



Lövskog för framtiden

Slutrapport 2014

Magnus Löf

Sammanställt med bidrag från medarbetarna i projektet

Sveriges lantbruksuniversitet

Arbetsrapport nr 50

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp december 2014

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Verksamhet och utvärdering mot projektets mål.....	4
Ekonomi.....	7
Rapport från delprojekten.....	8
Skötsel av blandskogar (gran och björk).....	8
Lövträdens produktionsfysiologi.....	11
Miljöpåverkan på lövplantornas endofyter.....	15
Blandade lövskogsplanteringar och energiaspekter....	20
Nya FSC standarden med 10% löv i barrbestånd.....	23
Restaurering av biologisk mångfald i ekskog.....	26
Överföring av granskog till bokskog.....	29
Rekreativaspekter i lövskog.....	32

Sammanfattning

Denna slutrapport från projektet ”Lövskog för framtiden” riktar sig till projektets finansiärer och dess medarbetare, men kommer också att spridas till övriga intressenter. Under perioden årsskiftet 2011/12 till slutet av 2014 har projektet haft sex projektmöten och varit med om att genomföra två större exkursioner. Alla åtta delprojekt kom igång på ett bra sätt och enligt plan, förutom projektet rekreativaspekter i lövskog som hämmades av att projektledaren flyttade utomlands. Många av delprojekten har producerat vetenskapliga och populärvetenskapliga artiklar, eller är på väg att göra det. Totalt har 20 vetenskapliga artiklar producerats eller håller på att färdigställas. Projektets medarbetare har också lyckats hitta ganska mycket kompletterande finansiering under 2012-2014. Deltagarna har kopplat upp sig mot internationella nätverk finansierade av EU och deltar i flera större forskningsansökningar inom EU. Projektets mål har huvudsakligen nåtts i slutet av 2014, men eftersom forskningsatsningen är relativt liten är det knappast troligt att målen har uppnåtts om programmet utvärderas enskilt. Utvärderat tillsammans med liknande forskningsatsningar på temat lövskog där projektdeltagarna är inblandade i så bär bedömningen att målen nås.

Slutligen vill vi som deltar i projektet tacka finansiärerna till denna forskningsatsning.

Verksamheten under 2012-2014 och utvärdering mot programmets mål

Bakgrunden till denna forskningssatsning är att det sexåriga forskningsprogrammet Uthålligt skogsbruk i ädellövskog avslutades 2009. Då började arbetet med att bygga upp en ny forskningssatsning, som kom att kallas "Lövsog för framtiden". Den skulle till skillnad mot det föregående täcka in fler betydande svenska lövträdslag och inte bara ädellövskog. Tyvärr föll en stor del av den tänkta medfinansieringen från Sveriges Lantbruksuniversitet bort under 2010, och under våren 2011 diskuterades flera olika handlingsalternativ vilket ledde fram till en mindre satsning på lövskogsforskning från årsskiftet 2011/2012 till slutet av 2014. Denna är tänkt att eventuellt i framtiden utvecklas till något större. Om satsningen sätts in i ett större sammanhang tillsammans med närliggande projekt och program (se nedan) blir forskningsvolymen i "Lövsog för framtiden" ändå betydande.

De flesta av denna forskningssatsnings mål kan nog sägas ha uppnåtts. Detta gäller framförallt om man räknar in samarbete med andra närliggande forskningssatsningar under perioden 2012-2014. Forskningssatsningen "Lövsog för framtiden" har som mål att:

- 1. Utveckla nya skogsskötsel- och bevarandestrategier för lövsog med hänsyn till ekonomiska, ekologiska och sociala funktioner.*

Detta mål är lite svårt att utvärdera inom programmets tidsram (2012-2014), speciellt om man menar att nya metoder skall ha implementerats i skogsbruket. Klart är emellertid att de flesta projekt kom igång och fortlöpte enligt plan (se rapport från delprojektet). Projektet rekreativaspekter i lövsog kom också igång på ett bra sätt, men projektledaren har bytt arbetsplats (flyttat utomlands), vilket har sänkt ambitionsnivån i det projektet. De flesta delprojekt har kommit fram med resultat som har tydliga implikationer för praktisk skogsskötsel och naturvård.

- 2. Att verka som ett samlande centrum för forskning om lövsog.*

Forskningssatsningen har verkat som en samlande kraft för lövskogsforskning på Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp där det finns flera forskningsinstitutioner, men har inte haft resurser för att samla forskning på lövsog över ett större geografiskt område. Som nämnt ovan kan den tillsammans med andra forskningsprojekt och program ändå betraktas som en sammanhållande kraft.

- 3. Överföra ny kunskap inom ämnesområdet till berörda intressenter genom att arrangera minst en konferens/seminarium eller större exkursion årligen.*

Tillsammans med forskningsprogrammet ENERWOODS (se nedan) genomfördes en exkursion i Skåne med 50 speciellt inbjudna deltagare från skogsbruk, industri och från energisektorn den 28 augusti 2012 på temat "Skogsbränsle och bioenergisystem". Under 2015 planeras en liknande workshop/exkursion att genomföras i Stockholm, och där är det tänkt att samla olika beslutsfattare (50-100 st) med anknytning på temat bioenergi. Under 2013 organiserade Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap i Alnarp en stor exkursion i Tönnersjöheden och i Toftaholm med ett 100-tal deltagare över två dagar (18-19 juni). Flera av projekten i detta program presenterades då. Den 17 juni 2014 genomförde programmet och Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap en stor exkursion på temat "Lövsog för

framtiden” i Snogeholm i Skåne. Exkursionen samlade 150 deltagare. Ett 20-tal presentationer genomfördes i fält på temat skötsel, blandskog, naturvård och bioenergi.

4. Att upprätta en för projekten gemensam hemsida

En projektgemensam hemsida har upprättats (www.broadleaves.se). Tyvärr blev denna hemsida aldrig riktigt färdig som den var tänkt att bli, nämligen innehållande nedladdningsbara publikationer och beskrivningar på svenska och engelska av de olika delprojekten.

Magnus Löf, som är projektkoordinator, har under 2012, 2013 och 2014 arrangerat två projektmöten per år med ansvariga för delprojekten. Där har vi förutom att presentera arbetet och diskutera resultat inom delprojekten diskuterat hur vi tillsammans skall kunna söka mer pengar. I början av 2014 höll projektledarna för de olika delprojekten i programmet ett gemensamt seminarium på Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap för att presentera och diskutera programmet.

Inom ramen för programmet har det producerats 12 vetenskapliga publikationer (Tabell 1). Ytterligare åtta stycken är på gång att färdigställas och kommer troligen att vara publicerade under perioden 2015-16. Totalt innebär det en vetenskaplig artikel per insatt ca 200 000 kr, vilket är en hög effektivitet för produktion av ny kunskap. Utöver det har 14 andra publikationer (icke referee-granskade) och 12 presentationer på internationella konferenser färdigställts och genomförts.

Tabell 1. Sammanfattning av uppnådda resultat inom ramen för programmet från början av 2012 till slutet av 2014. Redan publicerade artiklar (och inskickade manus) eller avklarade aktiviteter till vänster och påbörjade artiklar eller aktiviteter till höger. Antal publicerade artiklar innefattar även arbeten som tillkommit vid sidan av programmets finansiering, men har stark koppling till programmets projekt.

Kategori	Genomförda	Påbörjade
Antal publikationer (referee-granskade)	12	8
Antal andra publikationer	14	
Antal presentationer på internationella konferenser	12	
Organiserade internationella workshops	1	
Organiserade exkursioner i Sverige	2	1

Projektet har samarbetat med och kompletterat flera andra forskningsinsatser som ligger på Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap men som är knutna till det av MISTRA finansierade forskningsprogrammet ”Future Forests”, det av Skogsvetenskapliga fakulteten finansierade ”Poppelinitiativet” och till andra lövskogsprojekt på Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap. Vidare har projektet samarbetat med det nya nordiska forskningsprogrammet kring skog och energi ”ENERWOODS” (www.enerwoods.dk), där både Skogforsk och Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap deltar. Nordisk Energiforskning (www.nordicenergy.org) har avsatt drygt 15 miljoner kronor under fyra år (2011-2015) till ENERWOODS (Vedbaserade energisystem från de nordiska skogarna). Information om aktiviteter och produkter hittas på programmets hemsida (<http://enerwoods.ku.dk>). Huvudsyftet är att stärka rollen för nordiskt skogsbruk i processen att utveckla konkurrenskraftiga, effektiva och förnyelsebara energisystem. Under det programmets sista år

kommer en nationell konferens/exkursion att anordnas på temat. Under 2012 startade också en ny COST-action inom EU på temat "Blandskog" ([COST Action FP1206 EuMIXFOR](http://www.cost.eu/domains_actions/fps/Actions/FP1206)). Flera av detta programs deltagare är också deltagare i det nätverket. Under åren 2012-2014 har mängder av workshops och exkursioner genomförts. En workshop har organiserats av Magnus Löf i Sverige. Dessutom har det under 2013 startats ett liknande nätverk i EU på temat lågskogsbruk (coppice) där Magnus Löf deltar (http://www.cost.eu/domains_actions/fps/Actions/FP1301). Det nätverket handlar mycket om lövskog, också med koppling till energiaspekter.

Under 2012 och 2014 har flera nya projekt beviljats finansiering från olika forskningsstiftelser och forskningsråd. År 2012 beviljades Johanna Witzell 2 983 000 kronor till en doktorand på temat "Påverkas symbiontsvampar negativt av trädets motståndskraft mot skadesvampar?" av Formas. År 2014 beviljades Magnus Löf 4 300 000 kr från Formas för ett projekt kring sådd av ek och skydd mot smågnagare. Vidare, 2014 erhöll Magnus också 2 000 000 kr från Oscar och Lillie lamms stiftelse för ett projekt om naturlig föryngring av ek och inflytandet av olika störningsregimer. Magnus erhöll också 300 000 kr från Wingquists stiftelse för att anlägga ett nytt försök kring blandskog och bioenergi. Nya ansökningar där projektideer kopplar till lövskog planeras inför 2015 års ansökningsomgång. Projektledarna för de olika delprojekten har intensifierat arbetet med att finna finansiering från EU. Deltagande kommer att ske i flera stora ansökningar inom Horizon 2020, varav en större ansökan koordineras av Matts Lindbladh.

Ekonomi

Projektet hade i slutet av 2014 från finansiärerna rekvirerat totalt 4 090 000 kronor (tabell 1). Kvar att rekvirera är 0 kronor.

Tabell 1. Projektets finansiering, 1000-tal kronor, per 2014-12-31. Summan av rekvirerat och kvar att rekvirera enligt avtal med respektive finansiär.

Finansiär	Rekvirerat	Kvar att rekvirera	Summa
SLU, Sydsvensk skogsvetenskap	2 000	0	2 000
Fortifikationsverket	200	0	200
Högestad&Christinehofs Förvaltnings AB	100	0	100
Prästlönetillgångarna	200	0	200
Skogsstyrelsen / Rundvirkesfonden	900	0	900
Statens fastighetsverk	120	0	120
Stina Werners fond	200	0	200
Erik och Ebba Larsson samt Thure Rignells stiftelse	370	0	370
Totalt	4090	0	4090

Vid slutet av 2014 har de flesta delprojekten förbrukat det mesta av den tilldelade summan. Några delprojekt har förbrukat mer än tilldelade medel, medan andra har förbrukat mindre. Lite mindre än en halv miljon kronor återstår totalt sett vid årsskiftet 2014/2015. Dessa medel kommer att förbrukas under början av 2015 och användas till att färdigställa en del av det material som ännu inte är publicerat.

Tabell 2. Delprojektens förbrukning och saldo samt summa tilldelning i 1000-tal kronor för projektet per 2014-12-31. För beskrivning av projektet, se rapport från delprojektet.

