finns så olika attityder bland skogsgämare och bland dem som utför avverkningar mot bestämmelserna i certifieringen. Ekologernas studier handlar om naturhänsynens betydelse för till exempel humlor, blåbär och mossor.

Resultaten kommer att beröra landets 240 000 skogsgämare och kommer att kunna tillämpas på de hundratusentals hektar skogsmark som avverkas varje år. De kommer också att ha stor strategisk vikt för beslutsfattare eftersom de kommer att visa om den nuvarande modellen att visa naturhänsyn är effektiv eller inte. Eftersom Sverige var en pionjär med att införa naturhänsyn i skogsbruket kommer resultaten också att ha stort internationellt intresse.



Exempel på naturhänsyn – lämnat sumpskogsparti och skapad högstubbe. Foto Lena Gustafsson

Produktions- faktorer



Icke-biologiska produktionsfaktorer

Klimatförändringens betydelse för svensk skogsskötsel

Projektet behandlar effekterna av klimatförändring på skogens fenologi, och hur svensk skogsskötsel kan anpassas till nya förhållanden. Med fenologi menas de årliga tillväxtcykler som beror på säsongsvariationer i ljus, temperatur och näring. Ett flertal studier har visat att växtsäsongerna håller på att förändras i Nordeuropa, och att ett varmare klimat ger längre säsonger. Förändringar i säsongslängden påverkar skogarnas tillväxt på olika sätt beroende på trädslag. Tillväxten kan öka, men det kan också känsligheten för frost och risken för insektsangrepp. Skogsskötsel är en investering på lång sikt. Korrekta bedömningar av klimatets utveckling under de närmaste 50–100 åren och hur skogen kommer att reagera är därför oerhört viktiga ur ekonomisk och ekologisk synvinkel.

Projektet ska förbättra analysen av skogens fenologi genom att kombinera data från många olika källor. Forskarna använder meteorologiska data och observationer från fjärranalysatelliter för att studera säsongsförändringar under de senaste 20–30 åren. Dessa kombineras med fältdata från observationsnätverk för skogsfenologi. Stationer där man mäter ekosystemens upptag och avgivande av kol ger information om trädens fotosyntes. Med dessa data skapar man modeller som beskriver hur väderleken påverkar de processer som bidrar till olika fenologiska händelser (bladutveckling, blomning, bladfallning, invintring med mera). Dessa modeller använder forskarna för att förbättra de ekosystemmodeller som ger helhetsbeskrivningar av ekosystemens funktion och reaktioner på klimatförändringar. På så vis kan de förutsäga hur skogen kommer att växa i ett framtida klimat. De ska också inkludera information om hur skogar brukar skötas, eftersom skogens skötsel (gallringar, plantering med mera) kan komma att behöva förändras när klimatet ändras. Projektet ska dessutom förutsäga hur förändringarna kommer att påverka ekonomin i skogen. Alla dessa delar tänker forskarna koppla samman i en modell som kan förklara hur skogsproduktion och skogsekonomi relateras till klimatet.

Med sammankopplade modeller kommer man att kunna se hur skogens tillväxt och skötsel ser ut på 50–100 års sikt med

Projekttitel
Klimatförändringens effekt på skogsfenologi, och betydelse för svensk skogsskötsel

Projektnummer
2009-1124

Projektid
2010-2012

Beviljat anslag
7 672 050 kronor

Projektledare
Lars Eklundh
Lunds universitet
lars.eklundh@nateko.lu.se



Optiska mätningar av skogens säsongsvariation av grönska från ekosystemstationer. Foto Meelis Mölder

hjälp av olika scenarier. Scenarierna förklarar klimatutvecklingen utifrån samhällets framtida utveckling som styr koldioxidhalterna i atmosfären. Med datorernas hjälp kan man testa hur olika scenarier kommer att påverka skogen, och hur olika skogsskötsel kommer att påverka skogsekonomin i framtiden. Arbetet med modellerna inkluderar forskare från olika institutioner och universitet, bland andra naturgeografer, växtekologer, matematiker, statistiker och experter på skogsskötsel och skogsekonomi.

Projekttitel

Multi-proxy rekonstruktion av sommartorka och dess förhållande till skogsbränder i södra och centrala Fennoskandien sedan AD 1500

Projektnummer

2007-844

Projektid

2007-2010

Beviljat anslag

2 795 000 kronor

Projektledare

**Hans Linderholm
Göteborgs universitet
hansl@gvc.gu.se**

Sommartorka och skogsbränder i Fennoskandien sedan år 1500

Klimatmodeller förutspår en framtid med ökad temperatur och minskad nederbörd under sommaren i nordvästra Europa. Det kan leda till stora konsekvenser både ekonomiskt och ekologiskt, bland annat genom en förändring i antal och spridning av skogsbränder. I det här projektet studeras vilka väderförhållanden (temperatur, nederbörd, lufttryck och vindriktning, med mera) som resulterar i sommartorka av olika svårighetsgrad, samt hur detta kan relateras till skogsbränder i nutid men även i det förgångna och i framtiden.

I Sverige når de flesta meteorologiska observationer cirka 150 år tillbaka i tiden. Därför måste andra källor som innehåller klimatinformation och sträcker sig längre tillbaka i tiden studeras. Klimatstudier baserade på trädringsdata, dendroklimatologi, är idag ett av de viktigaste forskningsämnena inom klimatologin, bland annat beroende på den stora geografiska spridningen av träd och den årliga upplösningen av klimatinformationen som återfinns i trädens årsringar.

Tidigare forskning har visat att tillväxten av tall och ek som växer i torra områden, till exempel på hållmark, till viss del styrs av sommartorka. Inom projektet har forskarna använt nätverk av torkkänsliga träd från Syd- och Mellansverige för att rekonstruera regional torka under den senaste 500-årsperioden. Årsringsdata från ett nätverk av nederbördskänsliga tallkronologier har använts för att rekonstruera sommartorka (i form av Standardized Precipitation Index, SPI) i östra Mellansverige sedan 1650. Den mest påfallande och sammanhängande torkperioden identifierades i början av 1800-talet; den varade i cirka tre decennier. Även historiska data från regionen bär vittne om denna onormalt torra period. I en annan studie rekonstruerades ett annat torkindex, Drought



Provtagning av tall i torr miljö.

Foto Hans Linderholm

Index (DI), i två regioner i södra Sverige under de senast 250 åren. Den studien visade på klara regionala skillnader i torka mellan de sydvästra och nordöstra delarna när det gäller både torra perioder och trender. De svåraste brandåren i södra Fennoskandien var 1568, 1575, 1624, 1636, 1652 och 1775.

Träd lämnar tydliga spår efter en skogsbrand, och dessa kan utnyttjas för att skapa kronologier över skogsbränder inom ett område. Med stora nätverk kan man studera skogsbränder i tid och rum. Preliminära resultat visar på att skogsbrandsfrekvensen var betydligt mycket högre mellan 1500 och cirka 1850. Aktiv brandbekämpning har bidragit till en avsevärd nedgång i skogsbränder de senaste 150 åren. En analys av moderna skogsbränder visar att Sverige domineras av två olika skogsbrandsmönster. Gränsen mellan dessa ligger vid cirka 60°N. Efter som vi kan se liknande mönster i historiska rekonstruktioner av skogsbränder är det troligt att dessa två regioner påverkas av två olika cirkulationsmönster under sommaren. Analyser visar också på att torka under första hälften av vegetationsperioden har stor betydelse för skogsbränder, och kan förklara upp till 61 respektive 73 procent i årliga brändarealer i södra respektive norra Sverige. Även om moderna skogsbränder har visat sig vara små och relativt sällsynta i ett historiskt perspektiv tyder forskarnas studier på en stark koppling mellan årlig skogsbrandsdynamik och väderförhållanden, både i södra och norra Sverige. Det här ger goda förutsättningar för modellering av framtidens skogsbrandsdynamik. Mer information finns på: www.dendrochronology.se/MultiProxy500.htm



Ett gammalt träd som har varit med om en skogsbrand.

Foto Igor Drobyshev

Vedbildning under varierande miljöförhållanden

Projektet är ett samarbetsprojekt mellan Sverige, Finland och Norge och ingår i WoodWisdom-Net. Det har som mål att fördjupa kunskaperna om hur miljö- och klimatfaktorer påverkar vedbildning och vedkvalitet hos tall och gran med olika genetisk bakgrund.

Förenklat kan man säga att tillväxten styrs av tillgång och efterfrågan på kolhydrater som bildas i fotosyntesen. Tillgången på kolhydrater är starkt säsongsberoende eftersom fotosyntesen drivs av tillgången på ljus och fungerar bara vid temperaturer över noll grader. Efterfrågan på kolhydrater, i form av tillväxt, är också starkt säsongsberoende. Perioden för tillväxt i de nordiska skogarna varierar från mindre än tre månader i norr till fem månader i söder.

Projekttitel
Vedbildning under varierande miljöförhållanden

Projektnummer
2007-1203

Projektid
2008-2011

Beviljat anslag
1 940 000 kronor

Projektledare
Sune Linder
SLU
sune.linder@slu.se



Projektkoordinatorn Harri Mäkinen från METLA i Helsingfors demonstrerar tekniken med "microcoring" för personalen på Flakaliden – ett av de försöksområden som ingår i projektet. Foto Sune Linder

Våra skogsträd är genetiskt anpassade till klimatet och reglerar sin tillväxt för att minimera riskerna för frostsador under vår och höst. Denna kontroll styrs av ljus och temperatur på ett sådant sätt att träden inte påbörjar sin tillväxt förrän dagen nått en viss längd och dygnstemperaturen därefter varaktigt håller sig över fem grader. Varmare vårar innebär en tidigare knoppsprickning med ökad risk för frostsador, medan växtavslutning och invintring på hösten styrs av dagens längd. Det innebär att träden inte kan dra full fördel av en längre växtsäsong eftersom tillväxten avslutas för tidigt på hösten. Med den förväntade klimatförändringen innebär det att våra skogar inte kommer att vara optimalt anpassade till att utnyttja ett varmare klimat.

Projektet utnyttjar befintliga långliggande fältförsök, från norr till söder och öster till väster. De representerar tempererat till borealt, och maritimt till kontinentalt klimat. På dessa lokaler sker intensiv provtagning ("microcoring") för att kunna sammankoppla bildningen av nya vedceller med variationer i vädret. Det innebär att "födelsedatum" för varje cell i årsringen fastläggs. Dessutom mäts vedfibrernas egenskaper och kemi inom årsringen med ny teknik. Förutom mätningar av vedbildning studeras de fysiologiska processer som styr "tillgång och efterfrågan" på kolhydrater. Den samlade informationen utnyttjas för konstruktion av simuleringsmodeller som kan utnyttjas som framtida analys- och planeringsverktyg inom forskning och tillämpat skogsbruk. Projektet är ett av de första försöken någonsin att kombinera modeller för vedbildning och vedegenskaper med fysiologiskt processbaserade tillväxtmodeller.

Den information och kunskap som projektet genererar kommer att kunna användas för att välja rätt planteringsmaterial och skötselmetod för tall och gran och därmed reducera de skaderisker som ett förändrat klimat kan innebära. Resultaten kommer också att kunna användas för att med val av skötselmetod påverka ved- och fiberkvalitet, vilket är av stor betydelse för skogsindustrin.

Framtida skogsresurser med fokus på kol och kväve

Kvävetillgången i skogen styr en rad processer, framförallt skogens tillväxt och förmåga att binda koldioxid, men också skeenden i fåltskiktet och i marken. I det här forskningsprogrammet studeras hur kolets och kvävet kretslopp samverkar i barrskogsekosystem.

Ökande koldioxidhalter i atmosfären samt kvävedeposition och kvävegödsling påverkar skogens struktur och funktion. Vår hypotes är att effekterna av förändringar i kol- och kvävetillgång i skogen bestäms av tre nyckelinteraktioner:

- samspelet mellan trädens ovan- och underjordsdelar
- samspelet mellan fåltskikt och trädskikt
- samspelet mellan träd och andra växter och markmikroorganismerna

Dessa tre interaktioner avgör i sin tur vilka effekter ökande halter av koldioxid i atmosfären samt kvävedeposition och kvävegödsling har på andra ekosystem som till exempel sjöar. Inom projektet använder forskarna sig av en rad teknikplattformar samt ett flertal fältexperiment. Arbetet sträcker sig från detaljerade studier av processer på molekylär nivå till studier av hur kväve och kol påverkar processer i hela ekosystem. I fältexperimenten använder de stabila isotoper av kol och kväve för att följa dessa ämnens flöden och interaktioner. De har också tillgång till en rad manipulationsexperiment där kol- och kväveflöden påverkas på olika sätt: genom tillförsel av kväve till marken, till trädkronor samt genom direktinjektion av kväve i trädstammar.

Genom de gemensamma experimenten samt genom modellering integreras de olika delprojekten till en helhet där kvävetts effekter på trädens tillväxt och inbindning av kol i skogs ekosystemet kartläggs. Detta ger ett vetenskapligt underlag till stöd för beslut gällande om, hur, var och när kväve kan användas för att uthålligt öka skogens tillväxt och kolinbindningsförmåga.

