



FOTO: SKOGFORSK

Marie Larsson-Stern, Skogforsk.

Här listar VISION tio forskningsartiklar från Skogforsks senaste finansieringsperiod 2013-2016 som gjort skillnad – ute i skogsbruket eller för fortsatt forskning och utveckling.

– Vi vill visa på bredden i vår forskning och även vilken betydelse enskilda forskningsresultat kan få för skogsbrukets utveckling, säger Marie Larsson-Stern, forskningschef på Skogforsk. Listan har förstas inget inbördes rangordning.

Hon är mån om att resultaten från verksamheten ska nå ut och verkligen göra skillnad i näringen.

– Artiklarna är visserligen bara några exempel, men alla har bidragit till ny viktig kunskap, praktiska lösningar eller ändrade regelverk. Och inte minst till nya forskningsidéer.

Hon betonar också att forskning och utveckling i allt högre grad är ett lagspel där det är nödvändigt med samarbete över både nations- och disciplinräns. Därför är det viktigt för Skogforsk att delta i internationella forskarnätverk och samarbeten med industrin. Och att synas i forskarvärlden:

– Det är positivt att så mycket av vår forskning publiceras i välrenommerade tidskrifter. Då blir de både vetenskapligt granskade och exponerade för forskarvärlden. Men också ”smalare” tidskrifter kan vara väl så effektiva för att nå dem som verkligen har nytta av resultaten.

10 RESULTAT SOM GJORT SKILLNAD!

Text: MATS HANNERZ | Foto: SVERKER JOHANSSON/BITZER

Standardiserade maskinkostnader underlättar internationella jämförelser

■ Vilken ny maskin ska mitt företag köpa? Hur mycket ska jag ta betalt som entreprenör? Vad kostar avverkningen för mig som skogsägare? Och hur ska jag som forskare jämföra lönsamheten för maskiner och metoder?

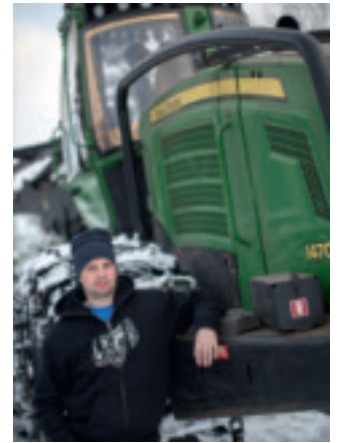
Kostnadskalkyler kan vara nog så knepiga att ta fram inom samma land. Men går man över nationsgränserna blir det ännu värre. Hur tar man hänsyn till olika skattesystem, avgifter, bidrag och regelverk för löner och andra ersättningar när man jämför kostnader?

Forskare, beställare och producenter har länge brottats med problemen att göra internationella prisjämförelser. Skogforsk har nu deltagit i ett COST-projekt inom ramen för EU-samar-

betet. Projektet har tagit fram en standard för att på ett transparent sätt beräkna skogsbrukets maskinkostnader i olika länder. I artikeln beskrivs modellen, och dessutom kan läsaren ladda ner en Excel-fil med hela kostnadskalkylen. Helt fritt!

Nyttan

– Den här modellen har förutsättningar att bli en internationell standard för maskinkostnadskalkyler. Den används idag vid flera nationella och internationella forskningsinstitutioner, bland annat IIASA. FPInnovations i Kanada kommer troligen att utgå från den när de tar fram sin nya kalkylmall, säger Lars Eliasson, Skogforsk och en av författarna bakom artikeln.



Störst kör först. Mikael Karlsson var testförare när Skogforsk jämförde maskinstorlekar.

Artikeln

Ackerman, P, Beibo, H., Eliasson, L., de Jong A., Lazdinis, A. & Lyons, J. 2014. The COST model for calculation of forest operations. International Journal of Forest Engineering 25(1), 75-81.

Nya modeller räddar tallen när klimatet blir varmare

■ Landsöverskridande, klimat-anpassade användningsrekommendationer för tall. Det är resultatet av ett långvarigt samarbete mellan Skogforsk, SMHI, Rosaby Centre och finska Naturresursinstitutet LUKE.

Bakom beräkningarna ligger uppgifter från över en halv miljon träd i Finland och Sverige. Tillsammans med 22 klimatvariabler visar de nya modellerna hur tallen påverkas av förflyttning i dag – och i ett framtida klimat.

De modeller som utvecklats är giltiga i både Finland och Sverige och de kan användas för alla idag använda skogsodlingsmaterial med tall. I modellerna är temperatursumma viktigast för att be-



skriva planteringslokaler och latitud (fotoperiod) viktigast för att beskriva förflyttningseffekter.

Nyttan

Klimatanpassningen görs redan i praktiken då klimatförändringarna inkluderades i det svenska verktyget Plantval 2011. Det används av

plantskolor och plantbeställare. I oktober kommer en ny version av Plantval Tall med de nyutvecklade modellerna, vilka också använts i Finland där användningsområdena för tall nyligen justerats norrut.