Delprojekt	Förbrukat	Kvar	Summa
Skötsel av blandskogar med gran och björk	634	-34	600
Lövträdens produktionsfysiologi	300	0	300
Miljöpåverkan på lövplantornas endofyter ...	472	128	600
Blandade lövskogsplanteringar och energiaspekter	676	-76	600
Nya FSC-standarden-10% löv i barrbestånd ...	320	80	400
Restaurering av biologisk mångfald i ekskog ...	563	37	600
Överföring av granskog till bokskog ...	150	50	200
Rekreativaspekter i lövskog	333	267	600
Hemsida	70	30	100

Rapport från delprojektet

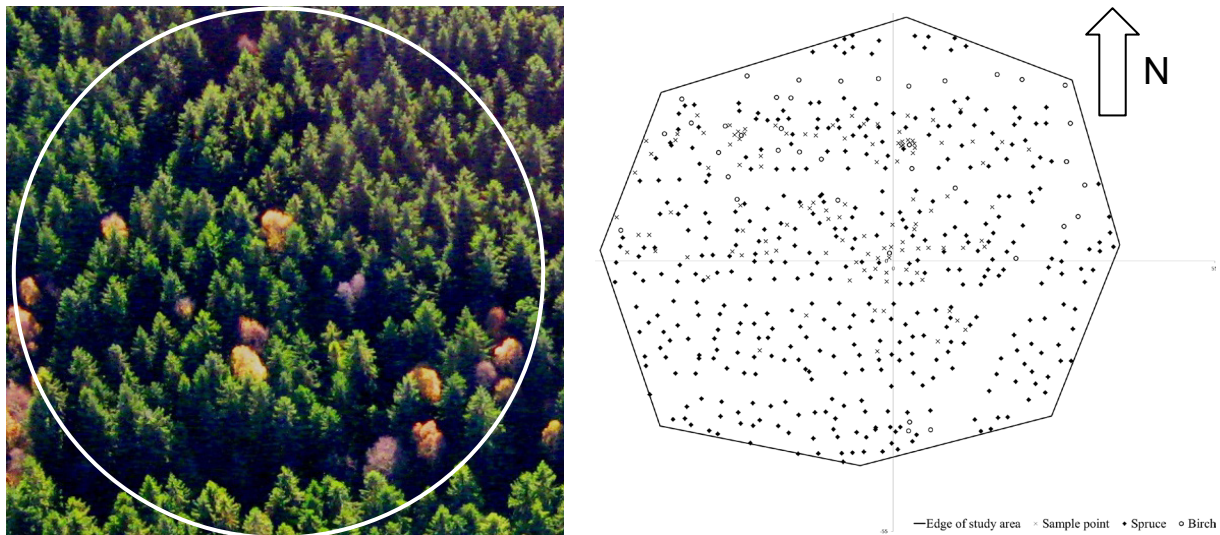
Skogens skötsel

Skogens skötsel - Skötsel av blandskogar med gran och björk

Projektledare: Nils Fahlvik, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU. Medarbetare: Karoline Schua, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU, Prof. Sven Wagner, Technische Universität Dresden, Tharandt, Tyskland.

Aktiviteter 2012-2014

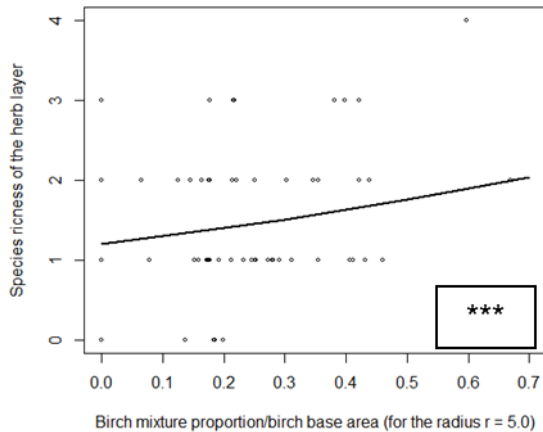
Syftet med studien var att studera hur en inblandning av björk i ett granbestånd påverkar egenskaperna hos marken och markvegetationen. För att med hög upplösning kunna studera hur skillnader i trädsiktets struktur påverkar marken så gjordes intensiva mätningar inom ett enskilt bestånd. Data till studien har samlats in inom en provyta på ca 0.8 ha i Skarhult, öster om Eslöv (Fig. 1). Beståndet är ca 40 år gammalt och består av planterad gran (*Picea abies*) i blandning med naturligt förnygrad vårtbjörk (*Betula pendula*). Provpunkter har lagts ut längs transekter som sträcker sig från områden med björk till grandominerade partier. Inom varje provpunkt så har tre markprover samlats in för analys; ett från humuslagret och två prover tagna på olika djup i mineraljorden (Fig.1). Inom ett större antal provytor, som även innefattar provpunkterna för markprover, så har en inventering av markvegetationens sammansättning och täckning utförts. Finansiering för att analysera den kemiska sammansättningen i markproverna erhöles sommaren 2014 och detta arbete görs vid institutionen för marklära vid Technischen Universität Dresden. Sedan tidigare har pH-värdet i mark och humus analyserats vid samma institution. Även humuslagrets tjocklek och struktur har beskrivits.



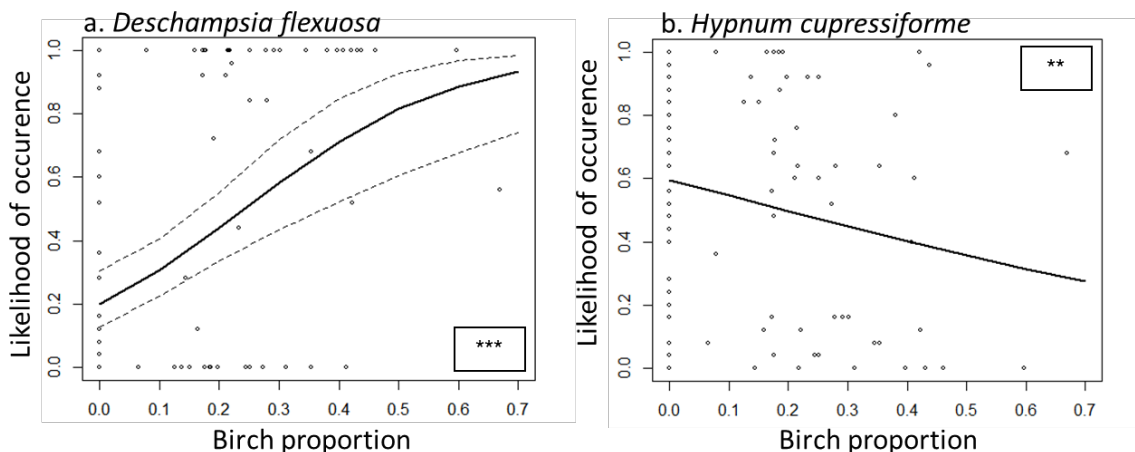
Figur 1. Provytan i Skarhult sedd från ovan och från provytecetrum. Cirkeln i bilden till vänster beskriver ungefär provytans avgränsning.

En första uppsats som behandlar effekten av trädslagssammansättning på markvegetationen håller på att slutföras. Trädsiktet beskrevs inom en radie av 5 m runt varje provpunkt och sattes i samband med markvegetationens egenskaper. Lokalen var relativt artfattig och den dominerande arten bland kärlväxterna var Kruståtel (*Deschampsia flexuosa*). Resultaten visar att antalet arter av både kärlväxter och mossor ökar med ökad andel björk (Fig. 2). Hos kärlväxter ökade även täckningsgraden med en ökad andel björk. Kruståtel och vedsidenmossa (*Plagiothecium laetum*) visade ett signifikant positivt samband med

förekomsten av björk medan bergklomossa (*Hypnum cupressiforme*) var vanligast förekommande på provvytor inom grandominerade områden (Fig. 3). Inventeringen av markvegetationen ingår även i ett examensarbete som skrivs av Therese Andersson.



Figur 2. Samband mellan andelen björk och antalet arter av kärlväxter. Andelen björk är beräknad inom en 5 m radie från provpunkter. Sambandet har beräknats GLMM med hänsyn tagen till skillnader i grundytan mellan provpunkterna.

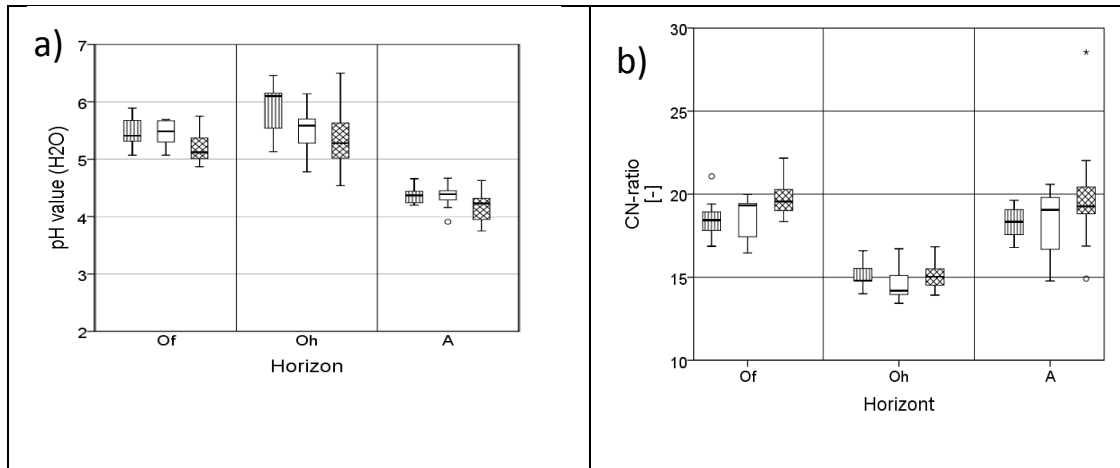


Figur 3. Samband mellan andelen björk och sannolikheten för förekomst av olika krustätel (a) och bergklomossa (b). Andelen björk är beräknad inom en 5 m radie från provpunkter. Sambanden har beräknats GLM och GLMM med hänsyn tagen till skillnader i grundytan mellan provpunkterna.

Studien i Eslöv har även gett underlag till en kommande analys av markegenskaper (struktur hos humus, pH-värde, näringsämnen, katjonsutbyte). Inom ramen för detta projekt har Karoline Schua avslutat en motsvarande studie i Sachsen, Tyskland. Samma försöksdesign som i Eslöv har tillämpats inom ett äldre bestånd med gran (*Picea abies*) och vårtbjörk (*Betula pendula*) i trädvis blandning. Provpunkterna delades i denna studie upp i tre olika strata beroende på om de förekom under; (1) björkkronan, (2) gränsen mellan björken och granens krona, (3) grankronan. De olika strata jämfördes med avseende på markkemiska egenskaperna. Strata 1 och 2 hade signifikant högre pH-värden i Of-horisonten än strata 3 (Fig. 4). Strata 1 och 2 hade även en större andel organiskt bundet kol och en lägre C/N-kvot än strata 3. Sammantaget visade resultaten på en högre mikrobiell aktivitet i markens övre

skikt i närheten av björk. Området för björkens påverkan var begränsat till en radie av ca 10 m från stammen i detta försök.

Sammanfattningsvis så visar de båda studierna att även enskilda individer och mindre grupper av björk påverkar markens kemiska egenskaper och markvegetationen i ett grandominerat bestånd.



Figur 4. pH-värde (a) och C/N-kvot (b) för provpunkter inom strata; björk (sträckada), björk-gran (ofyllda) och gran (rutiga).

Publikationer:

Schua, K., Fahlvik, N., Andersson, T., Wagner, S., Brunet, J. Broadleaf tree influence in a coniferous stand on the spatial distribution of ground vegetation (In prep.).

Schua, K., Schober, S., Christine Knust, Wagner, S., Feger, K.-H. Tree species effects of birch and spruce on chemical and microbial topsoil properties (In prep.)

Schua, K. 2014. Einfluss von Birken auf die Bodenvegetation und die Oberbodeneigenschaften in einem fichtendominierten Bestand in Südschweden. In konference: Wälder der Zukunft: Lebensraum, Ressourcenschutz und Rohstoffversorgung" Forstwissenschaftliche Tagung, 17. - 20.09.2014, TU Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften, Tharandt.

Lövträdens produktionsfysiologi

Projektledare: Johan Bergh, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU.

Medarbetare: Magnus Löf vid samma institution samt Ulf Johansson vid Enheten för skoglig fältforskning. Samarbete sker också med Lunds universitet.