Projekttitel
Hållbart nyttjande av framtida skogsresurser med fokus på kol och kväve

Projektnummer
2010-67

Projektid
2010-2012

Beviljat anslag
15 000 000 kronor

Projektledare
Torgny Näsholm
SLU
torgny.nasholm@slu.se



Bilden visar ett försök där forskarna tillför kol 13-koldioxid till granar i fält för att studera hur kolet fördelas mellan olika delar av trädet och mellan olika processer.

Foto Torgny Näsholm

Biologiska produktionsfaktorer

Projekttitel

FuncFiber – en stark forskningsmiljö inom vedbiologi och kemi

Projektnummer

2005-230

Projektid

2005–2010

Beviljat anslag

25 000 000 kronor

Projektledare

Björn Sundberg

SLU

bjorn.sundberg@slu.se

FuncFiber – en stark forskningsmiljö inom vedbiologi och vedkemi

FuncFiber (www.funcfiber.se) är en stark tvärvetenskaplig forskningsmiljö inom vedbiologi och kemi. Den omfattar Umeå Plant Science Center, Institutionen för Kemi i Umeå, Wood Ultrastructure Center i Uppsala och KTH i Stockholm, med skogsbioteknikföretaget SweTreeTechnologies som en viktig industriell partner. Målsättningen med forskningen är att förstå genetiska och molekylära mekanismer som styr biomassaproduktion och vedfibers egenskaper, samt att utvärdera potentialen av de biotekniska tillämpningar som forskningen möjliggör.

Det finns starka incitament för att basera vårt behov av energi och material på förnybara och miljövänliga resurser. Lignocellulosa från växtriket är en sådan resurs, och efterfrågan på lignocellulosa kommer att öka. I Sverige har vi stor potential i våra stora skogsarealer, och ved och fibrer från våra skogs-träd är av strategisk betydelse för pappers- och sågverks-industrin som sysselsätter cirka 100 000 människor. Just nu sker en stark utveckling av vedbaserade bioraffinaderier där veden också kommer att vara basen för produktion av energi, biodrivmedel och gröna kemikalier. Den här utvecklingen kommer att öka behovet av vedbiomassa och därmed trycket på våra skogar både nationellt och internationellt. Det medför en ökad konflikt mellan behovet av naturskogar för biodiversitet och rekreation, och det industriella behovet av råvara.

Konflikten kan minskas genom att biomassaproduktionen per hektar skogsmark ökas. Man kan även tänka sig att avsätta mark för intensivodling av skogsträd där mindre hänsyn tas till naturvärden och biodiversitet. Detta kan till exempel göras genom intensiv skötsel, klonskogsbruk samt utnyttjande av mer snabbväxande arter och sorter. Oavsett vilken strategi vi väljer är det viktigt att påskynda förädlingen av skogsträd, både mot biomassaproduktion och fiberkvalitet. Skogsträd har stor förädlingspotential, men långa generationstider innebär att klassisk förädling har svårt att tillfullo utnyttja potentialen. Inom den nya biologin har molekylära metoder utvecklats som kan användas inom skogsträdsförädlingen. Om man kan identifiera arvsanlag (gener) som ger värdefulla egenskaper kan dessa användas både som markörer vid

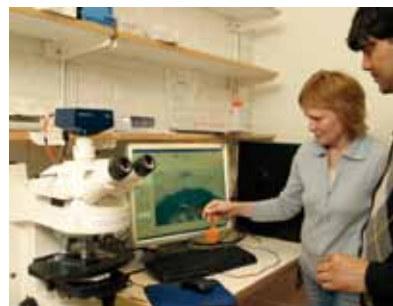


Björn Sundberg är projektledare för den starka forskningsmiljön FuncFiber. Foto Kjell Olofsson

avkommeprövning eller direkt introduceras till redan tillgängliga elitkloner genom transgenteknik. Tillämpningen av dessa metoder begränsas dock av vår kunskap om de gener som styr vedbildningen. Forskningen inom FuncFiber ökar den kunskapen. FuncFibers styrka är samarbete mellan forskare inom skogsträdens biologi, kemi och matematisk analys. Genom samspel med den skogliga verkligheten räknar man med att den redan starka skogsbiotekniska forskningen i Sverige så småningom ska ge mervärde för skogsträdsodlarna.

FuncFiber använder asp som modellorganism. En fördel med asp är att dess genom är sekvenserat, det vill säga generna är kartlagda. Inom FuncFiber har forskarna identifierat hundratals gener som potentiellt viktiga för vedens bildning. Merparten av generna har okänd funktion. Genom att slå ut funktionen av dessa gener med transgenteknik och studera effekten på vedens bildning och fiberns kemiska egenskaper får forskarna kunskap om olika geners funktion. Inom FuncFiber har man skapat en stor kollektion av transgena träd där veden är modifierad. Forskarna har utvecklat nya metoder för vedanalys baserade på NMR, massspektrometri och spektroskopi. Metoderna har utnyttjats för en storskalig karakterisering av kollektionen av transgena träd. Databasen ligger nu till grund för sökandet efter samband mellan genreglering, metabolism och vedegenskaper. Vissa genfunktioner har studerats mer på djupet i samarbete mellan forskargrupperna. Dessa studier har skapat ny kunskap om kolallokering till ved och om biosyntes av vedens biopolymerer, och till upptäckt av nya signalmolekyler och regleringsmekanismer för vedens bildning.

FuncFiber avslutades 2010 med en internationell workshop i Örnsköldsvik i samarbete med Processum Framtidens bioraffinaderi. Mötet blev ett avstamp för två stora nya forskningssatsningar: BioImprove finansierat av Formas samt Bio4Energy som är ett nationellt lärosätencesentrum. Inom dessa satsningar samverkar biologer med kemister och ingenjörer för att utveckla ny råvara för bioraffinering mot nya produkter. De modifierade träden med bland annat högre tillväxt och vedensitet som togs fram inom FuncFiber kommer att odlas i fältförsök för att forskarna ska kunna studera hur vedegenskaperna utvecklas under flera års tillväxt. Forskarna vill även utvärdera vedens egenskaper i olika processer med hjälp av småskaliga indutripiloter.



Hannele Tuominen i FuncFiber är numera projektledare för Formasprojektet BioImprove (se nästa sida).

Foto Kjell Olofsson

Projekttitel

**Bättre träd för bioenergi
och materialproduktion**

Projektnummer

2009-1698

Projektid

2010-2014

Beviljat anslag

25 000 000 kronor

Projektledare

Hannele Tuominen

Umeå Plant Science Centre

hannele.tuominen@plantphys.umu.se

Bättre träd för bioenergi och material – BioImprove

Skogsråvaran har återuppstått som en attraktiv källa för energi-
produktion på grund av dess lättillgänglighet, relativt låga
pris och minimala effekt på klimatet. Mycket resurser har
satsats på att förbättra tekniken inom skogsskötsel, process-
industri och annan vidareförädling. Potentialen för förbät-
ring av själva råvaran har uppmärksammats mindre. Träd-
förädlingen i Sverige har under de senaste 40 åren resulterat
i en ökning av skogstillväxten med 10–15 procent. Projektets
preliminära resultat i växthusförhållanden har visat att med
riktad bioteknisk trädförädling där man använder sig av
trädets egna gener så kan mycket mer uppnås. Forskarna i
BioImprove-programmet tänker därför producera transgena
hybridaspsträd med förbättrad tillväxt och biomassaproduk-
tion och testa dem i fältförsök. Fältförsöken kommer att ge
mycket bättre insikt i hur användbar denna teknik kommer
att vara som ett verktyg för uthållig produktion av en viktig
förnybar råvara, samtidigt som de möjliggör en lika nöd-
vändig riskforskning om hypotetiska negativa sidoeffekter.

En annan egenskap hos skogsråvaran som har stor bety-
delse är dess användbarhet i bioraffinaderier som producerar
kemikalier, material och olika former av energi, till exem-
pel flytande bränslen som etanol och butanol. Dessa ”sido-
produkter” till framställningen av pappersmassa kan visa
sig avgörande för att höja mervärdet av den svenska skogs-
råvaran och på så sätt öka processindustrins lönsamhet, en
industri som idag kämpar för sin överlevnad på grund av
stigande råvarupriser och ökade energikostnader. Vedens
användbarhet i ett bioraffinaderikoncept påverkas av dess
mottaglighet för termokemisk och bioteknisk behandling,
som i sin tur styrs av vedens kemiska och strukturella egen-
skaper. Forskarna ska därför studera hur kemin och struk-
turen hos veden och dess viktigaste komponenter (cellulosa,
hemicellulosa och lignin) styrs på molekylär nivå och hur
modifiering av de komponenter som ingår i veden påverkar
dess användning i bioraffinaderier. Det förväntade resul-
tatet av programmet är skapandet av en ny forsknings-
miljö där vedbiologer, vedkemister, ekologer och skogs-
skötselvetenskapare samverkar för att skapa en uthållig pro-
duktion av träråvara med nya och förbättrade egenskaper.

Forskarna kommer också att samverka med industrin i form
av skogsindustrier som är intresserade av att få ut mervärden



**BioImprove-projektet förbättrar
asp så att den ska producera mer
biomassa och få tätare ved.**

Illustration Gun Lövdahl

från skogsråvaran, samt med ett svenskt världsledande företag inom skogsbioteknikområdet. Tack vare nära samverkan med industrin säkerställs att forskarna fokuserar på grundläggande problemställningar av relevans för framtida tillämpningar, samt att forskarnas upptäckter och innovationer snabbt kommer till användning hos avnämarna. Inom forskningsprogrammet finns också en viktig satsning på att förmedla forskningsresultat och visioner till lärare och studenter på alla nivåer samt till myndigheter och beslutsfattare.

Vad betyder rottickans arvsanlag för valet av värdträd?

Moderna sekvenseringsmetoder ska ge insikt i rottickors arvs massa och evolution. Olika arter av rotticka (*Heterobasidion sp.*) orsakar skador för mångmiljonbelopp varje år i det svenska skogsbruket. Främst är det tall och gran som drabbas, och de angrips av varsin art av rotticka. Olika arter av rotticka finns över hela norra halvklotet, och liknande skadeverkningsar ses även i Nordamerika. För att öka förståelsen för hur den europeiska tallangripande rottickan är anpassad har tidigare 24 individer av denna art sekvenserats. Forskarna har studerat mönster i den genetiska variationen och försökt identifiera gener som är viktiga för värdanpassningen och för de mekanismer svampen använder för att attackera träd.

I det här projektet ska forskarna sekvensera hela arvsmassan i 30 individer av den granangripande europeiska rottickan. Det ska göras med ett modernt sekvenseringsinstrument som i en enda körning kan läsa mer än 50 miljarder DNA-baser. Därmed kan man sekvensera arvsmassan i ett flertal rottickeindivider på en enda instrumentkörning.

Genom att jämföra den genetiska variationen i olika delar av genomet mellan de olika arterna hoppas man kunna identifiera regioner där det naturliga urvalet lämnat spår i variationen mellan individer. Man kan till exempel förvänta sig att se en reducerad mängd genetisk variation i de områden av arvsmassan som nyligen har förändrats i samband med anpassningen till exempelvis en ny värdorganism. Forskarna kan också jämföra mönstren i de två arterna av rotticka som går på gran respektive tall och se om variationsmönstren skiljer sig mellan arterna. Sådana skillnader kan användas för att försöka identifiera de delar av arvsmassan som är avgörande för vilken värdart svampen har.

Projekttitel
Studier av populationsgenomik och komparativ genomik i rottickor (*Heterobasidion sp.*) genom massivt parallell sekvensering av flera genom

Projektnummer
2009-590

Projektid
2010-2013

Beviljat anslag
4 564 000 kronor

Projektledare
**Mikael Brandström Durling
SLU
mikael.durling@slu.se**



Rotticka orsakar stora virkesförluster i svenskt skogsbruk. Genom att studera hur arvsmassan skiljer sig mellan ett trettiotal svampindivider hoppas Mikael Brandström Durling och hans kollegor få svar på hur svampen angriper trädet. Foto Jonas Oliva

Förväntningen är att projektet ska ge en lista över gener och/eller regioner i arvsmassan som är av vikt för att förstå samspelen mellan rottickan och dess värdträd. Informationen är ett viktigt första steg i att förstå den här processen, och därmed också när det gäller att begripa vilka aspekter man behöver försöka förändra i träden för att de ska bli mer motståndskraftiga mot rottröta.

Projekttitel

Hur hittar barkborren lämpligt träd att döda?

Projektnummer

2008-978

Projektid

2009-2011

Beviljat anslag

1 734 000 kronor

Projektledare

**Fredrik Schlyter
SLU**

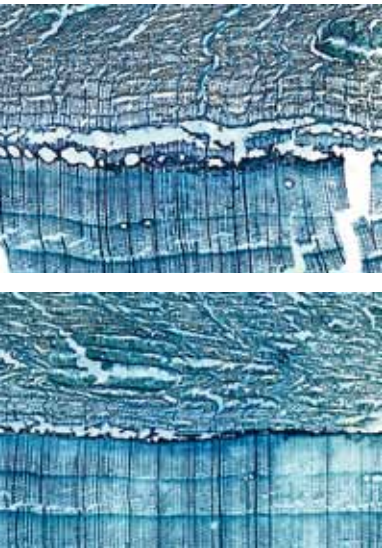
fredrik.schlyter@slu.se

Hur hittar barkborren lämpliga träd att döda?