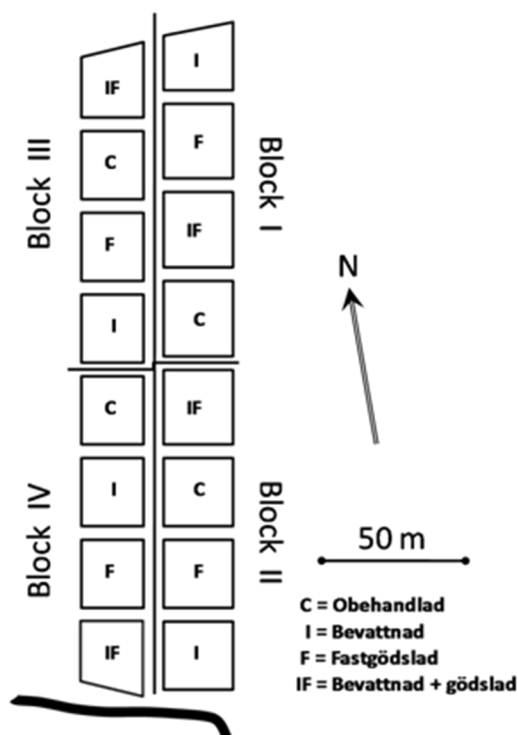
Bakgrund

I Sverige har vi under ett halvt sekel studerat hur vatten och näring påverkar tillväxten hos våra vanligaste trädslag, tall och gran. När det gäller hur lövträd har vi dock bristfälliga kunskaper hur de reagerar på vatten- och näringstillförsel. Lövträdsarter är viktiga för ett uthålligt skogsbruk och det är i just lövträdsskogar som man har den största biologiska mångfalden. Av lövträdsarterna är det främst björk, bok och ek som används industriellt. Högkvalitativt ek timmer är mycket värdefullt men ek växer sakta, har långa omloppstider och höga föryngringskostnader. Tillförsel av näring skulle sannolikt öka tillväxten och förkorta omloppstiderna för ek och många andra lövträdsarter, vilket skulle kunna öka förbättra ekonomin och intresset för flera lövträdsarter. Vilken tillväxt kan eken uppnå i ett gynnsamt klimatläge och då inte vatten eller näring begränsar tillväxten. Tillväxtpotentialen för ek under rådande klimatförutsättningar kan testas genom att etablera försök i ekbestånd med bevattning och näringstillförsel. Genom tillförsel av vatten och näring kan man åstadkomma förhållanden, där varken vatten eller näring är begränsande faktorer, vilket lämpar sig ypperligt för diverse fysiologiska mätningar och klimatrelaterade frågeställningar.

Material och Metoder

Försöket är utlagt i ett ungt ekbestånd i Restad ca 10 km söder om Halmstad längs E6. Experimentet har en klassisk försöksdesign (Figur 1) med fyra olika behandlingar (se figur), där varje behandling är upprepad i fyra olika block. Behandlingarna är: obehandlad (C), bevattnad (I), gödslad (F) och bevattnad och gödslad (IF). Bevattning sker under perioden maj-september varje år, där bevattningen sker med hjälp av sprinklers som är fördelade jämnt över de bevattnade ytorna. Vattentillförseln är ca 4 mm per dag och bevattning sker kvälls- och nattetid. Bevattningen startade 3 juni för behandlingarna I och IF. Gödslingen sker som en engångsgiva i början av maj varje år. Genom att ta bladprover för näringsanalyser kan de gödslade trädens näringsstatus bestämmas. Näringstillförseln korrigeras påföljande år utefter bladanalyserna, oftast med en sammansatt gödselgiva där de flesta makro- och mikronäringsämnen ingår. Bladproverna tas i augusti varje år. Varje yta har en behandlingsyta på 25 x 25 m med en inneryta på 20 x 20 meter. Inom innerytan mäts diameter och höjd vartannat år (2008, 2009, 2011 och 2013).

Markvattenhalt har mätts med TDR-prober som är installerade i varje parcell och mätningar sker en gång per månad. LAI (bladyta) har mätts varje år sedan sommaren 2008. Vegetationsförändringar orsakat av vatten- och näringstillförseln har studerats under de första åren, där man även har analyserat markförhållandena.



Figur 1. Försöksdesign för ekförsöket i Restad. Behandlingarna är: obehandlad (C), bevattnad (I), gödslad (F) och bevattnad och gödslad (IF). Varje yta har en behandlingsyta på 25 x 25 m med en inneryta på 20 x 20 meter.

Resultat och diskussion

Sammanlagt har 525 kg kväve (N) per hektar lagts fram till 2013 på F- och IF-behandlingarna. Dessutom har ca 316 kg fosfor (P), 338 kg kalium (K) och andra näringsämnen som kalcium (Ca), svavel (S), magnesium (Mg) och bor (B) tillförts de gödslade behandlingarna (Tabell 1). Gödsel och vatten har även tillförts 2014, men finns inte med i nedanstående tabell. För I- och IF-behandlingarna har man tillfört ca 500 mm vatten per år.

Tabell 1. Årlig tillförsel av näringsämnen och vatten per hektar för de olika behandlingarna fram till 2013. Vattentillförsel är ca 500 mm per år medan näringsgivans sammansättning har varierat.

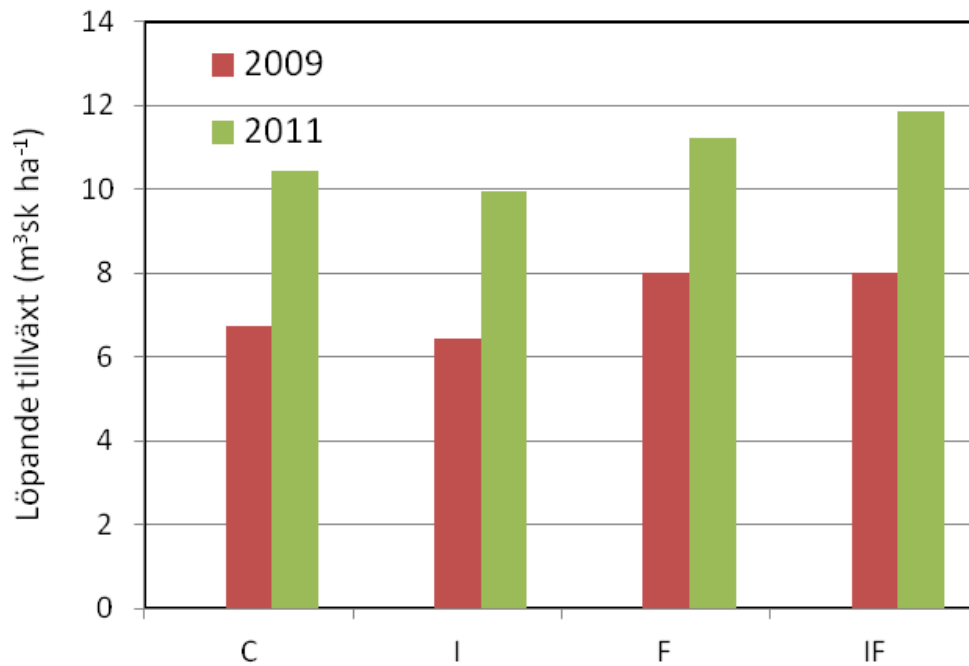
	Kvävegiva (kg N/ha)	Fosforgiva (kg P/ha)	Kaliumgiva (kg K/ha)
2008	100	75	50
2009	100	75	50
2010	100	75	50
2011	75	15	25
2012	75	15	25
2013	75	61	138

Kvävekoncentrationen i löven är hög för alla behandlingar, vilket indikerar att marken har i grunden en god näringsstatus (Tabell 2). Efter gödning 2008 ser man en viss förhöjning av kvävekoncentrationen för de gödslade behandlingarna (nedre tabell). Fosforkvoterna för de gödslade behandlingarna ligger något under börvärdet men bör kunna korrigeras framöver utan att fosfor begränsar tillväxten. Kalium ligger något under sitt börvärde för de bevattnade behandlingarna men påverkar sannolikt inte tillväxten inledningsvis. Övriga näringsämnen ligger över sitt börvärde. För 2012 (övre tabell) är kvävehalten för alla försöksled mycket höga och de gödslade behandlingarna är fortfarande högre än de ogödslade. Fosfor/kväve kvoten ligger strax under sitt börvärde för de gödslade behandlingarna och kalium också när de gäller försöksledet med näring och bevattning. Vi tolkar det dock som marginellt och tror inte att tillväxten (potentialen) har påverkats negativt. Under 2014 har marktexturen undersökts och kemin på tillfört vatten. Dessa variabler kommer att behövas när försöket skall analyseras och förstås.

Tabell 2. Kvävehalten i eklöv (% av torrvikten) för de olika behandlingarna och kvoter mellan olika näringsämnen och kvävehalten. I tabellen anges kvoternas börvärde i % av kvävehalten för de olika näringsämnena. Kvoterna bör ligga över sitt börvärde för att inte begränsa den potentiella tillväxten. Behandlingarna är: obehandlad (C), bevattnad (I), gödslad (F) och bevattnad och gödslad (IF).

	N	P	K	Ca	Mg	Mn	S	Fe	Zn	B	Cu
2012	%	10%	35%	2.5%	4%	0.05%	5%	0.20%	0.05%	0.05%	0.02%
C	2.61	10.7	37.4	35.1	8.5	1.2	5.9	0.34	0.08	ej mätt	0.031
I	2.66	11.0	37.4	33.2	7.7	1.8	6.3	0.31	0.09	ej mätt	0.030
F	3.01	8.8	36.5	24.7	6.5	1.4	6.1	0.29	0.08	ej mätt	0.026
IF	2.87	8.9	33.0	30.8	8.0	1.6	6.0	0.39	0.09	ej mätt	0.031
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	S	Fe	Zn	B	Cu
2008	%	10%	35%	2.5%	4%	0.05%	5%	0.20%	0.05%	0.05%	0.02%
C	2.51	10.4	37.9	34.9	9.4	1.2	5.7	0.28	0.08	0.108	0.027
I	2.71	10.1	34.3	30.4	7.6	1.6	6.2	0.26	0.08	0.131	0.027
F	2.76	9.5	36.3	26.9	7.2	1.6	5.8	0.26	0.08	0.104	0.031
IF	2.82	9.2	34.3	34.7	7.5	1.8	6.0	0.24	0.08	0.126	0.029

Revisionen 2009 och 2011 visar den löpande tillväxten har ökat från 6-8 m³sk per hektar och år för 2009 till 10-12 m³sk per hektar och år för 2011 (Figur 2). Vidare visar revisionen att tillväxten inte har påverkats för de bevattnade behandlingarna men däremot ser man en liten skillnad mellan de ogödslade och de gödslade för både 2009 och 2011. Effekter är relativt liten 1-2 m³sk per hektar och år, och visade sig vara ännu mindre 2013 (data ej visat). Sedan försöksstarten har alla somrar varit relativt nederbördsrika, förutom 2013 som hade en längre period utan nederbörd under sommaren. Detta kan ha orsakat att man inte fått några tydliga effekter av vatten.



Figur 2. Löpande tillväxt för de olika gödslingbehandlingarna för 2009 och 2011. Behandlingarna är: obehandlad (C), bevattnad (I), gödslad (F) och bevattnad och gödslad (IF). Se Figur 1.

Under våren 2015 planerar vi att skriva ihop materialet från detta försök till en vetenskaplig publikation, en forskningsrapport och eventuellt en populärvetenskaplig artikel. Under 2015 kommer vi också att arbeta med att finna nya medel för att kunna driva vidare detta projekt eftersom driftsmedlen nu är slut.

Miljöpåverkan på lövträdplantornas endofyter – konsekvenser för stresstolerans?

Projektledare: Johanna Witzell, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU.
Medarbetare: Juan A. Martín, UPM i Spanien, samt doktoranderna Kathrin Blumenstein och Marta Agostinelli, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU.

Aktiviteter 2012-2014

Endofytsvampar är mikroskopiska svampar som växer inne i växters vävnader men de orsakar oftast inga synliga symptom. Även i skogsträdens blad, bark och ved förekommer endofytsvampar som spridits till träden från den omgivande miljön. Endofytsvampar nyttjar träden som näring och habitat. De kan alltså konkurrera med andra mikrober, t ex nedbrytande rötsvampar och sjukdomsalstrande patogena svampar. Endofytsvampar producerar ofta bioaktiva kemikalier avsevärt i omgivningen. Genom att på detta sätt vara aktiva inom trädens vävnader kan endofytsvampar påverka såväl trädens egna funktioner som andra organismer som använder träden, t ex patogena svampar eller insekter. Vissa endofytsvampar kan därmed ha potential att gynna trädens motståndskraft mot stress orsakad av skadesvampar eller andra stressfaktorer. Endofytsvamparnas variation i förhållande till miljöfaktorer, samt deras korrelation med trädens stresstolerans och vitalitet är dock fortfarande dåligt kända. Syftet med delprojektet har varit att producera nya kunskaper kring sambanden mellan miljön och lövträdens endofytsamhällen, samt studera korrelationer mellan lövträdens vitalitet och tillväxt under olika stress-situationer (sjukdomar, näringsbrist).

Under 2012-2014 har variation i endofytsvampars diversitet och frekvens studerats i almar (*Exp 1, 2, 3*), ekar (*Exp 4 och 5*) och popplar (*Exp 6*). Den huvudsakliga metoden har varit *odlingsmetoden*, där blad-, bark- och vedprover samlades under tillväxtsången från unga träd. Prover ytsteriliserades med alkohol och klorinlösning för att rengöras från ytliga svampar, och provbitar placerades sedan på näringsmedium (agar) som gynnar endofytsvampars tillväxt. Efter 2-6 veckor granskades odlingarna, och antal och morfologiska typer av framväxta svampkolonier registrerades för att kartlägga diversitet och frekvens. I de senaste (2014) studierna samlades dessutom material för senare molekylära analyser där hela endofytsvamphällen kommer att studeras på DNA-nivå, dvs. även svampar som inte är lätta att odla på näringsmedium kommer att kunna kartläggas.

Studier kring almarnas endofytsamhällen (2012-2014) har genomförts i samarbete med professor Juan A. Martín (Madrids polytekniska universitet, Spanien), som har tillgång till en samling av almträd med känd motståndskraft mot almsjukan. Våra studier har bland annat visat att almar med hög motståndskraft mot almsjukan även har färre endofytsvampar i ved (lägre diversitet och frekvens av potentiellt nyttiga endofytsvampar; Bild 1), (*Exp 1*; Martín m. fl. 2013). Detta kan förklaras med att alla svampar kan påverkas av samma resistensmekanismer i träden, t ex var nivån av fenolsubstanser i ved annorlunda mellan högresistenta och mottagliga almar. Endofyter kan bidra till viktiga ekologiska processer som nedbrytning av ved i skogar. Vår upptäckt är därför intressant, särskilt med tanke på nutida ansträngningar att ta fram resistent träd för storskaligt skogsbruk. Genom att använda resistent trädgenotyper kan förutsättningarna för vissa endofytsvampar försämrats, och om dessa svampar har betydelsefulla funktioner vid nedbrytning, kan skiftningar ske i näringsämnens kretslopp i skogslandskapet.

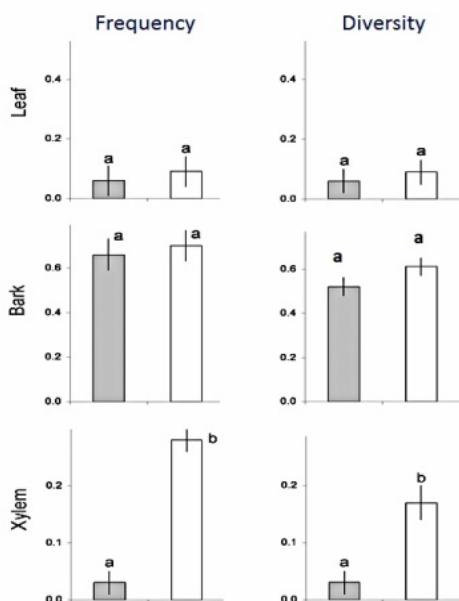


Bild 1. Endofytsvamparnas frekvens och diversitet var signifikant lägre i vedprover från almar (*Ulmus minor*) med hög resistens mot almsjukan (gråa staplar, nedersta bildrutor), jämfört med almar som var mottagliga mot almsjukan (vita staplar). Inga skillnader återfanns i blad (översta bildrutor) eller i bark (mellersta bildrutor). (Källa: Martín m. fl. 2013, PLOS One 8(2): e56987)

Ytterligare studier har genomförts för att klargöra de mekanismer som endofytsvampar kan använda för att konkurrera med andra svampar (*Exp 2*, Blumenstein m. fl., subm.). Vi har t ex funnit att endofyter som var vanliga i motståndskraftiga almar har potential att effektivt konkurrera med almsjukasvampar om näringsämnen. Vidare har vi upptäckt endofyter som i laboratoriet producerar kemiska substanser som effektivt hindrar almsjukasvampens tillväxt. Resultat från experiment med levande almplantor som behandlats med endofyter har dock inte varit lika övertygande utan visat tidsmässig variation i endofyternas effektivitet. Tillsammans antyder våra studier att endofytsvampar kan motverka skadesvampar som almsjuka genom flera mekanismer men deras påverkan på levande plantors/träds stresstolerans beror på ett antal faktorer och kan vara tidsmässigt instabil (*Exp 3*; Martín m. fl. 2014).

Två studier kring ekarnas endofytsamhällen och dess korrelation med ekarnas vitalitet har genomförts. År 2012 slutfördes en studie kring kopplingen mellan miljö, endofytsvampars mångfald och ekars vitalitet (*Exp 4*; Agostinelli 2012, Agostinelli m. fl. 2013). Ett redan etablerat experiment med unga ekar (*Quercus robur*), utformat för att kartlägga hur konkurrens från olika typer av omgivande vegetation (örter och buskar) påverkar ekens tillväxt, användes som studiesystem. Eftersom endofytsvampar sprids till träden från den omgivande miljön, gav detta experiment oss en unik möjlighet att studera 1) om den omgivande vegetationen även påverkar trädets endofytsvampsamhällen och 2) huruvida en koppling finns mellan endofytsamhällen och trädets vitalitet. Trädets vitalitet utvärderades visuellt enligt en enkel skala: 1. God vitalitet (tillsynes friska, väl växande träd) 2. Nedsatt vitalitet (något sämre tillväxt, dock inga uppenbara symptom av sjukdomar). Prover togs i juni och augusti för att jämföra svampsamhällens dynamik. Odlingsmetoden användes och alla återfunna svampisolater klassades till morfologiska grupper, vilket är ett grovt estimat för artmångfalden och används när detaljerad molekylär artbestämning inte är ett alternativ. Sammanlagt 384 prover togs från bark och xylem och 172 av dem producerade totalt 285 svampisolater (bild 2). Dessa klassades i 22 morfologiska grupper.

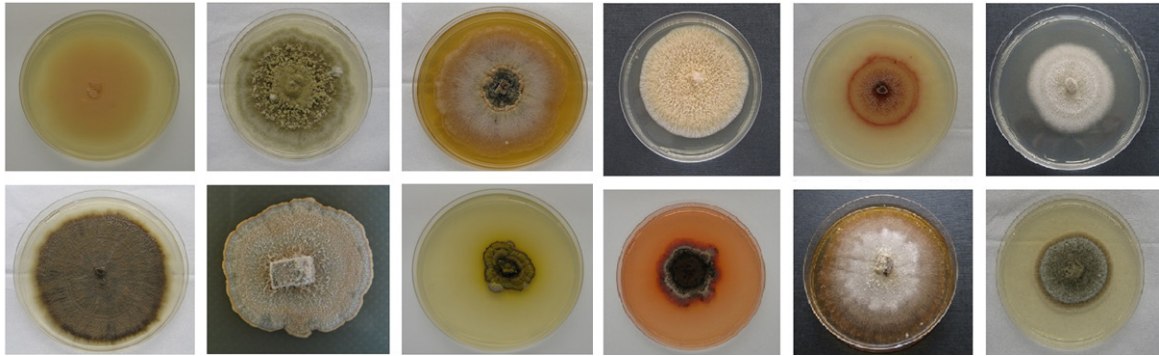


Bild 2. Exempel på ek-endofytsvampar som växer på näringsmedium. Foto: Marta Agostinelli.

Studien visade ingen tydlig koppling mellan den omgivande vegetationens artsammansättning och endofytsamhällen in i ekar. Detta tyder på att endofytsvampars spridning sker i något större skala i landskapet och att den småskaliga variationen i omgivande vegetation är mindre betydelsefull för endofytsvamparnas mångfald i unga träd. Studien visade inte att svampsamhällens diversitet skulle vara lägre i unga ekar med god vitalitet, vilket var vår ursprungliga hypotes. Tvärtom kunde vi oftare isolera endofyter från prover som härstammade från vitala träd, jämfört med prover som togs från träd med lägre vitalitet. Möjligen var dock skillnaden mellan träd som i en visuell granskning klassades som vitala alltså mindre vitala inte tillräckligt stor för att den skulle ha inneburit signifikanta, kvalitativa skillnader i trädens ämnesomsättning, som sedan skulle ha återspeglats i olika levnadsförhållanden för svampar inne i träden. Däremot fann vi att endofytsvampars jämnhet i början av sommaren var högre i träd med nedsatt vitalitet jämfört med i träd som visade god vitalitet. Detta antyder att konkurrensen mellan svampar inom mindre vitala träd var lägre än inom vitala träd, vilket kan bero på att träd med lägre vitalitet har generellt sämre förmåga att försvara sig mot svampinfektioner.

Hösten 2014 genomfördes en studie (*Exp 4*) med unga ekträd som klassades i tre vitalitetsklasser (bild 2; 8 träd per grupp, totalt 24 träd). Fyra grenar samlades från varje träd, och från varje gren togs fyra barkbitar och lika många vedbitar för endofytodlingar, dvs. 16 bark- och 16 vedprover per träd (totalt 384 vävnadsbitar i odlingar). Vidare insamlades bladprover för klorofyllmätningar (ytterligare ett mått på vitalitet). Resultat från experiment beräknas vara redo under våren 2015.

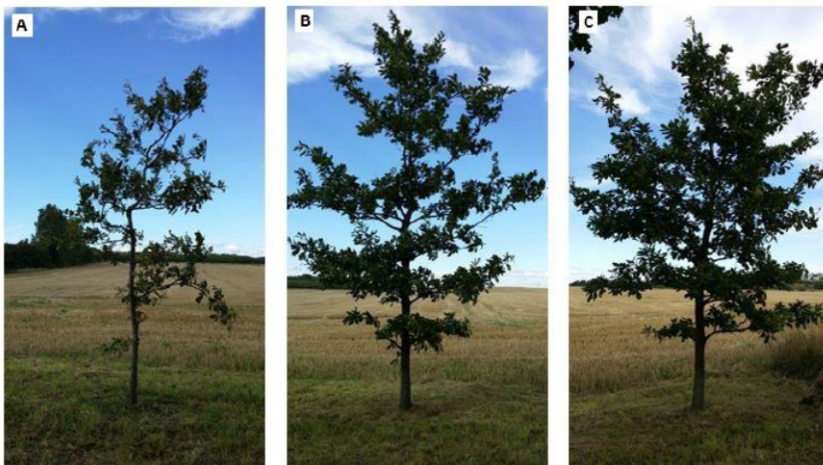


Bild 3. Endofytsvampar studerades i unga ekar i olika vitalitetsklasser. Foto: Marta Agostinelli.



Bild 4. Endofyter isolerades från blad och stammar av krukodlade poppelplantor för att kartlägga effekten av genotyp och odlingsjord på svampsamhällen och korrelera den med genotypernas tillväxthastighet. Foto: Kathrin Blumenstein.

Under 2014 genomfördes en studie (*Exp 6*) som syftar till att kartlägga skillnader i endofytsamhällen i unga plantor från fem *Populus*-arter (*P. balsamifera*, *P. deltoides*, *P. trichocarpa*, *P. nigra*, *P. tremula* x *P. tremuloides*). Replikantplantor (n=4; bild 4) av varje art odlades i krukor med olika jordtyper för att studera skillnader mellan jordbruksmark och skogsmark, och prover för odlingar togs från blad och stammar. Resultaten kommer att färdigställas under våren 2015. Eftersom plantornas tillväxthastighet och genetiska bakgrund har dokumenterats i tidigare studier (H. Böhlenius, R. Övergaard, SLU) kommer vi att kunna koppla endofytsvamphällens sammansättning till olika vitalitetsmått.

Publikationer:

- Martín, J.A., Macaya-Sanz, D., Witzell J, Blumenstein K, Gil L. (2015) Strong *in vivo* antagonism by xylem endophytes is not accompanied by stable *in planta* protection against a vascular pathogen (subm.).
- Blumenstein K, Albrechtsen BR, Martín JA, Hultberg M, Sieber TN, Helander M, Witzell J (2015). Nutritional niche overlap potentiates the use of endophytes in biocontrol of a tree disease (subm.).
- Martín J, Witzell J, Blumenstein K, Rozpedowska E, Helander M, Sieber T, Gil L. (2013) Resistance to Dutch elm disease reduces xylem endophytic fungi presence in elms (*Ulmus* spp.). PLOS ONE 8(2): e56987.
- Witzell J, Martín JA, Blumenstein K (2014) Ecological aspects of endophyte-based biocontrol of forest diseases. In: V.C. Verma and A.C. Gange (eds.), *Advances in Endophytic Research*, DOI 10.1007/978-81-322-1575-2_17, p. 321- 333. Springer India.
- Albrechtsen B, Witzell J (2012) Disentangling functions of fungal endophytes in forest trees. In Arias Vázquez MS, Paz Silva A (eds). *Fungi: Types, Environmental Impact and Role in Disease* In: *Fungi: Types, Environmental Impact and Role in Disease*, Chapter 12, pp. 235-246. Edited by: Adolfo Paz Silva, María Sol; Nova Science Publishers, Inc 2012
- Martín JA, Witzell J, Blumenstein K, Gil L. (2012) Antagonistic effect and reduction of *Ulmus minor* symptoms to *Ophiostoma novo-ulmi* by elm endophytes. *J Agr Ext Rur Devel* 4: 239 – 340.