Den åttatandade granbarkborren (*Ips typographus*) hör till de mest aggressiva barkborrarna och angriper endast färsk granbark (*Picea abies*). Stormarna i Götaland ledde 2006–2010 till massangrepp med cirka 3,5 miljoner kubikmeter dödad gran. Helst angrips stormfällda granar. Angreppsrisken på levande träd är störst under extrema torrår och där träd är utsatta för stressfaktorer som blåst och kraftig solbelysning. Angreppen är huvudsakligen styrda av granbarkborrens feromon (artegen doftsignal) som utsöndras av angripande hannar och lockar tusentals angripare till samma träd. Feromonkomponenterna är välkända, men det är fortfarande höljt i dunkel hur barkborren kan hitta granar som är utsatta för stress och hur det primära urvalet av träd sker under ett angrepp. Det är uppenbart att granbarkborren har möjlighet att välja lämplig värdväxt, och att framgången i angreppet beror på motståndskraften i trädet.

Projektets syfte är att hitta möjliga markörer och funktionella signaler som kan leda granbarkborren i valet av lämplig värdväxt. Forskarna har jämfört angripna granar med icke angripna granar i ett område som var utsatt för kraftiga barkborreangrepp. För att kunna hitta resistensmarkörer har de även aktiverat granars försvar på kemisk väg. De har undersökt ett stort antal kemiska ämnen samt anatomisk förändring i barken efter försvarsinducering med ett växthormon. Granar som visade sig vara resistenta vid barkborreangrepp kunde snabbt öka sitt försvar både kemiskt och morfologiskt. Granar som blev dödade vid angrepp hade ett genomsnittligt svagare försvar än icke angripna, och framförallt svagare än resistenta träd.

På våren angriper barkborrarna först vindfällda granar. Därför har avdunstningen av ämnen från oskadad bark hos fällda granar och stående granar dokumenterats kemiskt. Med



Resistenta träd (övre bilden) hade en tydligt större förmåga att skapa nya kådkanaler än dödade träd (nedre bilden). Mängderna av flera kemiska markörer, bland annat terpenier och fenoler som troligen fungerar som försvarssubstanser, ökade på samma sätt som längden av kådkanaler.

avancerad koppling av kemi och fysiologi har forskarna testat reaktioner hos barkborrens antenner på olika ämnen i doftuppsamlingarna. De har upptäckt flera hittills okända värdväxtdofter som är aktiva hos antennen. Ämnen som skiljer sig i barken hos angripna och resistenta träd eller i doften av fällda och stående träd ska testas när det gäller hur de fungerar på granbarkborrens beteende på olika avstånd. Kunskap från projektet är värdefull både ur ett evolutionsbiologiskt perspektiv för att förstå utvecklingen av kemiskt styrda växt/insektsrelationer och för att kunna välja mer resistenta granar.

Feromoner för kontroll av insekter i granfröplantager

I granfröplantager produceras frön av hög kvalitet och av stor betydelse för vår framtida skog, men skadeinsekter i plantagerna är ett gissel. Forskare från Lunds universitet och Skogforsk i Uppsala ska med sexualferomoner som bas utveckla miljövänliga metoder för kontroll av tre arter skadeinsekter i fröplantager: grankottmottet *Dioryctria abietella*, grankottvecklaren *Cydia strobilella* och grankottmätaren *Eupithecia abietaria*.

Forskarna ska utveckla optimerade attraktiva doftfällor för fångst av dessa fjärilar i övervakningssyfte. Feromonerna kommer att användas för att studera arternas fenologi, spridningsbiologi och populationstäthet. Doftfällorna ska vara artspecifika så att anställda vid fröplantagerna kan använda dem utan problem med identifieringen av fjärilsarterna. De tre arterna kommer också att bekämpas med förvirringsmetoden som innebär att höga doser av feromon sprids ut för att omöjliggöra hanarnas orientering till lockande honor.

Redan under projektets första år har mycket aktiva tvåkomponentferomoner för grankottmottet och grankottvecklaren tagits fram. Det återstår nu att identifiera feromonet för grankottmätaren. Övervakningsfällor för alla tre arterna kommer att testas i fröplantager i hela Sverige, i Norge, Finland och Danmark, samt i flera länder i övriga Europa. För grankottvecklaren har man påvisat geografisk variation i feromonet och analyserat olika populationer genetiskt genom sekvensering av COI-genen (mtDNA). Det visade sig att grankottvecklaren i Nordamerika är en annan art, med ett annat feromon men med snarlik biologi. De första

Projektitel
Feromoner för övervakning och kontroll av insekter i granfröplantager

Projektnummer
2009-1359

Projektid
2010-2012

Beviljat anslag
4 980 000 kronor

Projektledare
Christer Löfstedt
Lunds universitet
Christer.lofstedt@ekol.lu.se



Grankottmott har fångats i en feromonfälla med klisterbotten. Den röda gummitutan innehåller syntetiskt feromon som lockar fjärilshanarna till fällan.

Foto Olle Rosenberg



Så här ser grankottar ut när de har angripits av grankottmottets larver. Det bruna pulvret är avföring från larverna. Foto Olle Rosenberg

förvirringsförsöken ledde till 98 procent minskning av fångster av vecklaren, och under 2011 kommer förvirringsmetoden att testas mot både vecklaren och mottet.

Resultaten av forskningen kommer att fungera som bas för Integrated Pest Management (IPM), ett program för miljövänlig och biologiskt rationell kontroll av skadeinsekterna inom fröplantager. Kurser kommer att anordnas för anställda inom verksamheten för att sprida forskningsresultaten och få ut den nya tekniken i produktionen. Målet är att feromoner för övervakning och direkt kontroll av skadegörarna ska bli kommersiellt tillgängliga för de aktuella arterna när forskningsprojektet avslutas.

Projekttitel

Kemisk ekologi hos mikrober: signalämnen från mikrober i snytbaggens matsmältningskanal och deras påverkan på insekternas födo- och ägglägningsbeteende

Projektnummer

2007-1398

Projektid

2007-2010

Beviljat anslag

3 690 000 kronor

Projektledare

**Anna-Karin Borg-Karlsson
KTH
akbk@kth.se**

Signalämnen från mikrober i snytbaggens matsmältningskanal

Snytbaggehonor tillverkar äggfickor i rotbarken hos döende träd, lägger ett ägg i varje, placerar en avföringsklick ovanpå ägget och täcker därefter hålet med tuggad bark. Andra snytbaggar i närheten undviker att äta av barken på dessa ställen. Forskarna utgår från att det är kemiska signaler från dessa rotfickor som hindrar andra snytbaggar att äta i närheten, och de har tidigare identifierat ett antal substanser från avföringen som fungerar äthämmande på snytbaggar. Men avföringen innehåller också stora mängder av både bakterier och svampar, och en hypotes är att dessa mikroorganismer producerar de ämnen som verkar äthämmande på snytbaggen. Man har isolerat ett antal bakterier från både tarm och avföring och preliminärt visat att de producerar ämnen som är närbesläktade med dem som har identifierats från avföringen.

Målet för projektet är att klarlägga ursprunget till den äthämmande effekten. Forskarna vill studera den kemiska kommunikationen mellan snytbaggen och dess bakterier, svampar och eventuella symbionter som finns i tarmen. Då kan de få reda på i vilken utsträckning mikroorganismerna är anpassade till snytbaggen och om det finns specifika mikroorganismer som överförs mellan generationer och som i så fall kan anses vara mer anpassade till snytbaggefödan. Troligen kommer de att kunna identifiera nya typer av bakterieproducerade naturprodukter med stor potential för användning inom växtskydd. Att använda kemiska ämnen från snytbaggens egna mikroorganismer kan öppna ett nytt område för skydd mot snytbaggens ekonomiskt viktiga skadegörelse.

För att ta reda på vilka ämnen som mikroorganismerna tillverkar ska man isolera och odla bakterier och svampar på olika plantmaterial som snytbaggen äter. Forskarna ska också använda molekylärbiologiska metoder för att karaktärisera de bakterier och svampar som är svårödlade. Genom att mata insekter och bakterier med stabila isotopmärkta molekyler kommer man att kunna spåra ursprunget till de äthämmande ämnena och hur de bildas.

Genom denna forskning om en mikromiljö anpassad till höga halter av kåda kan forskarna också hitta nya mikroorganismer som i framtiden skulle kunna användas praktiskt inom flera områden, exempelvis för jordsanering av giftiga fenoler eller inom massaframställning där nedbrytning av lignin idag är en kostsam och ineffektiv process.



Snytbagge (*Hylobius abietis*).
Foto Claes Hellqvist

Övervintringsbeteende hos granbarkborren

Granbarkborren (*Ips typographus*) är en av våra viktigaste skogsskadegörare. Under vissa förhållanden kan de döda äldre granskog över stora områden. Vanligtvis förökar de sig i vindfällda eller på annat sätt försvagade granar, men efter stora stormfällningar och efter perioder med långvarig torka kan utbrott uppkomma. En av de viktigaste bekämpningsåtgärderna är att söka upp stående dödade träd och att köra ut dem ur skogen. Av avgörande betydelse för metodens effektivitet är att träden körs ut innan huvuddelen av den nya generationen hunnit kläckas. De modeller som ska utvecklas i det här projektet syftar till att för en given sommar kunna förutsäga hur länge granbarkborrarna kommer att finnas kvar i träden och hur stor risken är att en andra generation ska uppkomma på olika platser i landet.

Projektet studerar benägenhet för två generationer per år och övervintringsbeteende hos granbarkborren längs en klimatisk gradient. Insekter som förekommer på nordliga breddgrader hinner i allmänhet bara med en generation per år. Det innebär att den nya generationen går in i ett vilstadium (diapaus) och övervintrar innan den förökar sig. Men under särskilt gynnsamma betingelser, oftast långa varma somrar, kan ibland en andra generation förekomma. Det innebär att den första generationens individer istället för att gå in i diapaus förökar sig direkt redan samma sommar och då ger upphov till en andra generation. För arter som bara övervintrar som färdigutvecklade riskerar en sådan strategi att misslyckas om den

Projekttitel
Bivoltinism och övervintringsbeteende hos granbarkborren längs en klimatisk gradient – konsekvenser för sök och plock av angripna träd

Projektnummer
2007-977

Projektid
2008-2010

Bevilljat anslag
2 890 000 kronor

Projektledare
Martin Schroeder
SLU
martin.schroeder@slu.se



Granbarkborre (*Ips typographus*).
Foto Rune Axelsson



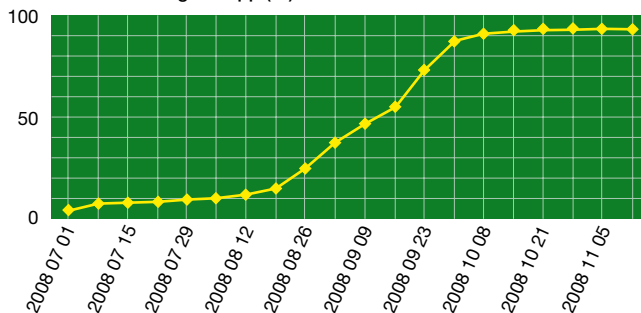
Här är en utkläkningsfälla monterad på en stående gran som är angripen av granbarkborre. När den nya generationen barkborrar kläcks ramlar de ner i fångstburken.
Foto Jan Ten Hoopen

andra generationen inte hinner utvecklas färdigt innan vintern kommer. Dagslängd och temperatur, som en indikation på hur långt gången sommaren är, påverkar om insekterna väljer den ena eller den andra strategin.

I projektet studeras hur granbarkborrar med ursprung längs en nordsydlig gradient reagerar på olika dagslängder och temperaturer. Projektets mål är att utveckla de temperaturbaserade modeller som finns för granbarkborrens utvecklingstid till att även innefatta tidpunkt för när den nya generationen kläcks, hur stor del av individerna som reproducerar sig under samma år samt övervintringsbeteende för dem som inte förökar sig under samma år. Dessa kan antingen stanna kvar och övervintra under barken på de träd de har utvecklats i eller lämna träden och övervintra i marken. Modeller kommer att utvecklas för tre olika svenska granbarkborrepopulationer.

Projektet innefattar både fältstudier och klimatkammar-experiment. Fältstudierna har genomförts på tre av SLU:s försöksparkar: Asa i södra, Siljansfors i mellersta och Vindeln i norra Sverige. På varje plats har angrepp av granbarkborre inducerats på både stående och liggande granar. Kläckningsförloppet över tiden för den nya generationen av granbarkborrar och deras fiender övervakas med hjälp av kläckningsfällor (inburade stampartier). I klimatkammarexperimenten har forskarna testat hur den nya generationen av granbarkborrar från de tre försöksparkerna och en population från Österrike svarar på olika dagslängder.

Kumulativt kläckningsförlopp (%)



Figuren visar kläckningsförloppet för granbarkborrar från ett stående angripet träd i Siljansfors försökspark hösten 2008. De utkläckta granbarkborrarna övervintrar i förnan runt stambasen av det angripna trädet. Knappt 10 procent av barkborrarna stannade kvar under barken för att övervintra där.

Kollaps av granbarkborreutbrott – timing och orsaker

Projektets mål är att 1) utveckla en modell som beskriver risken för att olika typer av stormdrabbade bestånd ska drabbas av granbarkborreangrepp, och 2) studera vilka faktorer som bidrar till att angreppen upphör. Stormfällningar är den vanligaste orsaken till utbrott av granbarkborre. Om stora mängder vindfällen ligger kvar i skogen över sommaren (som barkborrarna kan föröka sig i) kan antalet granbarkborrar bli 10–15 gånger fler bara på en säsong. När de är så många förmår de också att övervinna levande träds försvar vilket då resulterar i att ett utbrott uppkommer.

I projektet har 37 olika stormluckor orsakade av stormen Gudrun följts sedan 2006. Stormluckorna varierar i storlek från några få till mer än tusen vindfällda granar som alla har fått ligga kvar i skogen. Varje höst har forskarna räknat antalet dödade granar i den omgivande granskogen, och det kommer de att fortsätta med tills utbrotten runt stormluckorna upphör. De kommer då att få svar på frågan hur det totala antalet dödade träd och utbrottets tidsmässiga varaktighet hänger samman med stormluckornas storlek och andra bestånds- och landskapsegenskaper. En modell som beskriver dessa samband skulle ha stort värde för skogsägare för beslut om vilka stormluckor som ska upparbetas först i en situation när avverkningsresurserna inte räcker till.

En fråga av särskilt intresse är om det är bäst att upparbeta få stora eller många små stormluckor. Modellen kan också användas för att välja ut bestånd där vindfällen kan lämnas av naturvårdsskäl med liten risk för angrepp av granbarkborre. Hur utbrott av granbarkborre uppkommer är väl känt, medan det är mer oklart varför de upphör. I projektet studeras om kollapsen av lokala utbrott (det vill säga angrepp på levande träd kring stormluckor) beror på brist på lämpligt förökningsmaterial, ökad inverkan av naturliga fiender och/eller en obalans mellan immigration och emigration.

Projekttitel
Kollaps av granbarkborreutbrott – timing och orsaker

Projektnummer
2008-1013

Projektid
2008-2011

Beviljat anslag
2 978 000 kronor

Projektledare
Martin Schroeder
SLU
martin.schroeder@slu.se



En arborist tar ett barkprov på 7 meters höjd från ett träd dödat av granbarkborre. Från barkprovet får forskarna data på granbarkborrens förökningsframgång och på tätheten av naturliga fiender. Foto Martin Schroeder

Projekttitel

**Inventeringsstrategier för
övervakning av skadegörare**

Projektnummer

2008-546

Projekttid

2009-2011

Beviljat anslag

1 944 000 kronor

Projektledare

Anna Hedström Ringvall

SLU

anna.ringvall@slu.se

Skadegörare övervakas

Angrepp av olika skadesvampar och skadeinsekter kan leda till omfattande skador på skogen och stora ekonomiska förluster för markägaren. Med ökad virkesimport ökar även risken att nya skadegörare introduceras i Sverige. Dessa kan utöver att orsaka stora ekonomiska förluster också ha stor påverkan på svenska ekosystem.

För att kunna sätta in åtgärder vid ett utbrott är det viktigt att skadegöraren upptäcks i ett tidigt skede och att man sedan kan göra korrekta uppskattningar över var och i vilken omfattning den aktuella skadegöraren finns. I det här projektet studerar doktoranden Cornelia Roberge först möjligheten för en storskalig nationell inventering (som den svenska riksskogstaxeringen) att upptäcka och kvantifiera skadeutbrott av olika omfattning och karaktär. Det är sedan tidigare känt att storskaliga inventeringar med ett glest stickprov inte alltid kan ge ändamålsenliga skattningar för lokala utbrott. I ett kommande delprojekt utvecklas och testas strategier för så kallade riktade inventeringar som utformas speciellt för att kunna uppskatta omfattningen av ett specifikt utbrott.

Inventering är i sig inget självändamål utan ska ge de data som behövs för att kunna sätta in rätt åtgärder mot den aktuella skadegöraren. En grundligare inventering resulterar i bättre uppskattningar av skadegörarens omfattning, men kostar också mer pengar. För att kunna uppskatta vilken omfattning en inventering ska ha utvecklas i projektet en metodik för att kunna relatera kostnaden för en inventering till de förluster som uppstår därför att man sätter in fel åtgärder på grund av felaktiga data om angreppets utbredning. På så vis kan man få en uppfattning om hur en inventering ska dimensioneras.

Projektet kommer att resultera i riktlinjer för hur inventeringar av skadegörare ska genomföras och dimensioneras. Det genomförs i samarbete med personer som är direkt involverade inom dagens övervakning av skadegörare. Resultaten kan därför smidigt komma att implementeras vid övervakning av kommande skadeutbrott.



Här registreras törskateskadad tall i den riktade skogsskadeinventeringen i Norrbotten 2007.

Foto Sören Wulff

Skogsteknik och skogsskötsel

Restaurering av ekskog

Projektet handlar om restaurering av biologiskt intressanta ekskogar. Svenska skogslandskap domineras sedan mer än hundra år tillbaka av barrdominerade miljöer och skogsbruk med korta omloppstider och få gamla träd. Myndigheter, naturvårdare och en rad forskare framhåller behovet av att restaurera miljöer som kan gynna en rikare fauna och flora, och mer generellt ett miljövänligt skogsbruk. Inslag av fler lövträd, särskilt ädellövträd som ek, är en viktig del i restaureringsarbetet. Den generella hänsynen i skogslandskapet (1985–2000) har inte lett till ökning av små lövträd. Ek snarare minskar, delvis på grund av viltbetet. Därför finns det behov av aktiva åtgärder för att snabba på restaurering av ekskogar.

I dagens situation är de små bestånden av nyckelbiotoper, reservat, parker och skog i gröna planer med stora ekar betydelsefulla för biologisk mångfald och miljö. Ett problem är emellertid det generationsglapp som uppkommit i dessa bestånd. Plantorna är få eller saknas. I projektet provas metoder för att restaurera dessa skogar med hjälp av plantering av ekar. Anna Jensen som anställts som doktorand i projektet har utvärderat i vilken utsträckning naturlig vegetation som omger planterade ekar gynnar respektive missgynnar deras överlevnad och tillväxt. Försöken har gjorts både med och utan hägn på drygt tio olika lokaler i södra Sverige. Resultaten tre år efter plantering av ekarna visar att omgivande buskvegetation reducerar betesskador från rådjur och älg med ungefär 20 procent. Buskvegetationen kan samtidigt gynna ekplantornas tillväxt genom att konkurrera ut starkare konkurrerande örtvegetation. Ofta kräver plantering av lövträd hägn mot viltet, men alternativa metoder skulle kunna utvecklas på basis av de resultat som projektet har producerat.

Projekttitel

**Restaurering av ekskog:
Undersökning av den relativa
betydelsen av underlättande och
konkurrens från buskvegetation
vid etablering av unga plantor**

Projektnummer

2006-1096

Projektid

2007-2009

Beviljat anslag

1 785 000 kronor

Projektledare

Magnus Löf

SLU

magnus.lof@slu.se



**Doktorand Anna Jensen bland
buskar och planterade ekplantor.**

Foto Magnus Löf

Projekttitel

Ny teknologi för förbättrad information om virkesresurser – utveckling av ett integrerat informationssystem

Projektnummer

2007-943

Projektid

2008–2010

Beviljat anslag

2 290 000 kronor

Projektleddare

Johan Holmgren

SLU

johan.holmgren@slu.se

Ny teknik ger bättre information om virkesresurser

Inom projektet (som ingår i WoodWisdom-Net) samarbetar forskare och företag från 16 organisationer i fem länder med att tillvarata de möjligheter till förbättrad skoglig inventering och planering som ny sensor- och informationsteknik erbjuder.

I det första delprojektet utvecklar forskarna metoder som med hjälp av flygburen laserskanning kan användas för att automatiskt hitta och mäta de flesta träden i skogen. Antalet och storleken av de träd som inte syns från ovan uppskattas sedan med stöd av fältmätta provtytor. Resultatet blir en uppskattning av stamegenskaper för alla skogens träd!

I det andra delprojektet används en horisontellt tittande laserskanner som är monterad på ett stativ och uppställd på provtytor i skogen. Metoder utvecklas för att automatiskt beräkna stammens diameter vid olika avstånd från marknivån för träd som är synliga från laserskannern. Data för respektive trädstam kopplas sedan automatiskt samman med data om träd Kronorna som man får från flygburen laserskanning. Därefter beräknas samband mellan mätningar från marken och luften som sedan kan appliceras på alla träd inom skogsbestånd i området som mätts från ovan för att skatta virkesutbyte. På liknande sätt används även flygburen laserskanning för att skatta virkesutbyte för ännu inte avverkade bestånd med stamdata från skördardatorer.

Inom det tredje delprojektet har en metod utvecklats för att utnyttja den mer detaljerade informationen för den skogliga planeringen. Den nya sensortekniken innebär att skogsbruket får tillgång till rasterdatabaser med skattningar av till exempel virkesvolym istället för traditionella beståndsregister där det enbart finns medelvärden för varje bestånd. Det är då möjligt att låta datorn föreslå optimala avgränsningar av områden som exempelvis ska avverkas.



Med flygburen laserskanning utförs tredimensionella mätningar av stora skogsområden.

Foto Lee Shand

Skötsel av tätortsnära skogar

Tätortsnära skogar blir allt viktigare ur ett mångbruksperspektiv. Allmänheten använder skogarna för rekreation som promenader, bär- och svamplockning, jogging, med mera. En aspekt som på senare tid förts fram som viktig är biologisk mångfald. Många människor uppskattar om skogarna har ett omväxlande djur- och växtliv.

Forskarna undersöker hur olika skötsel påverkar biodiversiteten samt hur de olika skötselalternativen uppfattas av allmänheten. I fältexperiment testas tre typer av skötsel av tätortsnära skogar: 1) mark rensad från cirka 90 procent av buskar (parkskötsel), 2) mark med välutvecklat ris- och buskskikt, flerskiktad skog (fri utveckling), 3) mosaik av skötsel 1 och skötsel 2. Speciellt intresserar forskarna sig för förändringar i fågelfaunan, något som också kan registreras av allmänheten. En studie som genomfördes i fem tätortsnära skogar mellan 2006 och 2008 visade att antalet häckande fåglar minskade med cirka 40 procent i parkröjda områden jämfört med fri utveckling. Fåglarna påverkades inte i mosaikområden, och inte heller artmångfalden förändrades. Experiment visade att leddjur i buskskiktet var en viktig födoresurs för fåglarna. Dessutom var fåglarna dubbelt så effektiva på att fånga leddjur i områden med tätt buskskikt (fri utveckling) jämfört med parkröjda områden. Skötseln tycks alltså påverka fåglarnas antal och födosöksbeteende.

Genom enkäter, intervjuer och besök i fält har allmänheten gett respons på skötsel av den tätortsnära skogen. Åsikterna om till exempel död ved tycks variera. En undersökning i fält visade att besökarna gav lika ofta positiva som negativa omdömen om död ved. I en enkätstudie uppgav däremot cirka 70 procent att död ved var negativt. Hela 84 procent tyckte dock att växt- och djurlivet bör prioriteras då olika skötselalternativ övervägs. Forskarna söker sätt att integrera vetenskapliga resultat med allmänhetens värderingar. Resultaten kan underlätta utveckling mot en uthållig skötselstrategi för tätortsnära skogar.

Projekttitel
**Skötsel av tätortsnära skogar:
effekter på biologisk mångfald
och rekreation**

Projektnummer
2006-2111

Projektid
2007-2009

Beviljat anslag
2 092 000 kronor

Projektledare
**Bengt Gunnarsson
Göteborgs universitet
bengt.gunnarsson@dpes.gu.se**



Fältexperiment som syftar till att undersöka fåglars påverkan på sina byten har utförts i bland annat rekreationsskog i utkanten av Borås. Foto Erik Heyman

Projekttitel
Forskarskola "Skogens skötsel
och hållbara nyttjande"

Projektnummer
2008-1645

Projektid
2008-2012

Beviljat anslag
3 680 000 kronor

Projektledare
Johanna Witzell
SLU
johanna.witzell@slu.se

Forskarskola "Skogens skötsel och hållbara nyttjande"

Den skogsbaserade näringen är grunden för Sveriges ekonomiska tillväxt och välbefinnande. Den svenska skogsnäringens framgångar baseras på den starka forskningstraditionen. I framtiden står skogsnäringen dock inför helt nya utmaningar. För att möta de globala och nationella miljömålen förutsätts en övergång till miljövänligare energiproduktion, samt utveckling av miljömässigt och socialt hållbara skogsskötselmetoder. Den skogliga kompetensbasen måste utvecklas och uppdateras enligt samhällets nya mål.