Examensarbete:

Agostinelli, M. 2012. Variation in fungal endophyte communities of pedunculate oak (*Quercus robur* L.): spatial, temporal and environmental aspects. MSc thesis. SLU.

Konferenspresentationer:

- Agostinelli M, Blumenstein K & Witzell J. (2013). Variation in fungal endophyte communities of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) differing in vitality. IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry. Cerna Hora, Czech Republic, May 19-24th, 2013.
- Blumenstein K, Albrechtsen B, Martín, JA & Witzell J. (2013). Niche differentiation reveals endophytic fungi with biocontrol potential against Dutch elm disease. Plant Disease and Resistance Mechanisms. Vienna International Plant Conference Association, Vienna, Austria, February 20-23th, 2013.
- Blumenstein K, Witzell J, DeLuca T, Albrechtsen B, Martín JA & Hultberg M. (2012). Fungal endophytes as competitors against Dutch elm disease pathogen. International Symposium on Microbial Ecology, Copenhagen, Denmark, August 19-24th, 2012.
- Blumenstein K, Witzell J, Martín JA & Albrechtsen B (2013). Niche differentiation as an effective biocontrol mechanism of endophytic fungi against *Ophiostoma novo-ulmi*. Endophytes for plant protection: the state of the art 5th International Symposium on Plant Protection and Plant Health in Europe, Berlin, Germany, May 27-29th, 2013.
- Witzell J, Martín JA, Blumenstein K & Agostinelli M. (2013). Can improved pathogen resistance lead to non-targeted effects on endophytes in trees? IUFRO 2013 WP 7.02.02 Foliage Shoot and Stems Diseases: Biosecurity in Natural Forests and Plantations, Genomics and Biotechnology for Biosecurity and Forestry. Cerna Hora, Czech Republic, May 19-24th, 2013.
- Witzell J, Martín JA, Blumenstein K (2013) Fungal endophytes in Dutch elm disease complex. 3rd International Elm Conference, Florence, Italy, October 8-13th, 2013.
- Witzell J. (2014) Endophytic fungi of forest trees. 4th Annual International Symposium of Mycology (ISM-2014). Dalian, China, June 27-29th, 2014.

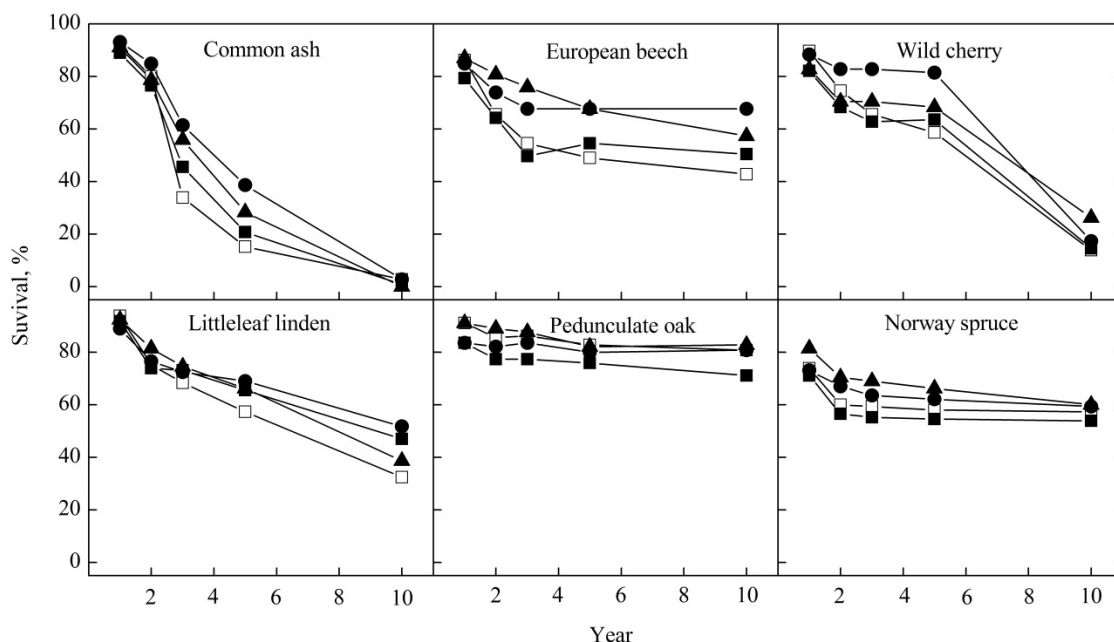
Blandade lövskogsplanteringar och energiaspekter

Projektledare: Magnus Lof, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU. Medarbetare: Docent Lars Rytter, Skogforsk, Ekebo och seniorforskare Palle Madsen, Köpenhamns universitet i Danmark.

Aktiviteter 2012-2014

Amerikansk kastanj har drabbats hårt av en införd svampsjukdom (Chestnut blight) som i princip slagit ut all kastanj i USA. Resistent varianter håller på att utvecklas och då har det blivit intressant att studera hur detta trädslag växer tillsammans med andra trädslag. Med medel från denna forskningssatsning producerades en artikel tillsammans med amerikanska kollegor om etablering av Amerikansk kastanj i blandningar med andra trädslag (Gauthier et al. 2013). De resultaten visade att dess stamform gynnades av att etableras tillsammans med andra trädslag (i detta fall körsbär och ek) om tätheterna var relativt höga.

Delprojektet innehåller vidare material från två blandskogsplanteringar som anlades 2000 och 2002 i Skåne, det ena i Högestad och det andra i Fulltofta. Den senaste mätningen av tillväxt överlevnad, täckningsgrad av markfloran samt stamform utfördes 2009. Detta material har under 2012 och 2013 bearbetats och publicerats (Lof et al. 2014). Resultaten visar att det tar lång tid (10 år) för amträden (i detta fall al, björk och lärk) att kontrollera markvegetation och naturlig föryngring och att de har ganska liten effekt på huvudträdslagens tillväxt, överlevnad och stamform under de första tio åren (i detta fall ask, bok, ek, fågelbär, lind och gran). Däremot var det stor skillnad på överlevnad mellan olika huvudträdslag, där bok, ek och gran visade bäst överlevnad (Figur 1).

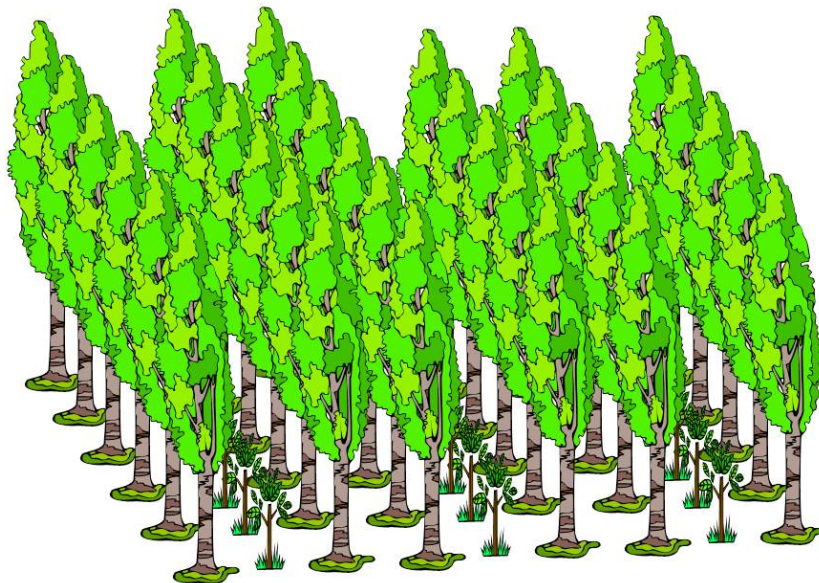


Figur 1. Överlevnad 10 år efter plantering av olika huvudträdslag (ask, bok, fågelbär, lind, ek och gran) planterade utan amträde (□), tillsammans med björk (●), lärk (■) och al (▲). Källa: Lof et al. 2014.

Huvudträdslogen påverkas troligen mer ju längre de växer tillsammans med amträäd. Användning av amträäd innebär dock att en skoglig struktur med potentiellt mycket biomassa snabbt kan åstadkommas. Detta är en stor fördel vid etablering av värdefulla trädslag som till exempel ek som har lång omloppstid och inte producerar användbart virke under de första ca 20 åren. Under 2015 planerar vi att återigen mäta Fulltofta och eventuellt Höfestad, men med andra medel, försöket för att om möjligt producera en artikel omkring faktisk biomassapotentia i blandskogsförnygringar.

Under 2013 skrevs också en populärvetenskaplig artikel inom ramen för forskningsprogrammet Enerwoods (Löf och Rytter 2013). Vidare deltog Magnus Löf i projektet Lågsogsbruk finansierat av energimyndigheten och under året färdigställdes en forskningsrapport som beskriver kunskapsläget i Sverige kring skottsogsbruk och hamling (Ebenhard m fl. 2013) med stark koppling till blandskog. Där beskrivs möjligheter och problem att introducera sådana brukningsmetoder i Sverige dels för biomassaproduktion och dels som restaureringsåtgärder för biologisk mångfald.

År 2014 inleddes ett arbete med att lägga ut nya försök, men där mer snabbväxande trädslag (poppel) används som förkultur och där långsamväxande men högproducerande trädslag som bok, kustgran och douglasgran underplanteras när poppeln redan etablerat sig. Detta arbete görs i samarbete med det nordiska forskningsprogrammet Enerwoods (www.enerwoods.dk), finansierat av nordisk energiforskning. Målsättningen med de nya försöken är att utveckla innovativa skötselstrategier för samtidig produktion av miljövärden och mycket biomassa (Figur 2). Målsättningen för oss i Sverige är att lägga ut en serie sådana försök i södra och mellersta Götaland och Svealand (med totalt tre försök), en serie som skall ingå i en nordisk serie med samma syfte. Ett försök har hittills börjat etablerats under 2014 i Snogeholm i Skåne tillsammans med markvärden region Skåne. Ett annat kommer att finansieras av Hildur och Sven Wingquists stiftelse på Remmingstorp, och börja etableras under 2015.



Figur 2. Pricipiell figur där ett högproducerade och snabbväxande trädslag (poppel) anläggs tillsammans med ett i ungdomen långsamväxande men på sikt högproducerande trädslag (bok, kustgran eller douglassgran).

Inom ramen för detta delprojekt läggs även ett försök ut på Visingsö som behandlar naturlig föryngring av ek. Det försök började läggas ut 2014 (hägn uppsatta), men sådd har fördröjts något på grund av brist på frö. Dessa åtgärder planeras att ske 2014/2015 i samarbete sker med Statens fastighetsverk. Det projektet kommer i fortsättning finansieras med andra medel.

Magnus har också deltagit i ett Europeiskt nätverk (EUMixfor) med stark anknytning till blandskog (<http://www.mixedforests.eu/>). Där har bland annat producerats en artikel om definitionen av blandskog, något som skiljer sig starkt åt mellan olika länder.

Publikationer:

- Bravo-Oviedo, A., Pretzsch, H., Ammer, C., Andenmatten, E., Barbati, A., Barreiro, S., Brang, P., Bravo, F., Coll, L., Corona, P., den Ouden, J., Ducey, M.J., Forrester, A.I., Giergiczny, M., Jacobsen, J.B., Lesinski, J., Löf, M., Mason, B., Matovic, B., Metslaid, M., Morneau, F., Motiejunaite, J., O'Reilly, C., Pach, M., Ponette, Q., del Río, M., Short, L., Skovsgaard J.-P., Soliño, M., Spathelf, P., Sterba, H., Stojanovic, D., Strelcova, K., Svoboda, M., Verheyen, K., von Lüpke, N., Zlatanov T. 2014. European mixed forests: Definition and research perspectives. *Forest Systems* 23: XX-XX (in press)
- Ebenhard, T., Dahlström, A., Emanuelsson, U., Lennartsson, T., Löf, M., Palme, U. 2013. Lågsogsbruk – biobränsleproduktion i samklang med miljömål. CBM, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 115 pp.
- Gauthier, M.-M., Zellers, K.E., Löf, M., Jacobs, D.F. 2013. Inter- and intra-specific competitiveness of plantation-grown American chestnut (*Castanea dentata*). *Forest Ecology and Management* 291: 289-299.
- Löf, M., Rytter, L. 2013. Enerwoods – ett nytt samnordiskt projekt om skog och energi. Faktaskog nr 5.
- Löf, M., Bolte, A., Jacobs, D.F., Jensen, M.A. 2014. Nurse trees as a forest restoration tool for mixed plantations: Effects on competing vegetation and performance in target tree species. *Restoration Ecology* 22: 758-765
- Löf, M. 2015. Forest restoration and future forests. In *Man & Forest*. Eds. Johannesson, T. & Jönsson, G. Lund University, The Pufendorf Institute for Advanced Studies, Lund, Sweden (In press).