I oktober 2010 genomfördes forskarskolans studieresa till British Columbia. Sexton doktorander (tio från Sverige, fyra från Estland och två från Finland) och fyra representanter för svenskt skogsbruk deltog i en intensiv exkurs i kanadensiska skogar. Foto Anna Monrad Jensen

Fakulteten för skogsvetenskap vid SLU är ansvarig för högre utbildning i skogliga ämnen. Ett centralt ämne för fakulteten är skogsskötsel som innefattar forskning som klarlägger vilka effekter olika åtgärder har på skogens produktion och ekonomi i ett hållbarhetsperspektiv. Forskarskolan "Skogens skötsel och hållbara nyttjande" (www.phd-forestry.se) arbetar sedan 2008 med framtidens kompetensförsörjning. Verksamheten i forskarskolan har fyra grundpelare: 1) ett välstrukturerat



och brett utbud av fördjupningskurser och seminarier inom skötselämnet, 2) förstärkt samverkan med samhället och skogsnäringen, 3) nära samarbete med internationella starka forskningsmiljöer, och 4) satsning på utveckling av studenternas och handledarnas pedagogiska skicklighet.

Forskarskolans kurser är öppna för studenter från svenska och utländska universitet och för representanter från myndigheter och näringen. Forskarskolan är aktiv i ett internationellt nätverk som består av ledande skogsfakulteter och skogliga forskarskolor i nordiska och baltiska länder. För att stödja studenternas och handledarnas pedagogiska färdigheter organiseras aktiviteter med pedagogisk inriktning.

Genom ett breddat utbud av ämneskurser i skötselämnet ger forskarskolan förbättrade möjligheter att skraddarsy individuella studieplaner, vilket ökar utbildningens kvalitet. Kontakter med samhällets representanter är en ovärderlig resurs för de nyexaminerade doktorer som strävar efter karriär inom näringsliv eller myndigheter. De doktorer som fortsätter inom forskningen kommer att ha stor nytta av de internationella kontakterna som knyts under studietiden.

Produkter från skogen



Det nya superblåbäret – en svensk-amerikansk förening

Det svenska blåbäret (*Vaccinium myrtillus*) är ett eftertraktat bär, och Sverige exporterar idag stora mängder till framförallt södra Europa, Japan och Kina för framställning av hälsopreparat. Bäret innehåller höga halter av antioxidanter, främst fenoler som antocyaniner som också ger bäret dess mörka färg. Bland de dokumenterade positiva effekterna märks bland annat ökad blodcirkulation i framförallt de mindre blodkärlen, minskad kolesterolhalt i blodet och förbättrat korttidsminne. Dessutom är blåbär gott att äta.

Tyvär är bäret litet och svårt att plocka, och varje planta ger endast en handfull bär. Det är svårökat och det finns ingen organiserad odling idag av *V. myrtillus*. Detta i kontrast till det amerikanska blåbäret (*V. corymbosum*, *V. angustifolium*) där plantorna är stora, mer lättökat och lättodlade och har stora bär som hänger i stora klasar på grenarna. Men bären innehåller inte samma höga halter av antioxidanter som de svenska bären.

År 2008 inleddes en insamling av 10–50 blåbärsplantor från 26 olika lokaler i hela Sverige. Plantorna, drygt 300, står idag i krukor på Balsgård i Kristianstad, och har använts för genetiska studier. Den genetiska variationen har utvärderats med molekylära ISSR-markörer. Det visar sig att variationen tenderar att minska ju längre norrut plantorna är plockade, medan totalhalten polyfenoler i bladen ökar hos de nordliga plantorna. Eftersom alla plantor finns på samma ställe räknar forskarna med att omvärldsfaktorerna är desamma, och skillnaderna alltså rent genetiska. Bladfenolhalterna har undersökts tre gånger – hösten 2009, våren 2010 och hösten 2010 – för att studera skillnaderna mellan åren samt mellan vår och höst.

Projektet syftade till att kombinera de svenska och de amerikanska arterna, men det visar sig att tre år inte är en tillräckligt lång tid. Olika kromosomtal komplicerar korsningarna. Frön från svenska blåbär har såtts och visat sig ha bra groningen, men sedan växer inte plantan speciellt fort. Försök kommer nu att inledas med mikroökatade plantor för att kromosomförubblingen ska kunna utföras av lovande selektioner.

Projekttitel
Utvärdering, selektion och polyploidisering av vildväxande svenska blåbär för att utveckla en ny kraftfull hälsokälla

Projektnummer
2007-850

Projektid
2008-2010

Beviljat anslag
1 640 000 kronor

Projektledare
**Gun Werlemark
SLU
gun.werlemark@slu.se**



Det svenska blåbäret *Vaccinium myrtillus* – skogens blåa hälsokälla.
Foto Gun Werlemark

Bättre virkessortering med kamerateknik och datormodellering

Stommen i en byggnad ska bära de laster som huset påverkas av, bland annat snö, vind, människor, inredning och byggnadens tyngd. Virke som används i stommen kallas på fackspråk för konstruktionsvirke. Det produceras på sågverk där stockar av gran och furu sågas upp i plankor. En komplikation är att plankornas hållfasthet, det vill säga deras förmåga att bära de laster de utsätts för, varierar kraftigt mellan olika plankor. Variationen beror bland annat på om plankan sågats ut i mitten eller i kanten av en stock, om den har mycket eller lite kvistar, och om fibrerna i plankan lutar i förhållande till trädets växtriktning.

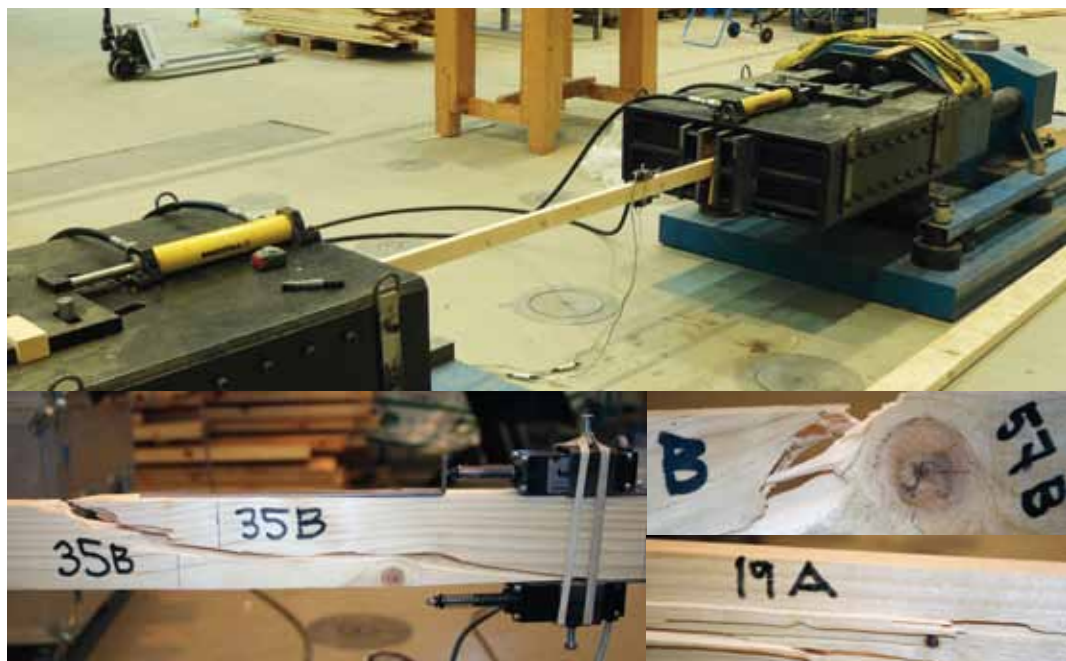
För att vara säker på att plankor klarar de laster de utsätts för måste man göra en bedömning av varje plankas hållfasthet. Plankorna hållfasthets-sorteras, vilket innebär att de indelas i olika hållfasthetsklasser. Detta görs med olika metoder. En av de vanligaste innebär att man mäter frekvensen hos det ljud som alstras när man slår med en hammare i änden av en plank. Med hjälp av ett samband mellan hållfasthet och frekvens kan en bedömning av hållfastheten göras. En annan teknik innebär att en plank körs genom en böjprovningsmaskin där man mäter den deformation som uppstår i plankan när den utsätts för en belastning. Via kända samband mellan belastning och deformation kan plankans hållfasthet uppskattas. Gemensamt för dagens sorteringsmetoder är att sambanden som bedömningarna baseras på är svaga. Uppskattade hållfastheter måste därför reduceras via stora säkerhetsmarginaler. Det kan i vissa fall medföra att endast cirka 30 procent av en plankas verkliga hållfasthet utnyttjas.

Projektet utvecklar en ny sorteringsmetod som baseras på bildanalys och datorberäkningar och som förbättrar noggrannheten i bedömningen av plankornas hållfasthet. Med hjälp av en skanner fotograferas ytorna på en plank, och därigenom fås information om till exempel avstånd mellan årsringar, kvistinnehall och var i stocken plankan har sågats. Informationen används för att bygga upp en datormodell som beskriver plankans utseende och egenskaper både ut- och invändigt. Med utgångspunkt från modellen gör man sedan en noggrann datorberäkning för plankans hållfasthet och styvhet. Det här ger en bättre klassificering än vad som är möjligt med dagens sorteringsmetoder.

Projektet ska bidra till effektivare användning av trä i byggandet. Målet är att öka träanvändningen i avancerade konstruktioner med slankare dimensioner och med större förmåga att förhindra oacceptabla deformationer, svikt och vibrationer.

Den övre bilden och bilden nere till vänster visar tillsammans en dragprovningssuppställning som används i projektet för att dra ett hundratal brädor till brott. Styvhet och hållfasthet registreras. Bilderna nere till höger visar exempel på olika virkesbrott, ett intill en stor kvist och ett annat i nästan felfritt trä. Hållfastheten i brädorna kan skilja med en faktor 25.

Foto Jan Oscarsson



Träfibers struktur och träfiberbaserade material (WoodFibre3D)

Traditionell tillverkning av massa för pappersprodukter håller på att till stor del flyttas till länder där snabbväxande träd växer nära sågverken. I ett långsiktigt perspektiv är det därför viktigt att massa- och pappersindustrin i Sverige och övriga nordiska länder utnyttjar fördelen av att vara världsledande när det gäller utveckling av mervärdesprodukter baserad på ny kunskap och teknik som är mindre känslig för priset på träråvaran. Träfibrer används redan idag i en mängd olika produkter. Det handlar inte bara om traditionella pappersprodukter utan även om till exempel hygienartiklar och avancerade förpackningsprodukter samt byggmaterial som träfiberplattor och MDF-boards. Användningen av träfibrer skulle kunna vara mycket större.

Projekttitel
Träfibers strukturegenskaper
och effekt på egenskaper hos
träfiberbaserade material: 3-D
karaktärisering och modellering

Projektnummer
2007-450

Projektid
2008-2010

Beviljat anslag
4 440 000 kronor

Projektledare
Gunilla Borgfors
Uppsala universitet
gunilla@cb.uu.se

En speciellt intressant tillämpning är träfibrer som förstärkning i kompositmaterial. Men för att detta ska kunna bli en riktigt framgångsrik industriell tillämpning krävs ökad kunskap om relationerna mellan träfibrens ultrastruktur och viktiga egenskaper som styrka och styvhet hos slutprodukten. Projektet WoodFibre3D ingår i WoodWisdom-Net och fokuserar på att studera träfibrer på olika storleksnivåer och koppla de beräknade strukturegenskaperna till mekaniska egenskaper hos kompositerna. Ett antal olika fibertyper studeras, alla av intresse för industrin.

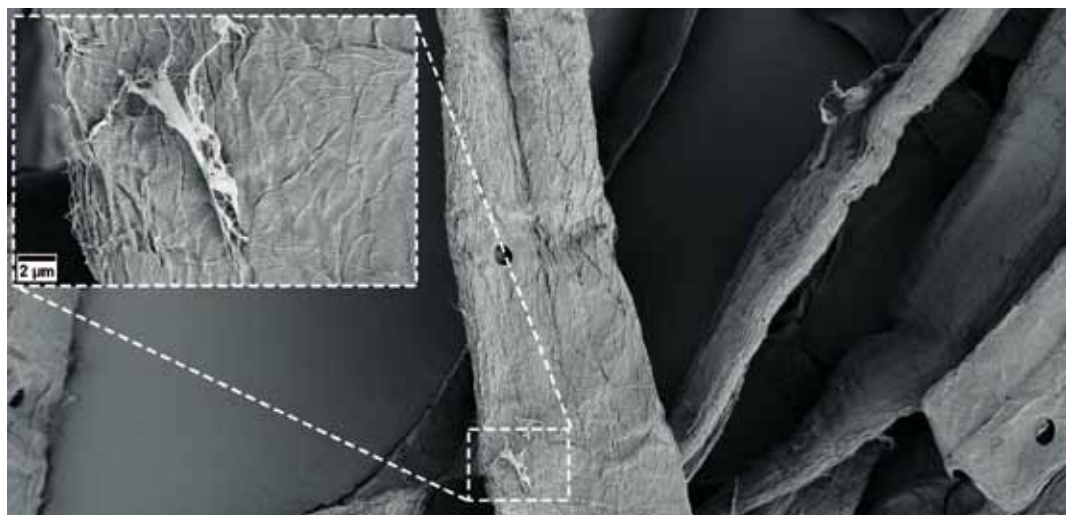
För att samla information använder man tre typer av avbildande system som ger information på olika storleksnivå. I alla tre fallen är de resulterande bilderna tredimensionella. Projektet är unikt i sitt slag genom att det använder just 3D-information. För träfibrers ultrastruktur används FE-TEM-tomografi (Field Emission Transmission Electron Microscopy). Det ger möjlighet att kvantifiera de olika lagren i träfibrens cellvägg och även uppskatta riktningen hos mikrofibrillerna i respektive lager. Nästa storleksnivå får man genom att använda röntgentomografi, insamlad vid någon av de synkrotroner som finns i Europa. Från sådana bilder kan man urskilja de olika träfibrerna och samla information om riktningsfördelning, bindning till varandra, med mera. Slutligen används röntgentomografi insamlad med en laboratorievariant av utrustningen. Det ger inte lika rik detaljnivå, men ger å andra sidan möjlighet att hämta information från ett större område.

För att lyckas med WoodFibre3D har forskningsteamet experter från olika delar av Norden där alla representerar unik kunskap. Från Sverige är två grupper inblandade. Den ena finns vid Centrum för bildanalys, SLU, och har stor erfarenhet av att ta fram metoder för att automatiskt samla information från 3D-bilder dels generellt, dels specifikt med inriktning på tillämpningar inom fiberbaserade material. Detta är nödvändigt för WoodFibre3D eftersom mängden data som kommer att samlas in i form av bilder är så stor att det inte är möjligt att hantera den manuellt. Dessutom är det viktigt att data tolkas på ett objektivt sätt, vilket inte är fullt möjligt vid en manuell hantering. Den andra gruppen finns vid Institutionen för hållfasthetslära på KTH. Där har modeller utvecklats för att förutsäga styvhet och fuktsvällning hos cellulosebaserade kompositmaterial. Dessa förutsägelser har visat sig stämma relativt bra med experimentella resultat. Modellerna kan sedan användas för att studera effekten av

mikrostruktur på mekaniska egenskaper. Utifrån det kan man få en fingervisning om hur material bör modifieras mot ännu bättre egenskaper. Från övriga delar av Norden kommer experter inom till exempel materialkunskap och materialutveckling.

Den kunskap som inhämtas genom WoodFibre3D kommer att vara central för förståelsen av och möjligheten att kunna förutspå mekaniska egenskaper hos träfibrer och hur de ska kunna utnyttjas optimalt som förstärkning i kompositmaterial.

I projektet studeras träfibrer i olika skalor. Här ses en FE-SEM-bild i två förstöringsgrader av sulfatfibrer. Lägg märke till strukturen på fiberytan som är typisk för dessa fibrer. På den infällda bilden kan man tydligt se mikrofibrillerna. Foto Gary Chinga Carrasco, Paper and Fibre Research Institute (PFI).



FiberSurf – bioteknikverktyg för modifiering av trä

Projektet ingår i WoodWisdom-Net, och är ett samarbete mellan forskare från Sverige, Finland och Storbritannien. I takt med att energipriserna stiger och jordens oljereserver minskar blir skogen en allt viktigare råvarukälla för både energiproduktion och råmaterial. Biomassa från skog har traditionellt bränts direkt för att producera el och värme, men idag finns ett stort intresse för nya metoder som utnyttjar trädets kemiska beståndsdelar bättre. Det gäller särskilt de långa sockerkedjor, polysackarider, som cellulosa och hemicellulosa består av. Om vi kan hitta effektiva metoder för att extrahera och bryta ner dessa polysackarider till sina enskilda sockerkomponenter så kan sockret användas i olika bioteknologiska tillverkningsprocesser för att producera transportbränslen som bioetanol, eller råmaterial för den kemiska industrin, till exempel för biopolymerer.

Projektitel
FiberSurf – nya bioteknologiska verktyg för modifiering och analys av träfiber

Projektnummer
2007-587

Projektid
2008-2010

Beviljat anslag
2 230 000 kronor

Projektledare
Harry Brumer
KTH Bioteknologi
harry@biotech.kth.se



Sockret kan frigöras på kemisk väg, men sådana processer medför flera nackdelar med tanke på produkternas kvantitet och kvalitet. Olika mikroorganismer som i naturen bryter ner träd och andra växter producerar istället mycket specifika och effektiva enzymer som frigör samma socker som föda åt mikroorganismen i fråga. Om vi lär oss mera om hur nedbrytning av trä fungerar hos dessa mikroorganismer kan vi utveckla nya verktyg för försockring av biomassa. Därmed blir det möjligt att använda träråvara som näring i mikrobiella bioraffinaderier, inklusive produktion av bioetanol. Forskningen sker på bred front och omfattar utöver träbaserade energigrödor även restprodukter från jordbruksindustrin och pappersavfall som potentiella källor för att minska samhällets behov av mineraloljebaserade kemikalier.

Projektets andra aspekt gäller förbättring av pappersbaserade produkter genom tillsats av naturliga polysackarider. Även den här strategin har stor miljömässig relevans genom att minska förbrukningen av råmaterial, förbättra återvinningsbarheten och minska energiåtgången genom hela pappersproduktionen. Forskarna fokuserar särskilt på växtpolysackariden xyloglukan som kan användas direkt i sin naturliga oförändrade form för att öka pappersstyrkan och skydda träfibrer mot skada vid återvinning. Detta kan förbättra både pappersmaskinens prestanda och kvaliteten hos återvunna fibrer så att de kan användas i flera sorters papper och på så vis spara träd.

Projekttitel

Modifiering av struktur och egenskaper hos aspens hemicellulosa

Projektnummer

2007-583

Projektid

2008-2010

Beviljat anslag

2 210 000 kronor

Projektledare

**Ewa Mellerowicz
SLU**

ewa.mellerowicz@slu.se

Aspens hemicellulosa modifieras

Målsättningen med projektet är att öka förutsättningarna för produktion av biobränsle, pappersmassa och xylenbaserade polymerer. Vedråvara är en viktig förnybar råvara som innehåller organiskt kol i form av cellulosa, lignin och hemicellulosor. Xylan är den vanligaste hemicellulosan i veden och har stor potential som grön energi och råvara för nya polymerer. Det är därför av intresse att förstå biosyntesen av xylan. Xylan är uppbyggt av xylos (en sorts socker) i form av en polymer. På vissa xylosenheter sitter det sidokedjor som är viktiga för xylanets egenskaper. Xylanet polymeriseras inuti cellen och matas ut i cellväggen där det sätts ihop i cellväggens nätverk. Forskarna ska modifiera xylanets struktur och sammansättning i aspsträd genom att använda de gener som kodar för enzymer i xylanbiosyntesen. Flera gener som fungerar i xylanbiosyntesen har nyligen upptäckts. Genom att använda bioinformatik kan forskarna leta efter andra gener

som regleras på samma sätt, och därför med viss sannolikhet även de har en funktion i xylanbiosyntesen. På så sätt skapas en uppsättning av xylanbiosyntesgener som kan användas för att modifiera trädets xylan. Forskarna förväntar sig att de första träden med modifierat xylan ska finnas tillgängliga senast år 2013.

Framtida förpackningsmaterial från biokomposit

Projektet studerar hur hemicellulosorna i veden kan utnyttjas på ett effektivare sätt för att skapa nya typer av biobaserade kompositmaterial. Detta kan bidra till att bibehålla en miljövänlig massaproduktion i Sverige och säkra utnyttjandet av barrved som råvara i svensk pappersmassatillverkning.

Syftet med projektet är att utveckla nya biobaserade förpackningsmaterial baserade på blandningar av hemicellulosa med nanocellulosa. Avsikten är att uppnå både goda mekaniska egenskaper och goda barriäregenskaper för syrepenetration. Som alla polära polymerer skapar hemicellulosorna ett tätt nätverk som ger goda barriäregenskaper som dock är beroende av fukthalt. Hemicellulosor, stärkelse och proteiner är potentiella kandidater när man talar om dessa funktioner som biopolymerer. Här har hemicellulosorna en fördel i och med att de ger amorfa transparenta filmer och har en betydligt större variation i struktur och egenskaper beroende på utgångsmaterial och isoleringsmetoder. I projektet är avsikten att komma tillrätta med de nackdelar som hemicellulosorna har ifråga om vattenkänslighet och styrkeproblem. Genom att skraddarsy hemicellulosornas struktur genom enzymatisk eller kemisk modifiering av isolerade hemicellulosor ska ett lämpligt material för blandning med cellulosa framställas. Genom att blanda hemicellulosorna med nanocellulosapartiklar eller genom att låta baktericellulosan växa tillsammans med hemicellulosa framställs filmer av lämplig kvalitet. Egenskaperna hos dessa filmer både ur mekanisk synvinkel och som gasbarriär utvärderas och matchas för att uppnå ett optimalt förpackningsmaterial.

Kompositfilmer av nanocellulosa och hemicellulosa har gjorts av arabinoxylan av råg förstärkt med bakteriell cellulosa och galaktoglukomannan av gran förstärkt med mikrofibrillerad cellulosa. Förstärkningen med båda cellulosaerna ökade styrkan hos kompositfilmerna och minskade deras fukt-känslighet.

Projekttitel

Framtida förpackningsmaterial baserade på biokomposit av nanocellulosa och hemicellulosa – Innventia/Chalmers filmer

Projektnummer

2007-586

Projektid

2008-2010

Beviljat anslag

1 890 000 kronor

Projektleddare

Lennart Salmén

Innventia AB

lennart.salmen@innventia.com

Projekttitel

**Ved blir till förnybara barriärer
– Mervärde i massabruket som
bioraffinaderi**

Projektnummer

2009-2009

Projektid

2010-2014

Beviljat anslag

4 466 000 kronor

Projektledare

**Ann-Christine Albertsson
KTH
aila@kth.se**

Förnybara barriärer – mervärde i massabruket

Intresset för ”gröna material” baserade på förnybar råvara har eskalerat under de senaste åren i takt med samhällets ökande oro för den globala uppvärmningen och människans påverkan på jordens ekosystem. En tydlig global samhällstrend är strävan efter ett minskat nyttjande av fossila bränslen. Det moderna överflödet av förpackningar och engångsdetaljer ger stora avfallsvolymer och aktualiserar en efterfrågan på nedbrytbara material. Skogen ter sig i detta perspektiv som en alltmär intressant råvarukälla för kemikalieframställning, med potential att generera såväl förnybara som nedbrytbara och billiga råvaror. Man talar allt oftare om massabruket som ett bioraffinaderi där råvaran ved ska kunna crackas och under olika stadier i förädlingsprocessen generera mer eller mindre renade och isolerade ämnen som sedan kan utgöra reaktanter i kemiska processer eller användas för materialframställning.

De medel- och högmolekylära råvaror som utöver cellulosa kan utvinnas ur veden består till stor del av hemicelluloser. Hemicellulosorna har betydligt lägre molekylvikt än cellulosa-fibrerna och flera av dem är vattenlösliga vilket gör dem extra attraktiva för materialframställning där organiska lösningsmedel av miljöskäl bör undvikas. Mängden och sammansättningen av hemicellulosa varierar kraftigt mellan olika träslag men de förekommer i allmänhet i signifikanta mängder i ved och räknas som jordens näst vanligaste naturliga polymer. Mycket av hemicellulosorna frisätts under massaprocessen och avleds med avloppsströmmar, och det är här som forskningsprojektet kommer in i bilden. De högmolekylära fraktionerna från hydrolysatströmmarna leds av, uppgraderas och används sedan för design av nya material. En tidigare outnyttjad resurs tas tillvara!

Forskarna tar fram en process som leder hela vägen från veden via massabrukets hydrolysatströmmar till en färdig produkt i form av ett barriärskikt. Ved i form av flis eller spån kommer att behandlas så att ett hydrolysat genereras, först i laboratorieskala och senare i pilotskala i en befintlig massaprocess. Hydrolysatet uppgraderas och fraktioneras så att en polysackaridrik fraktion som innehåller en större andel hemicelluloser bildas. Hydrolysatets komponenter behandlas och formuleras tillsammans med andra komponenter valda för att styra filmens egenskaper med avseende på styrka, böjbarhet, hydrofilicitet, permeabilitet och filmbildningsförmåga.



Skogsråvara blir allt mer intressant som råvarukälla för kemikalieframställning.

Foto Birgitta Johansson

Den vattenbaserade formuleringen bestryks sedan på kartong i pilotskala så att ett barriärskikt produceras, lämpligt som lager i en flerskiktsförpackning. Projektet sker i samarbete mellan akademi, institut, skogs- och förpackningsindustri.

Cellulosa – förnybar råvara för biokompositmaterial

En viktig komponent i utvecklingen mot det hållbara samhället är att sådant vi förbrukar ska vara baserat på förnybara råvaror. Den vanligaste naturligt förekommande polymertypen är polysackarider som är uppbyggda av olika kolhydrater. Olika typer av polysackarider är viktiga beståndsdelar i all växtlighet. Den allra vanligaste polymeren i naturen är cellulosa. Dess fantastiska egenskaper beror i stor utsträckning på att den har så många hydroxylgrupper längs hela kedjan. Hydroxylgrupperna bidrar till att cellulosa bildar starka fibrer genom att de vätebinder till varandra. De erbjuder också en unik möjlighet till kemiska reaktioner så att man kan modifiera cellulosan och introducera nya egenskaper och funktioner på fibern. Under lång tid har den huvudsakliga användningen av cellulosa varit i form av fiber för papper och kartong. Runtom i världen pågår nu intensiv forskning och utveckling för att man ska kunna använda cellulosa som ersättning för kol- och glasfiber som förstärkare i kompositmaterial. En cellulosa förstärkt produkt skulle vara mycket lättare än motsvarande produkt förstärkt med konventionella fibrer, men lika stark.