Biodiversitet

Hybridasp på skogsmark och ek på åkermark - fågel eller fisk för biologisk mångfald?

Projektledare: Matts Lindbladh, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
Medarbetare: Adam Felton, samma institution.

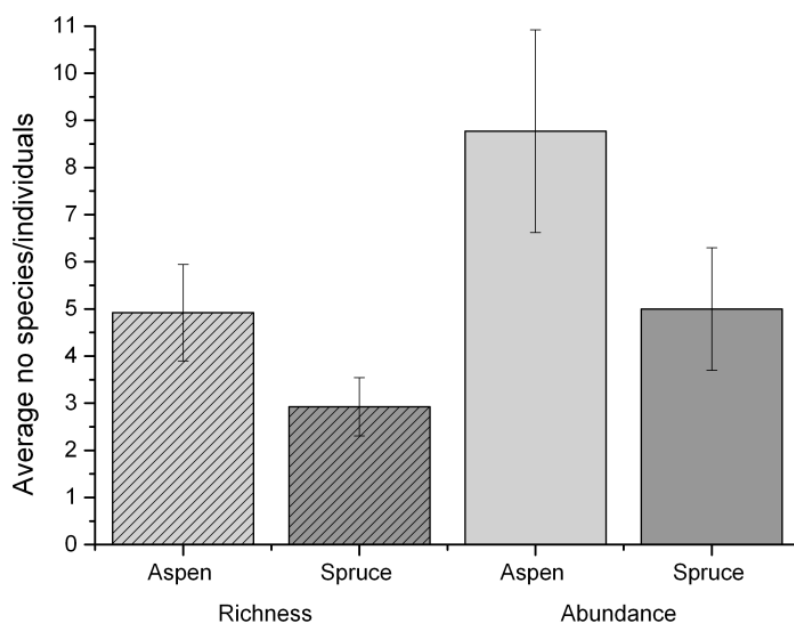
Bakgrund

Detta projekts titel var tidigare ”Nya FSC-standarden – 10 % löv i barrbestånd – är det en effektiv naturvård?”, men har av flera orsaker bytt inriktning varav ny titel.

Aktiviteter 2012-2014

År 2020 ska förnyelsebara energikällor stå för 50 % av all energianvändning i Sverige. Detta krav samt en ökad benägenhet för riskspridning i ett förändrat klimat har gjort att intresset för exotiska trädslag har ökat i det svenska skogsbruket. Hybridasp, en korsning mellan den inhemska *Populus tremula* och den amerikanska *P. tremuloides*, är ett sådant trädslag. Med omloppstider på 20-30 år har den en stor potential att på kort tid producera upp till dubbelt så mycket biomassa som gran. Idag finns det ca 2000 ha med hybridasp, men arealen kan komma att öka dramatiskt i framtiden med tanke på dess höga produktionsförmåga. Tidigare har trädslaget främst setts som ett alternativ vid beskogning av jordbruksmark men på senare tid har hybridasp också börjat planteras på skogsmark som ett alternativ till gran. Men, för varje trädslag, och inte minst för exotiska trädslag, är det viktigt för skogsägaren och för samhället att väga fördelar mot nackdelar. En nackdel med hybridasp är att den kan vara invasiv via hybridisering med den inhemska aspen (Felton et al. 2013), och den är klassad som en risk i detta avseende. Vad gäller fördelar kan det finnas andra effekter av trädslaget än den höga virkesproduktionen. Dess positiva effekt för rekreation och landskapsbild i relation till gran har framhållits. Det är vidare känt att asp är en nyckelart för biologisk mångfald i Sverige, och många hotade arter är associerade till inhemsk asp. Dock har hittills nästan all forskning på hybridasp varit på jordbruksmark medan effekterna på biologisk mångfald av införandet av trädslaget på skogsmark i stor skala är i stort okända. För att begränsa potentiella konflikter mellan olika miljömål är det viktigt att utreda även detta. Om det kan beläggas vetenskapligt att de har en positiv inverkan skulle det kunna medverka till ett större intresse från skogsägarna, och samtidigt ge en ökad acceptans från samhället i allmänhet och från naturvårdshåll i synnerhet – och möjligheten att nå klimatmålen kan öka.

Vi har under våren 2013 inventerat 13 hägnade hybridaspplanteringar i södra Sverige med avseende på fåglar, och jämfört dessa med 13 planteringar av gran, det sistnämnda det vanligaste alternativet för skogsägaren. Fåglar är en intressant artgrupp i sammanhanget, bland annat för att de svarar snabbt på förändringar i miljön och för att det är en grupp som väcker intresse hos allmänheten. Alla förnygringar är på hyggen efter Gudrun och de är alla planterade strax efter stormen. Vi gjorde även en inventering av träd och buskar i planteringarna som användes i analysen av artantal och artsammansättning hos fåglarna. Även trädslagssammansättning på landskapsnivå inkluderades i analysen genom kNN-data, vilket är en sambearbetning av satellitbilder och fältdata från Riksskogstaxeringen. Vi fann signifikant fler arter och individer i aspbestånden (Figur 1). Det var även signifikant högre total grundyta, grundyta för hybridasp, beståndshöjd och antal trädslag i aspbestånden, något som förklarade två gånger mer i variationen i artantal och individantal än jämfört med bara beståndstyp (hybridasp – gran). Även artfördelningen skiljde sig åt mellan beståndstyperna.

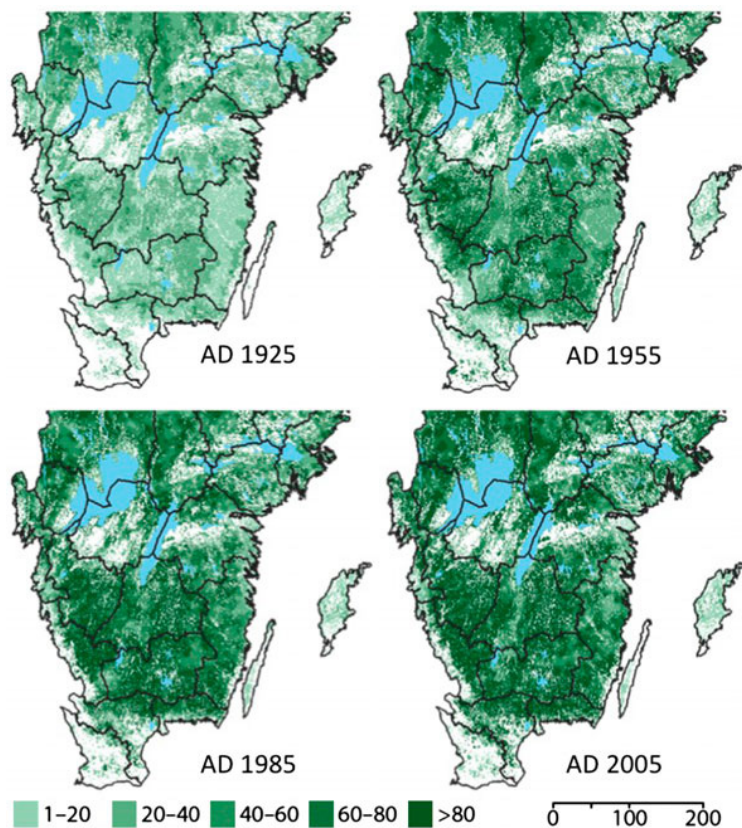


Figur 1. Antal fågelarter (richness) och individer (abundance) i hybridasp- respektive granföryngringarna.

Sammantaget tyder våra resultat på att hybridaspplanteringar kan bidra positivt till diversiteten hos fåglar, men på grund av det höga betetrycket i södra Sverige kan skillnaderna hittills mest förklaras av om bestånden är hägnade eller inte. Framtida studier får utvisa om skillnaderna består även efter gallringar när bestånden utvecklats till rena asprespektive granskogar. Studien är accepterad för publicering i *Silva Fennica* i september 2014 (Lindbladh et al in press).

Under våren 2012 introducerades även ett annat projekt finansierat av programmet. Vi inventerade fåglar i ett stort antal ekbestånd planterade på åkermark i Skåne för 15-20 år sedan, i avsikt att även där undersöka deras värde för fågelfaunan. Dessa bestånd jämförs dels med äldre planteringar, dels med naturskog med ek. Resultaten ger vid handen att planteringarna har en relativt fattig fauna upp till en ålder av ungefär 20 år, men att de därefter kan ge ett signifikant bidrag till mångfalden. Studien kommer att skickas till vetenskaplig tidskrift i januari 2015 (Felton et al manuscript).

I ett projekt under 2013-2014 har granens utveckling i södra Sverige studerats, något som naturligtvis är andra sidan på myntet vad gäller lövskogens minskning. De senaste åren har riksskogstaxeringens historiska data blivit digitaliserade, något som öppnat för oändliga möjligheter för forskningen. Kartorna enligt nedan visar på granens utveckling sedan första taxeringen på 1920-talet och fram till idag. Något överraskande är den relativa ökningen av gran störst mellan 1920 och 1950, det vill säga innan kalhyggesbrukets införande på 1950-talet (Figur 2). Orsaker till granens kraftiga ökning under första halvan av 1900-talet kan förutom planteringar vara upphörandet av skogsbyte och svedjebbruk samt dimensionshuggningar, faktorer som gynnade en naturlig och spontan föryngring av gran. Det vill säga redan innan kalhyggesbrukets införande fanns processer som gynnade trädslaget. Under samma tid (1925-2005) har även den totala volymen löv i södra Sverige ökat (om långt ifrån lika mycket som granen), från ca 100 till 250 miljoner m³. Studien är publicerad vetenskapligt under 2014 (Lindbladh et al 2014).



Figur 2. Volym gran (m³) per hektar mellan 1925 och 2005 i södra Sverige.

Publikationer:

- Felton, A., J. Boberg, C. Björkman, and O. Widenfalk. 2013. Identifying and managing the ecological risks of using introduced tree species in Sweden's production forestry. *Forest Ecology and Management* 307:165-177.
- Felton, A., Nyberg, T., Hewell, P.O., Holmström, E., Lindbladh, M., Wallin, I., Felton, A.M. & Brunet, J. (manuscript) The forest bird communities of southern Sweden's oak plantations: Stand and landscape level influences.
- Lindbladh, M, Hedwall, P-O, Wallin I, Felton A, Böhlenius, H & Felton, A (in press) Short-rotation bioenergy stands as an alternative to spruce monocultures: Implications for bird biodiversity. *Silva Fennica*
- Lindbladh, M, Axelsson, A-L, Hultberg, T, Brunet, J & Felton, A (2014) From Broadleaves to Spruce – The Borealization of Southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 686-696.

Restaurering av biologisk mångfald i ekskog – underbestånden är en nyckelstruktur

Projektledare: Prof. Jörg Brunet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
Medarbetare: Robin Nilsson (Master-student, jägmästare), Dr. Per-Ola Hedwall, sydsvensk skogsvetenskap.