Biokompositmaterial är kompositmaterial som består av både naturliga biofibrer, till exempel cellulosa, och en syntetisk polymer. Den syntetiska polymeren kan antingen vara icke-nedbrytbar som polyeten och polypropen, eller nedbrytbar som polylaktid och polylaktid. För att cellulosa ska kunna fungera i en biokomposit måste dess yta modifieras. Cellulosa är i sig själv mycket hydrofil på grund av de många hydroxylgrupperna, och matrisen i en komposit består ofta av ett material av en hydrofob syntetisk polymer. Det gör att det uppstår kompatibilitetsproblem. Tidigare forskning har visat att en ytas egenskaper kan förändras radikalt redan efter att mycket små mängder av polymer har fästs på den. Andra problem med att tillsätta cellulosa till en komposit är att de kan utsättas för mikrobiell tillväxt; de blir känsliga för mögelangrepp och liknande. Genom att modifiera cellulosa kemiskt med ett polymerskikt kan risken för den här typen av nedbrytning minskas avsevärt.

Projekttitel
Cellulosa – en förnyelsebar råvara för biokompositmaterial

Projektnummer
2008-725

Projektid
2008-2011

Beviljat anslag
2 400 000 kronor

Projektleddare
Eva Malmström
KTH
mavem@kth.se



Forskargruppen detaljstuderar ett pappersark som framställts av polyestermodifierad pappersmassa. Från vänster Carl Bruce (doktorand), Anna Carlmark Malkoch (forskarassistent), Linda Fogelström (forskare), Eva Malmström (professor) och Linn Carlsson (doktorand).

Foto Marie Walter

I projektet har forskarna till en början fokuserat på att introducera olika typer av funktionalitet på cellulosa-fibern genom att sätta på ett tunt lager av en polymer på ytan. De har använt ringöppningspolymerisation av laktoner som har resulterat i cellulosa-material som har ett tunt skikt av polyester på ytan. Detta kan göras direkt på olika typer av cellulosa-innehållande material, som pappersmassa eller (nano)cellulosa-fibrer. Genom att sedan blanda de ytmodifierade fibrerna med ett matris-material kan man studera hur det sammansatta materialets egenskaper förändras. Forskarna har visat att man genom att ytmodifiera pappersmassa på detta sätt sedan kan forma mer hydrofoba papper. Ympningen av polymer från en modellyta av cellulosa har studerats i detalj i en mycket känslig våg, en kvartskristallvåg (QCM), för att få djupare förståelse för hur ympprocessen går till.

Forskningen förväntas dels ge cellulosa-baserade material som är mer kompatibla med den polymera matrisen i biokompositen, dels demonstrera hur man kan få olika typer av funktioner genom att olika polymera material binds till ytan.

Projekttitel

Forskarskola för biomimetisk fiberteknologi

Projektnummer

2008-1621

Projekttid

Projekttid

Beviljat anslag

7 130 000 kronor

Projektledare

Christina Divne

KTH Bioteknologi

divne@biotech.kth.se

Forskarskola med fokus på biomimetiska material

Svenska skogsindustrin står inför ett stort teknikskifte. Konkurrensen från länder med snabbväxande träd och billigare arbetskraft gör att den traditionella skogsindustriella produktionen flyttar söderut. Därför måste skogsindustrierna i de nordiska länderna snart ändra inriktning från dagens bulkproduktion mot mer specialiserade nischprodukter. Avancerade biomaterial som utvecklas inom det strategiska forskningencentret Biomime (www.biomime.org) är ett sådant alternativ. Nu har forskare inom Biomime fått resurser att utbilda två generationer av forskare som klarar av det tvärvetenskapliga arbetsätt som krävs för att lyckas med utvecklingen av helt nya materialkoncept baserade på skogsråvara. Forskarskolan kommer att löpa i fem år och erbjuda kurser i bland annat skogsbioteknik, avancerad yt- och polymerkemi, biomaterial, materialdesign och innovationssystem.

Konsortium för avancerade kolhydratmaterial (CarboMat)

Kolhydrater från växtcellväggar representerar en underutnyttjad naturresurs med betydande potential att bemöta samhällets nuvarande och framtida behov av förnybara material. Cellulosa, den strukturellt viktigaste polysackariden i växtcellväggen, är den vanligast förekommande biopolymeren på jorden. I naturen ansluter sig cellulosa till en rad andra cellväggspolysackarider och bildar unika kompositmaterial vars egenskaper är utomordentligt anpassade för att uppfylla specifika funktioner. Enastående nog skapas dessa komplexa biomaterial genom fotosyntes som använder solenergi och minimalt med material, och de är dessutom naturligt biologiskt nedbrytbara.

Forskningen i den starka forskningsmiljön CarboMat vid KTH strävar efter förbättrad förståelse för och utnyttjande av samverkan mellan kolhydrater för att skapa nya revolutionerande material, tillverkade i nanoskala. Forskare från CarboMat kommer att utnyttja cellväggen som inspirationskälla för att designa nya biokompositer. Med hjälp av enzymteknik kommer sockerbaserade polymerer som cellulosa att brytas ned och rekonstrueras för att skapa nya material med kraftigt förbättrade styrke- och funktionsegenskaper.

Med siktet inställt på framtida samhällsnyttiga produkter kommer CarboMat att fokusera på koncept för nya material. Ett antal områden är i direkt fokus, bland annat nya cellulosabaserade medicinska material för sårbehandling och vävnadsregenerering, och förbättrade filter för vattenrening och upprensning av miljön. Nya metoder som härrör från CarboMat kommer att överföras till samhället genom samarbete med industripartner som är experter inom relevanta tillämpningsområden. Mer information finns på: www.biotech.kth.se/glycoscience/CarboMat

Projekttitel
CarboMat – Konsortium för avancerade kolhydratmaterial vid KTH

Projektnummer
2009-1687

Projektid
2009-2013

Beviljat anslag
25 000 000 kronor

Projektledare
Harry Brumer
KTH Bioteknologi
harry@biotech.kth.se

Samhälls- vetenskaplig skogsforskning



Vad betyder genus för det svenska familjeskogsbruket?

För en hållbar utveckling är det viktigt att inte bara studera miljömässiga eller sociala tillstånd utan även ekonomiska aktörer, deras aktiviteter och institutioner, det vill säga de normer och regler som strukturerar dessa aktiviteter. Ägande och brukande av skog är en sådan ekonomisk aktivitet, som dessutom är starkt präglad av våra föreställningar om socialt och kulturellt kön, det vill säga genus. Begreppet genus och tillhörande teoribildning om hur genusordningen fungerar i olika sammanhang kan också underlätta förståelsen för skogsägande och brukandet av skogen.

I dagens svenska familjeskogsbruk har genus inverkan på om en arvinge tagit över fastigheten, om fastigheten är ensam- eller flerägd, och på fastighetens storlek. Genusordningen uttrycks också genom vilket arbete kvinnliga respektive manliga ägare utför på sina fastigheter. Tidigare undersökningar har visat att kvinnliga skogsägare avverkar mindre ofta än manliga skogsägare. Är skillnaderna i avverkningsstrategier, precis som skillnaderna i fastighetsstorlek och fördelning, också ett resultat av genusordningen?

Projektet undersöker varför kvinnliga skogsägare avverkar mindre än manliga. Följande hypoteser testas: 1) Produktionsbetingelserna är sämre på skogsfastigheter som ägs av kvinnor. 2) Kvinnor har mindre incitament att avverka eftersom överlåtelsemönstren ser annorlunda ut. 3) Kvinnliga skogsägare är i större utsträckning benägna att producera andra värden än industrivirke.

Som underlag för att testa hypoteserna används data från Riksskogstaxeringen över skogstillstånd och biologisk mångfald, data från ett stort antal överlåtelser av fastigheter, samt data från en enkät om ägarnas benägenhet att producera miljövärden.

Projekttitel
Inverkan av genus på det samtida svenska familjeskogsbruket

Projektnummer
2006-2127

Projektid
2007-2011

Beviljat anslag
1 800 000 kronor

Projektledare
**Gun Lidestav
SLU
gun.lidestav@slu.se**



Att socialiseras in i skogsägarskapet är också en ekonomisk fråga. Foto Patrik Häggqvist

Projekttitel

Lokal utveckling baserad på traditionella och nya verksamheter inom familjeskogsbruket – hinder och möjligheter

Projektnummer

2007-2003

Projektid

2008-2010

Beviljat anslag

4 260 000 kronor

Projektledare

Gun Lidestav

SLU

Gun.lidestav@slu.se

Hinder och möjligheter i familjeskogsbruket

För en hållbar landsbygdsutveckling är det viktigt att studera ekonomiska aktörer, aktiviteter och institutioner. Individuellt ägande av skog definieras som enskild näringsverksamhet, men har kommit att få allt mindre karaktär av företagande, och dessutom allt mindre betydelse för den lokala ekonomin. I det svenska familjeskogsbruket finns en stor men ännu inte utnyttjad potential för att i kombination eller som alternativ till traditionellt virkesbruk producera olika typer av produkter och tjänster som ett postmodernt samhälle efterfrågar. I det här tvärvetenskapliga projektet undersöks både möjligheter och hinder för denna utveckling.

I ett delprojekt undersöks vilka typer och kombinationer av affärsverksamheter som redan idag finns hos manliga respektive kvinnliga skogsägare, samt vilken utvecklingspotential som ägarna upplever att det finns. I ett annat delprojekt studeras vilken typ av naturturism som efterfrågas av potentiella kunder, och även vad allmänheten anser om att man nyttjar vilt och fisk för rekreation. Genom brevundersökningar ska forskarna kartlägga både sportfiskares och allmänhetens attityder till "Catch and release"-fiske som förvaltningsmetod.

För att kunna använda vilt och fisk som en resurs för naturturism krävs även kunskap om var och när resursen är tillgänglig för till exempel jakt, fiske eller viltsafari. Med hjälp av GPS-data från märkta älgar undersöker forskarna när älgars brunstperiod inträffar efter en nord/sydgradient i Sverige. De tittar också på habitatval under den period de har identifierat som brunstperiod. Brunstperioden är intressant ur naturturismsperspektiv eftersom älgarna under den perioden rör sig mer och är aktiva under dagtid, något som skulle kunna öka chansen att se älg vid en älgafari. Den kunskap som genereras av de olika delprojekten förväntas ha betydelse vid utformningen av olika politiska och ekonomiska åtgärder för att stimulera småföretagande och entreprenörskap på landsbygden.



Det gäller att se möjligheterna.

Foto Patrik Umaerus

Hur sårbar är skogen och skogsanvändare för klimatförändringar?

Skogsbruket, rennäringsen och turismen är bara några av dem som använder sig av skogsområden – och ibland har olika uppfattning om hur skogsresurserna ska användas. Klimatförändringar kommer att påverka skogsresurserna, och kan kräva ytterligare samarbete och anpassningar hos olika skogsanvändare. Projektet undersöker för det första de olika mål som olika skogsanvändare har med skogen, och hur de beskrivs i policydokument och lagstiftning. Är olika sektoriella mål väl integrerade? Var finns de sårbara punkterna i systemet – ligger de till exempel i otillräcklig lagstiftning eller i implementering? Har olika aktörer möjlighet att säga sin mening? Fungerar vissa delar av systemen bättre än andra, och skulle de i så fall kunna fungera som modeller för andra?

För det andra undersöker forskarna hur beslutssystemen för skogsanvändning skulle påverkas om skogsresursen påverkas av klimatförändringar. Klimatförändringar kräver anpassning och samordning. Hur väl rustade är systemen för detta, till exempel genom policy, lagstiftning och existerande samordning? Projektet använder ett tvärvetenskapligt tillvägagångssätt. Det är uppbyggt som ett samarbete mellan en statsvetare och en ekolog, och använder sig av flera olika metoder: intervjuer, litteraturstudier, utarbetandet av framtida scenarier samt modeller. Projektet har också utarbetat en webbportal för att sprida forskningsresultaten till avsnämare inom de olika sektorerna. Portalen (www.northportal.info) kommer att vara tillgänglig från och med hösten 2011.

Projekttitel
Sårbarhet och anpassningsbarhet i socioekologiska skogssystem

Projektnummer
2006-987

Projektid
2007-2009

Beviljat anslag
3 240 000 kronor

Projektledare
Carina Keskitalo
Umeå universitet
carina.keskitalo@geography.umu.se

Anpassning till klimatförändringar i skogssystem med många användare

Skogssystem används av en mängd olika aktörer som skogsbruk, rennäringsen, turism och lokal rekreation. Det resulterar ofta i konflikter kring policystyrning och landrättigheter. Styrningssystem är ofta sektoriella och integrerar inte behoven hos olika skogsanvändare. Extern påverkan på systemet, som klimatförändringar, kan ytterligare förvärra konflikterna. Därför är det nödvändigt att analysera hur organisationen på flera nivåer är integrerad och hur väl den kan anpassa sig till förändringar, samt hur vi kan lära av samordning i andra länder.