Aktiviteter 2012-2014

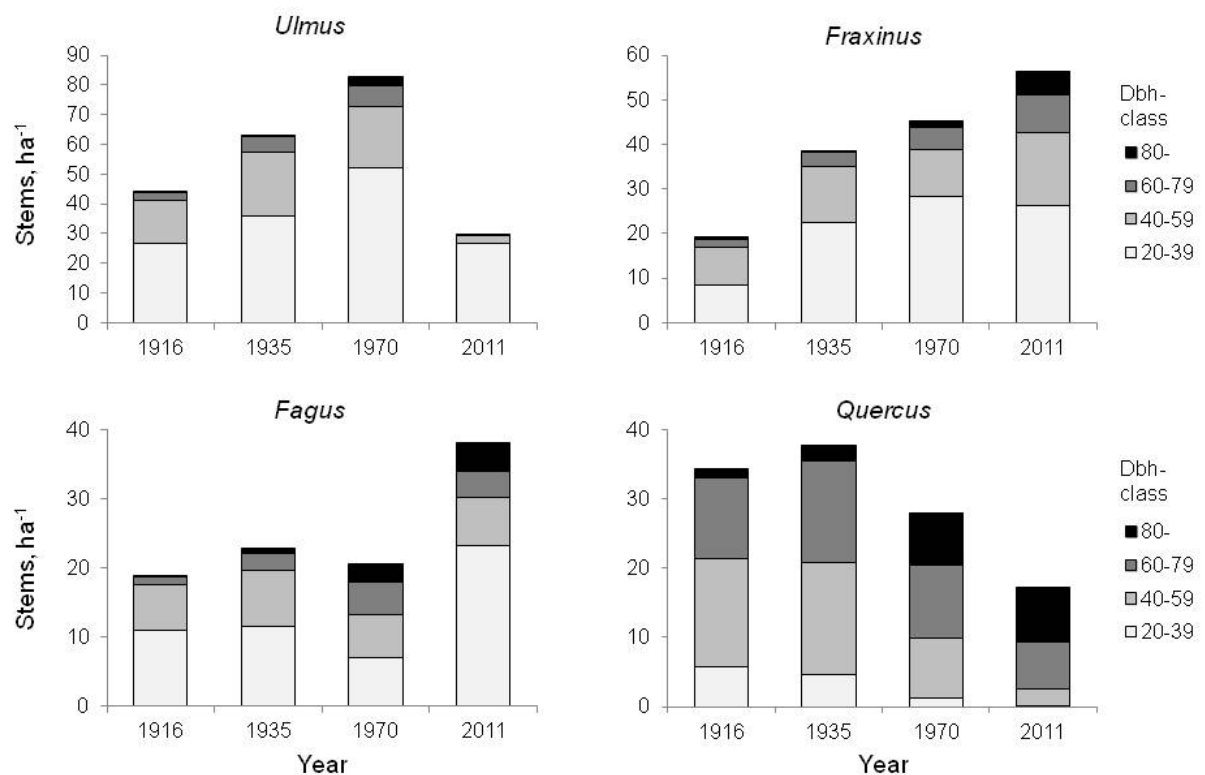
Artrika och välskötta underbestånd ökar flera viktiga värden i ekskogen utan att dessa värden behöver konkurrera med varandra. Första delen av detta projekt syftade på att baserat på arters egenskaper och deras regionala förekomst utveckla förslag på artblandningar som optimerar underbeståndens olika värden i södra Sverige.

Under 2012-13 genomfördes en analys av underbeståndens struktur, diversitet och dynamik med hjälp av de detaljerade skiktbeskrivningar och trädmätningar som görs på Riksskogstaxeringens permanenta och tillfälliga provytor (data från 2003-2012). Även en fältstudie i skånska ekplanteringar ingick i analysen. Resultaten redovisades i arbetsrapport nr. 48 i institutionens serie (Brunet 2013), samt som ett examensarbete (Nilsson 2012).

Resultaten visade att svenska ekbestånd för närvarande tyvärr har en låg potential för kvalitetsproduktion med hjälp av underbestånd, då underbestånd av lämplig täthet och sammansättning saknas i flertalet ekskogar. På längre sikt finns dock möjligheter att utveckla underbestånden för kvalitetsdaning i många ekbestånd. Avenbok, hassel, lind och lönn har högst värde vid sammanvägning av både produktionsvärden och markökologiska aspekter. Studier i ekplanteringar på åkermark visar att alla lämpliga lövträdsarter kan självföryngras och växa in i buskskiktet inom 30-40 år efter att eken planterats. Särskilt avenbok och lönnarterna lämpar sig att planteras samtidigt med eken som fröträd till ett framtida underbestånd.

Täta underbestånd med i övrigt höga värden kan emellertid också hindra naturlig föryngring i ekskogar. Detta är också ett problem i skyddad skog med höga naturvärden knutna till ek där plantering normalt inte förekommer. Därför fortsatte vi inom projektet med en långtidsstudie om underbeståndens relation till naturlig ekföryngring. Studien genomfördes i Dalby Söderskogs nationalpark där en unik serie av taxeringar från 1909-2013 analyserats (Brunet et al. 2014, Brunet 2015, Brunet et al., in ms). Resultaten visade att eken minskade kontinuerligt på bekostnad av andra trädslag sedan 1930-talet (Figur 1) och att naturlig föryngring av ek först skedde när skogens täta underbestånd av alm hade dött av almsjukan (Brunet et al. 2014). Därutöver kunde vi konstatera att den nuvarande tillväxten av unga ekar gynnas av minskad konkurrens från ask p.g.a. askskottsjukan (Brunet, opublicerade data). Slutsatsen från de båda delprojekten blir därmed att både produktionsbestånd och skyddade skogar behöver en aktiv skötsel av underbestånden om ekens höga värden skall säkras på lång sikt.

Resultaten från studien i Dalby Söderskog har under hösten 2013 presenterats vid seminarier på Ghents universitet i Belgien och på University of Minnesota i Minneapolis, samt vid ett seminarium i Alnarp den 11 nov 2014. Under 2015 planeras en återinventering av ekföryngringen i Dalby Söderskog.



Figur 1. Diameterfördelning av de fyra huvudträdslagen i Dalby Söderskog mellan 1916 och 2011 (antal stammar med diameter ≥ 20 cm, ha^{-1} , ur Brunet et al. 2014).

Slutligen har en del av projekttiden under 2014 använts för att lokalisera permanenta provytor i skånska ekskogar som anlades av Prof. Germund Tyler 1983. Inom 70 provytor (500 m^2) som kunde återfinnas inventerades under sommaren vegetationen och togs markprover av ett arbetslag från Ghents universitet (Belgien) i samarbete med Jörg Brunet. Under hösten 2014 gjordes fördjupade undersökningar i 35 av dessa provytor, med ytterligare markprovtagning och detaljerade mätningar av trädsiktet (position, dbh, höjd, tillväxt).

Materialet ingår i ett internationellt nätverk kallat ForestREplot (www.forestreplot.ugent.be). (Materialet från Dalby Söderskog, som beskrev ovan, ingår redan i två av nätverkets arbeten om dynamiken mellan träd- och fåltskikten i relation till globala miljöförändringar (De Frenne et al. 2013, Bernhardt-Römermann et al., in ms)). Den vidare bearbetningen av det insamlade materialet sker främst inom projektet PastForward (ERC consolidation grant till Prof. Kris Verheyen vid Ghents universitet). Målsättningen med projektet är att kvantifiera förändringar i tempererade skogars vegetation och att analysera effekter av globala miljöförändringar på deras ekologiska funktion. Underbeståndens roll för den biologiska mångfalden är en viktig del av projektets frågeställningar.

Publikationer:

- Bernhardt-Römermann, M., Baeten, L., Craven, D.J., De Frenne, P., Hédl, R., Bert, D., Brunet, J., Chudomelová, M., Cornelis, J., Decocq, G., Dierschke, H., Dirnböck, T., Dörfler, I., Heinken, T., Hermy, M., Hommel, P., Jaroszewicz, B., Keczyński, A., Kelly, D.L., Kirby, K., Kopecký, M., Lenoir, J., Macek, M., Máliš, F., Mirtl, M., Mitchell, F.J.G., Naaf, T., Newman, M., Peterken, G.F., Petřík, P., Schmidt, W., Standovár, T., Tyler, G., Van Calster, H., Verstraeten, G., Vladovič, J., Vild, O., Wulf, M. & Verheyen, K. Environmental baselines in meta-analyses - atmospheric deposition history and local stand characteristics drive changes in vascular plant diversity of deciduous temperate forests. (ms to be submitted).
- Brunet, J. 2013. Underbestånd i svenska ekskogar – sammansättning, struktur och potential för virkeskvalitet, markvård och biologisk mångfald. Arbetsrapport nr 48. Inst. f. sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
- Brunet, J., Bukina, Y., Hedwall, P.-O., Holmström, E. & von Oheimb, G. 2014. Pathogen induced disturbance and succession in temperate forests: evidence from a 100-year data set in southern Sweden. *Basic and Applied Ecology* 15: 114-121.
- Brunet, J., Holmström, E., Wahlgren, E. & Hedwall, P.-O. Disturbance of the herbaceous layer in eutrophic temperate forests following invasion by wild boar: a permanent plot study. (ms to be submitted).
- Brunet, J. 2015. Vildsvin och vitsippor – mer dramatik i Dalby Söderskog. *Svensk Botanisk Tidskrift* 109 (in press).
- De Frenne, P., Rodríguez-Sánchez, F., Coomes, D.A., Baeten, L., Verstraeten, G., Vellend, M., Bernhardt-Römermann, M., Brown, C.D., Brunet, J., Cornelis, J., Decocq, G., Dierschke, H., Eriksson, O., Gilliam, F.S., Hédl, R., Heinken, T., Hermy, M., Hommel, P., Jenkins, M.A., Kelly, D.L., Kirby, K.J., Mitchell, F.J.G., Naaf, T., Newman, M., Peterken, G., Petřík, P., Schulz, J., Sonnier, G., Van Calster, H., Waller, D., Walther, G.-R., White, P.S., Woods, K., Wulf, M., Graae, B.J. & Verheyen, K. 2013. Forest canopy closure buffers plant community responses to global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110 (46): 18561-18565.
- Nilsson, R. 2012. Etablering av underbestånd i planterade ekskogar. Master thesis no 186, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.

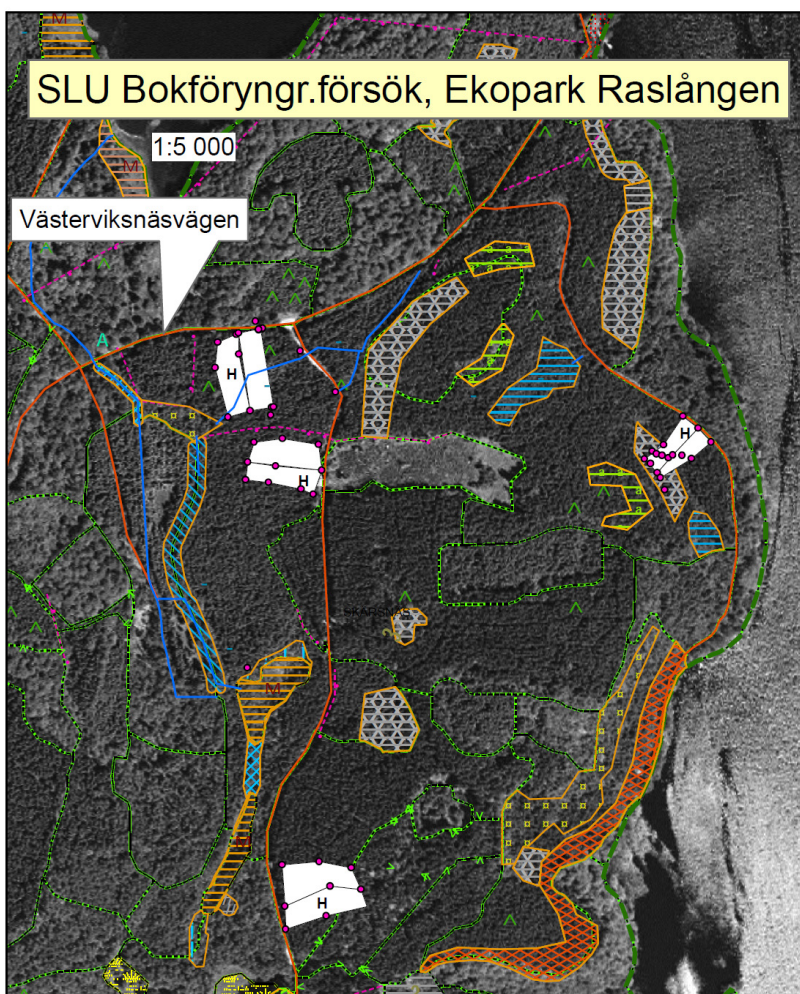
Överföring av granskog till bokskog – betydelse av hägn, skötsel och avstånd till lövskog för förnygring och biologisk mångfald

Projektledare: Prof. Magnus Löf, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
Medarbetare: Prof. Jörg Brunet, Jon Asgeir Jonsson (Master-student) och Emma Sandell (Master-student), sydsvensk skogsvetenskap. Projektet genomförs i samarbete med Sveaskog.