Projekttitel
Anpassningsbarhet till klimatförändringar i skogssystem med multipla användare

Projektnummer
2007-1029
2010-516

Projektid
2008-2012

Beviljat anslag
3 773 000 kronor

Projektledare
Carina Keskitalo
Umeå universitet
carina.keskitalo@geography.umu.se

Det här projektet undersöker hur kommunikationen och integrationen mellan olika avnämargrupper i skogsbruk, rennärning, turism och rekreation kan stödjas för att förbättra möjligheterna för anpassning till klimatförändringar. Projektet inkluderar ett stort antal intervjuer från lokala fallstudier till internationell nivå. En viktig del av projektet utgörs av jämförelser med studier av anpassningsbarhet i bland annat Norge, Finland, Ryssland och Kanada. Resultaten av studien samt jämförande fall har hittills sammanfattats bland annat i en bok om anpassningsbarhet till klimatförändringar samt i ett specialnummer av tidskriften *Ecology & Society*.

Projekttitel

Transgena träd: en multidisciplinär ansats att adressera problem relaterade till mänskliga attityder, social acceptans och ekologiska risker

Projektnummer

2006-1279

Projekttid

2007–2009

Beviljat anslag

3 650 000 kronor

Projektledare

Joakim Hjältén

SLU

joakim.hjalten@slu.se

Transgena träd – attityder, acceptans och ekologiska risker

Intresset ökar för kommersiell användning av transgena träd. Flera kommersiellt lämpliga typer finns idag tillgängliga. Det är till exempel typer med motståndskraft mot angrepp av insekter och svampsjukdomar, och typer med förändrade vedkaraktärer och ökad tillväxt. De ekologiska konsekvenserna av en introduktion av transgena träd är dock inte klarlagda, och träd kan vara mera problematiska än grödor eftersom de inte är lika förädlade och därför har bättre förmåga att sprida sig till och överleva i naturliga habitat. Träd är också nyckelarter, och deras karaktärer styr i stor utsträckning sammansättningen i växt- och djursamhällen. Det är därför ytterst viktigt att bedöma de ekologiska konsekvenserna av en storskalig introduktion av transgena träd.

Men frågan om en transgen växt kommer till kommersiell användning avgörs inte av den vetenskapliga analysen av vinst/kostnad, utan till stor del av människors och beslutsfattares attityder till den nya tekniken. Forskarna använder sig av en ämnesövergripande ansats för att angripa denna komplexa fråga. Utöver de ekologiska frågeställningarna adresseras också den sociala acceptansen genom en attitydundersökning med olika scenarier när det gäller kunskap, risker och vinster med transgena träd. I vilka situationer kan risker vara godtagbara? Projektet utvärderar hur dessa attityder kan förstås och verifieras utifrån ett filosofiskt perspektiv. Målet är att identifiera de faktorer som har starkast påverkan på människors attityder i fråga om transgena träd och använda den informationen för att designa framtida riskstudier.

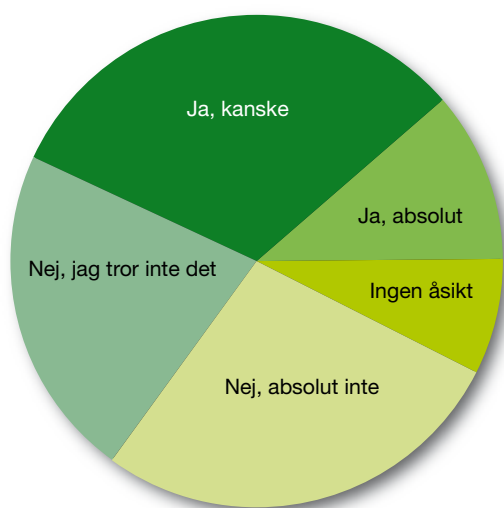


Genmodifierade aspar i växthus.

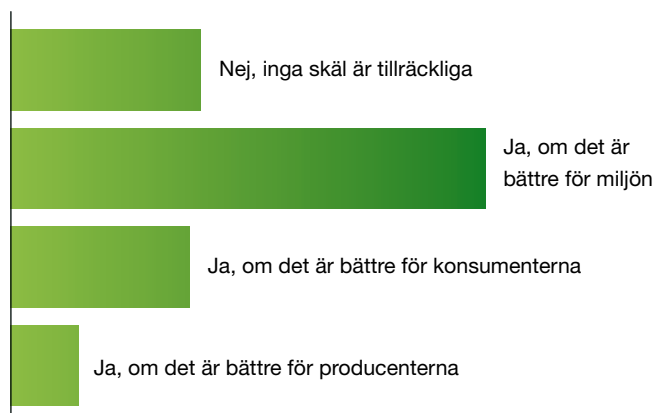
Foto Petter E. Axelsson

Slutsatser från analysen av ekologiska risker och möjligheter presenteras på sidan 24–25 i den här katalogen. Attitydundersökningen visar att den svenska befolkningen generellt har en avvaktande eller negativ inställning till transgena träd (se figurer). Men kan tänka sig att acceptera användning om det innebär positiva miljöeffekter, till exempel minskad användning av skadliga kemikalier eller att mera mark kan skyddas som reservat.

Tycker du att Sverige ska satsa på att utveckla och framställa genetiskt modifierade träd?



Skulle du kunna acceptera att genetiskt modifierade träd används i Sverige?



Projekttitel

Ekostrategiskt skogsbruk – ett sätt att integrera allmänna och enskilda intressen genom mångsidig skogsanvändning

Projektnummer

2006-2128

Projektid

2007-2009

Beviljat anslag

2 050 000 kronor

Projektledare

Håkan Hydén

Lunds universitet

Hakan.hyden@soclaw.lu.se

Ekostrategiskt skogsbruk – allmänna och enskilda intressen hand i hand

Projektet har genomförts av Marie Appelstrand, Rättsociologiska enheten vid Lunds universitet. Hon har undersökt förekomsten av ekostrategiskt skogsbruk och analyserat vilka konsekvenser detta får när det gäller att åstadkomma ett hållbart skogsbruk. I en första del av projektet identifierades ekostrategiskt skogsbruk. Den hypotes som prövades, och som var utgångspunkt för projektet, var att ett mångsidigt skogsbruk är gynnsamt med tanke på hållbarhet. Den bakomliggande tanken var att en skogsägare som vill använda sin skog och mark även för rekreations- och turismändamål inte använder skogsbruksmetoder som äventyrar dessa värden. Han eller hon kommer att vara rädd om skogen och inte exploatera den för kortsiktiga vinstintressen. Om skog och mark ska kunna användas för rekreations- och/eller turismändamål så förutsätter det att skogen bevaras.

I projektet har två fallstudier genomförts, Östra Vätterbranterna respektive Christinehofs Ekopark. I det första fallet visade det sig att det gemensamma området Östra Vätterbranterna kom att fungera som en konfliktlösande arena som förde naturvård och entreprenörskap samman på ett sätt som rimmade med den ställda hypotesen. Även det andra fallet, Christinehofs Ekopark, fungerade i enlighet med forskningsprojektets utgångspunkter. Man har lyckats med att få direkta inkomster från den verksamhet som bygger på aktiv naturvård.

Bevarandet av landskap och skogsbestånd går hand i hand med egenintresset att få så god avkastning på skogsbruket som möjligt. På så sätt kan ekostrategiskt skogsbruk sägas vara ett sätt att integrera allmänna och egna intressen. Med utgångspunkt från dessa två fall har forskarna försökt utmejsla vilka villkor som måste vara uppfyllda för att få till stånd en hållbar självreglering. Det återstår att gå vidare från denna explorativa studie till att pröva hypotesen i större skala. Ekostrategiskt skogsbruk är ett arrangemang som gör att det politiska allmänintresset blir en del av aktörernas egenintresse, och det skapar grunden för en självreglering i syfte att upprätthålla ett önskvärt politiskt tillstånd.



Damen på bilden är skogsfén som arbetar för Christinehofs Ekopark. Hon berättar för alla barnen om träden och om dem som bor i träden. Foto Marie Appelstrand

Formellt och frivilligt skydd av skogsmiljöer

Den omfattande verktygslådan för att bevara biologisk mångfald i Sverige omfattar ekonomiskt stöd till brukare (till exempel kulturlandskap med trådbärande gräsmarker), formellt skydd (till exempel reservat) och frivilliga avsättningar (till exempel nyckelbiotoper, detaljhänsyn). Det här projektet har haft ett tvärvetenskapligt perspektiv.

På naturvetenskaplig grund har forskarna utvärderat formella och frivilliga avsättningar i skogs- och kulturlandskap. De har undersökt hur mycket som rekommenderas att sättas av enligt olika riktlinjer och i förhållande till empirisk naturvårdsbiologisk, skogshistorisk och landskapsekologisk kunskap om hur mycket som är nog för att bevara biologisk mångfald med olika ambitionsnivåer. De har uppskattat funktionen hos nätverk av olika skogsmiljöer för fokusarter, och de har utvärderat hur varaktig funktionen är.

Med samhällsvetenskapliga metoder har forskarna karterat aktörer på olika nivåer som genomför formella och frivilliga avsättningar. Syftet har varit att studera aktörernas 1) förståelse av riktlinjer för bevarande av biologisk mångfald och verktyg för förvaltning och skötsel, 2) möjligheter att samverka i olika skalor, och 3) attityder när det gäller olika dimensioner av begreppet biologisk mångfald och samverkan.

För att säkerställa ett väl fungerande samarbete mellan natur- och humanvetenskap och för att bättre förstå betydelsen av olika beslutslandskap för olika ägare har forskarna arbetat i flera landskap i Sverige, Polen, Ukraina och Ryssland.

Konflikter mellan rennäring och skogsbruk – ett ekonomiskt perspektiv

Skogen och dess resurser används av många olika intressenter och i många olika syften, bland annat skogsbruk och rennäring. För dessa näringar spelar skogen en viktig roll och är avgörande för att båda ska kunna överleva. Skogsbruket använder virkesresursen, medan rennäringen mest är intresserad av lavresursen och betet på marken. Skogsbruket äger skogsresursen medan rennäringen har nyttjanderätt, något som komplicerar relationen mellan näringarna. Storskogsbruket är den största ägaren till skogen i norra Sverige, cirka 50 procent. Rennäringen, som enbart får bedrivas av samer,

Projekttitel
Tvådimensionell bristanalys av formellt och frivilligt skydd av skogsmiljöer för bevarande av biologisk mångfald

Projektnummer
2006-2196

Projektid
2007-2009

Beviljat anslag
3 930 000 kronor

Projektledare
**Per Angelstam
SLU
per.angelstam@slu.se**

Projekttitel
Konflikter över naturresursförvaltning: rennäring och skogsbruk ur ett ekonomiskt perspektiv

Projektnummer
2008-1543

Projektid
2009-2011

Beviljat anslag
2 770 000 kronor

Projektledare
**Göran Bostedt
SLU
goran.bostedt@slu.se**



Renar på vinterbete strax utanför Skellefteå. Foto: Camilla Widmark

är organiserad i 51 samebyar med rätt att bedriva rensköttsel i norra Sverige, från Idre i söder till riksgränsen i norr. Renen är ett halvdomesticerat djur som sköts genom ett nomadiskt pastoralt system där renägare samlar djuren under speciella perioder.

Eftersom de båda näringarna nyttjar skogen parallellt och i olika syften orsakar de negativa effekter på den andres verksamhet. Detta har historiskt sett lett till konflikter, och för att minska dessa infördes i slutet av 1970-talet krav på så kallade samråd. Certifieringssystemen FSC och PEFC utökade samrådskravet till att gälla ett större geografiskt område. Samråden syftar till att ge rennäringen möjlighet att framföra sina åsikter kring avverkningsmetoder, vägars förläggning och markberedningsmetoder. Studier har visat att samråden inte fungerar tillfredsställande. En orsak som båda näringarna har pekat på är att det inte finns någon ekonomisk förståelse för hur aktörerna påverkar varandra. Dessutom finns ingen ekonomisk bild av de negativa effekter som näringarnas verksamhet innebär.

Syftet med projektet är att dels skapa modeller så att kostnaderna kring samråden kan ekonomiseras och beräknas i monetära termer, dels skapa modeller för att kunna beräkna de negativa effekterna monetärt. Tanken är att resultaten ska kunna användas av skogsbruket och rennäringen som verktyg i samrådsprocessen, men även att de framtagna modellerna ska vara applicerbara på annat naturresursnyttjande där användarna har olika mål med sin markanvändning.

Formas stödjer grundforskning och behovsstyrd forskning inom områdena miljö, areella näringar och samhällsbyggande. Formas främjar en ekologiskt hållbar tillväxt och utveckling i samhället.



Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande, Formas
*The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and
Spatial Planning*

Box 1206, SE-111 82 Stockholm. Besöksadress: Kungsbron 21

Tel: 08 775 40 00, Fax: 08 775 40 10

E-post: registrator@formas.se

www.formas.se