Aktiviteter 2012-2014

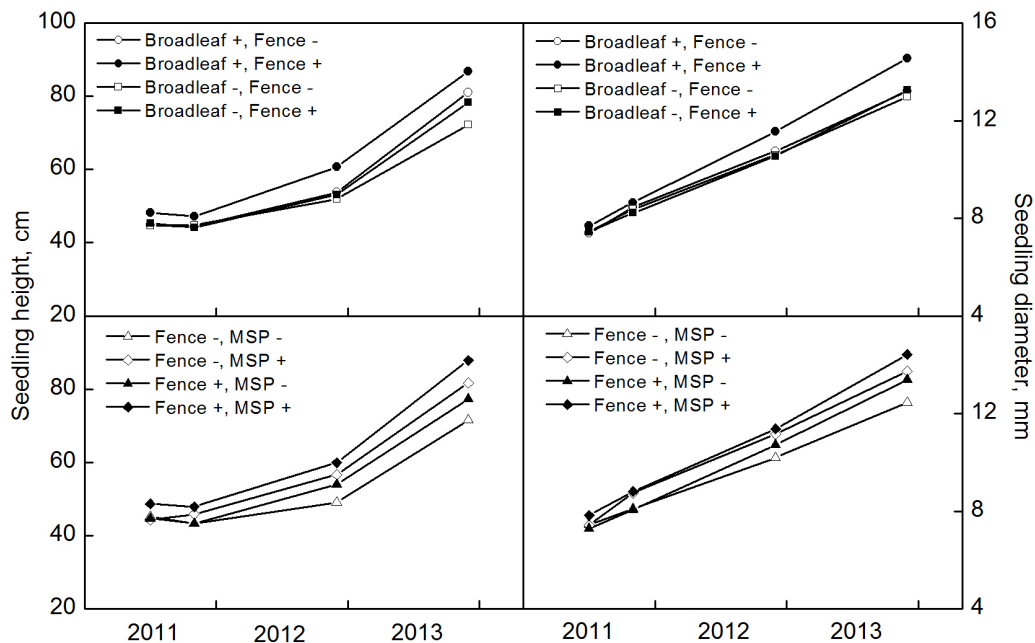
Vid anläggning av lövskog efter gran finns det ett stort kunskapsbehov om i vilken mån närhet till annan lövskog inverkar på förnygringsresultatet och mångfalden i träd- busk- och fältskiktet. Det saknas också kunskap om vad hägn betyder för förnygringen av enskilda trädslag, samt hur markberedning påverkar både planterade och naturligt förnygrade arter. Syftet med projektet var därför att testa effekter av invers-markberedning, hägn och närhet till lövskog på planterad bok, markvegetation och naturlig förnygring. Målet är att ta fram metoder för kostnadseffektiv omföring av granskog till lövskog.

Upplägget är ett blockförsök på kalmark efter planterad gran med fyra upprepningar (Figur 1). Varje block har en del nära befintlig lövskog, och en del nära planterad granskog. Varje block delades också in i en hägnad och en ohägnad del och inversmarkberedning utfördes i hälften av dessa delar vilket ger $4 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ behandlingsytor.



Figur 1. Läge av försöksblocken i ekoparken Raslängen. H markerar hägnen. Blocken 1-3 ligger i väster med block 1 i norr och block 3 längst söderut, medan block 4 ligger i öster.

De planterade plantorna mättes i juni 2011 och på hösten 2011, 2012 och 2013. På minst 15 levande plantor mättes planthöjd och stamdiameter ovan mark, samt vegetationstäckning runt plantorna i juni och oktober/november 2011, 2012 och 2013. Döda plantor noterades tills 15 levande plantor hade mätts upp. I behandlingar där antalet levande plantor var färre än 15, mättes alla plantor. Den naturliga förnyringen av andra trädslag och markfloras utveckling följs inom varje delbehandling i alla block. Den initiala inventeringen av förnyring och markflora från 2011 upprepades under sensommaren 2014 inom ramen för ett Masterarbete (Jon Asgeir Jonsson, in prep.).

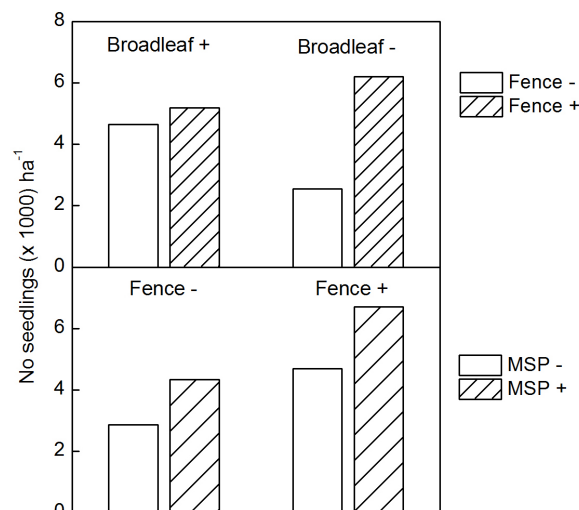


Figur 2. Tillväxten hos bokplantorna planterade i Raslången 2011 fram till hösten 2013. Hägn och utan hägn (Fence) och markberedning eller utan markberedning (MSP). Höjder till vänster och diameter till höger.

Markberedningen hade en signifikant positiv effekt på bokarnas plantöverlevnad, planthöjd och stamdiameter redan efter första växtsäsongen 2011. Effekterna på planthöjd och stamdiameter kvarstod även 2013 (Figur 2). Hägnen och närhet till lövskog hade däremot ingen effekt på dessa parameter (Sandell 2013). Markberedningen ökade även fältskiktets täckning signifikant både 2011 och 2012. Andelen betade plantor utanför hägnen var låg 2011 och 2012 men ökade något under 2013.

Den övervägande delen av plantdödligheten 2011-2012 inträffade mellan planteringen i maj 2011 och den första mätningen den 22 juni 2011. Hösten 2012 hade markberedda ytor en 20% högre överlevnad (73%) jämfört med ej markberedda ytor (53%). Dödligheten under 2013 var fortsatt låg (opublicerade data).

En preliminär analys av den naturliga förnyringen år 2014 visar att hägn har en större positiv effekt när lövskogen ligger längre bort, och att markberedning ökar antalet förnygade lövplantor (Figur 3). Resultaten visar också att naturlig förnyring av tall gynnas av hägn (ej visade data).



Figur 3. Antalet naturligt förnygrade plantor i Raslängen 2014 (>30 cm höjd) nära eller lång ifrån lövskog (Broadleaf) i kombination med och utan hägn (Fence) och med och utan markberedning (MSP).

Under 2014 höll Magnus ett föredrag på temat och deltog i en konferens i USA. Under 2015 kommer eventuellt försöket att mätas igen det andra Masterarbetet att slutföras och minst en vetenskaplig artikel kommer att skrivas där resultaten från åren 2011-2014 ingår. Dessutom planeras att skriva andra artiklar i ämnet. Under 2014 fick vi ett litet bidrag från Region Skånes miljövårdsfond på 100 000 kr där Raslängenförsöket ingick som en del, vilket kommer underlätta publiceringen av alla de data vi har samlat in.

Publikationer:

- Löf, M. 2014. Conversion of introduced conifer species to native hardwoods. In conference abstracts for IUFRO international conference on forest restoration, Purdue University, Indiana, October 22-24, 2014, abstracts available at www.purdue.edu.
- Löf, M., Jonsson, J.-A., Brunet, J. 2015. Restoring mixed beech forests by stand conversion of spruce: Effects of adjacent forest type, fencing and site preparation on seedling performance (In prep.).
- Löf, M., Bolte, A., Claesson, G., Jacobs, F.D. et al. 2015. From conifer plantations to native broadleaved forests: Adaptive management and its influence on environmental services – a review (In prep.).
- Sandell, E. 2013. Omvandling av granskog till ädellöv i södra Sverige – fallstudier från Söderåsens nationalpark och Raslängens ekopark. Master thesis no 216, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp.
- Löf, M. 2014. Restoration of high-value broadleaved forests in southern Sweden: Synergistic effects on biodiversity and economy. XXIV IUFRO World Congress, 6-11 October, Salt Lake City, USA (poster presentation).
- Stanturf, J.A., Madsen, P., Park, Y.-D., Blay, D., Engel, V.L., Löf, M., Gardiner, E.S. 2014. Restoration strategies, methods, and operations. XXIV IUFRO World Congress, 6-11 October, Salt Lake City, USA (oral presentation by Stanturf).
- Stanturf, J.A., Madsen, P., Dumroese, R.K., Palik, B., Löf, M. 2014. Novel and neo-native, native and exotic, restoration and intervention, oh my! XXIV IUFRO World Congress, 6-11 October, Salt Lake City, USA (poster presentation).

Sociala aspekter

Rekreativaspekter i lövskog

Projektledare: Mattias Boman, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU.

Medarbetare: Jens Peter Skovsgaard (samma institution), Matilda Van Den Bosch, Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi, SLU.

Projektet som helhet har enligt projektbeskrivningen tre huvudsakliga frågeställningar:

1. Vad är det samhällsekonomiska rekreativsvärdet av olika nivåer på lövskogsarealen, och vad styr detta värde?
2. Vilka preferenser har skogsbesökare i södra Sverige, bl.a. gällande skogens egenskaper såsom trädslagsfördelning?
3. Vilka faktorer ligger bakom skogsbesökarens hälsotillstånd, och vilken roll spelar trädslaget?

Aktiviteter 2014

Projektledare Mattias Boman är tjänstledig sedan början av 2013 på grund av arbete på annan ort (Trinidad och Tobago). Därför har aktiviteten i projektet minskat. Trots det har en hel del arbete utförts. Av praktiska skäl visade det sig under 2012 lämpligast att huvudsakligen satsa på frågeställning 3. Matilda Van Den Bosch (tidigare Annerstedt) erhöll 200 000 kr för forskning inom hälsoområdet. Annerstedts grupp har med stöd bl.a. av dessa medel arbetat vidare på deras forskning med så kallade "Virtual Reality" (VR)-miljöer, där man bland annat använder sig av en lövskogsmiljö i virtuell tappning för att testa stressåterhämtning och finner att ljud från naturmiljön kan ha en positiv effekt på stressåterhämtning. Arbetet har resulterat i en publicerad artikel (Annerstedt et al., 2013). Matilda har också gjort ansökningar till olika forskningsråd (exempelvis Ljudmiljöcentrum), där lövskogsprojektet angivits som medfinansierat. De fortsätter även att planera studier tillsammans med LTH, och kommer bland annat att starta ytterligare en studie i vår, där lövskogsprogrammet varit en stödjande faktor. Studien om skogsmiljö i VR-natur har också rönt stor medial uppmärksamhet.

Under 2013 allokerades också en del resurser till Jens Peter Skovsgaard för att bedriva slutföra forskning inom frågeställning 2 ovan. Den forskningen behandlar skillnader i attityder till olika skött ekskog mellan skogsförvaltare och utövare av friluftsliv i skog. Hittills har en populärvetenskaplig artikel publicerats (Skovsgaard et al. 2014) och en vetenskaplig artikel är under arbete (Petucco et al. 2014).

Anna Filyushkina är en doktorand som arbetar både på Köpenhamns universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp. Hon kan också sägas vara kopplad till detta projekt då hon i sitt doktorandprojekt fokuserar på ekosystemtjänster och skötsel av skogar i Norden. Skoglig rekreation ingår som en del här och hon kommer att under 2015 disputera. Hittills har en reviewartikel skickats in för granskning (Filyushkina et al. 2014).

Publikationer:

Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P., Hansen, Å.M., Währborg, P. 2013. Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest – results from a pilot study. *Physiology & Behavior* 118: 240-250.

Annerstedt van den Bosch, M. 2014. (In Press) Can the Global Burden of Disease Be Held at

- Bay by Our Forests? In *Man & Forest*. Eds. Johannesson, T. & Jönsson, G. Lund University, The Pufendorf Institute for Advanced Studies, Lund, Sweden.
- Annerstedt, M. 2014. "Skog och hälsa – forskningen visar vägen" ["Forest and health – Research aspects"] Book chapter in "Skogens sociala värden - Forskningen visar vägen" [The social values of forests – The research aspects], pp. 2-15. Eds. S Lundqvist, L Johnson, Publ. SLU
- Filyushkina, A., Strange, N., Löf, M., Ezebilo, E., Boman, M. 2014. Non-market forest ecosystem services and decision support in Nordic countries. Submitted *Scandinavian Journal of Forest Research*.
- Skovsgaard, J.P., Søndergaard Jensen, F., Petucco, C. 2014. Den rekreative værdi af udrensning i eg: Mener professionelle skov- og naturforvaltere, det samme som befolkningen? *Skoven* nr 1: 16-19.
- Petucco, C., Søndergaard Jensen, F., Skovsgaard, J.P. 2014. Recreational preferences depending on thinning practice in young even-aged stands of pedunculate oak (*Quercus robur* L.): comparing the opinion of forestry professionals and students in six European countries. (manuscript)

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

SLU

Box 49

SE-230 53 Alnarp

Telefon: 040-41 50 00

Telefax: 040-46 23 25

Southern Swedish Forest Research Centre

Swedish University of Agricultural Sciences

P.O. Box 49, SE-230 53 Alnarp

Sweden

Phone: +46 (0)40 41 50 00

Fax: +46 (0)40 46 23 25