– I början av 2017 lanserar vi desutom en gemensam version av Plantval Tall för Finland och Sverige. Vårt resultat visar att det går lika bra att använda en finsk plantage i Sverige och en svensk i Finland. Tallens gener bryr sig inte om nationsgränser, säger Mats Berlin som är koordinator för arbetet med de nya klimatmodellerna.

Artikeln

Berlin, M., Persson, T., Jansson, G., Haapanen, M., Ruotsalainen, S., Barring, L. & Andersson Gull, B. 2016. Scots pine transfer effect models for growth and survival in Sweden and Finland. Silva Fennica 50(3), article id 1562.

Optimering ger smartare bränsletransporter

■ Skogsbränsle har en viktig roll i Sveriges omställning till fossilfri energiförsörjning. Men bränslet är skrymmande, det har lågt värde jämfört med rundtimmer och konkurrensen med andra energislag är knivskarp. Köparna har knappast utrymme att betala mer, ökad lönsamhet handlar i stället om att minska kostnaden för råvaran. Inte minst för transporterna eftersom de står för en femtedel av skogsbränslets kostnader hos kunden.

I artikeln har optimeringsexperter knutna till Skogforsk analyserat samtliga skogsbränsletransporter i Sverige under ett år med data från skogsbrukets egen "IT-hub" – SDC. Det handlar om 58 000 avverkningar, 200 000 transporter och 647 mottagare i form av terminaler eller värmeverk. Resultaten visar att det finns potential att frakta bränslet mer kostnadseffektivt – fem procent genom optimerade transporter inom

företaget, tre procent genom att utnyttja säsongsvariationerna bättre, sju procent genom att samordna olika sortiment och sex procent genom samarbete. Totalt handlar det om potentiella besparingar på 22 procent.

Nyttan

– Skogsbränslet har det tufft idag i konkurrensen med andra energibärare. Samtidigt finns en enorm energipotential i våra växande skogar. Våra optimeringslösningar hjälper idag skogsbruket till bättre planering i hela försörjningskedjan, säger Mikael Rönnqvist, professor i optimering med ett långvarigt samarbete med Skogforsk.

Artikeln

Flisberg, P., Frisk, M., Rönnqvist, M. & Guajardo, M. 2015. Potential savings and cost allocations for forest fuel transportation in Sweden: A country-wide study. *Energy* 85, 353-365.



Forskare kritiserar mått för vattenfotavtryck



■ "Ekologiskt fotavtryck" är ett mått på mängden resurser som en människa förbrukar. Måttstocken används också för vatten.

Vattenfotavtrycket (Water footprint) uttrycker den mängd

vatten som konsumeras för att producera en vara eller en tjänst.

Här blir det lite knepigt för skogsbruket. Vattenfotavtrycket räknar nämligen in avdunstningen (evapotranspirationen)

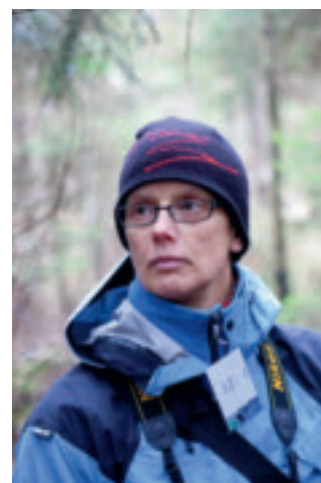
som konsumtion, och det är en av de största posterna när fotavtrycket appliceras på svensk skog.

I artikeln kritiserar forskarna sättet att använda vattenfotavtrycket för skog i regioner med riklig nederbörd.

De menar att evapotranspirationen är en naturlig del av vattnets cykel som inte bör räknas in i fotavtrycket för dessa skogar. Även en örörd skog avdunstar ju vatten, och vattnet cirkulerar tillbaka till skogen som nederbörd. Avdunstningen bör därför inte ses som konsumtion, menar forskarna.

Nyttan

– Vår forskning har bidragit till att förklara vattnets kretslopp i skog i Norge, Sverige och Finland och vilken påverkan skogsbruk har i detta system. Det går inte att använda samma mått för en svensk brukad skog som för en bevattnad bomullsodling, säger vattenforskaren Eva Ring på Skogforsk.



Eva Ring, vattenforskaren, Skogforsk.

Artikeln

Launiainen, S., Futter, M.N., Ellison, D. Clarke, N., Finér, L., Högbom, L., Laurén, A. & Ring E. 2014. Is the water footprint an appropriate tool for forestry and forest products: The Fennoscandian case. *Ambio* 3, 244-256.

10

RESULTAT
SOM GJORT
SKILLNAD!

FOTO: SKOGSBRUK

Drömmen om den röttåliga granen

■ Rottröten växer inte lika snabbt i alla träd – det finns en genetisk variation och därmed en potential att förädla fram mer röttåliga granar. Skogsforsks förädlingsprogram för gran har haft ett mångårigt samarbete med forskare vid bland annat SLU för att undersöka hur de genetiska sambanden ser ut.

Med avkommor från två av förädlingspopulationens föräldraträd kunde forskarna konstruera en genkarta, och där lyckades man för första gången identifiera några av de DNA-sekvenser som är kopplade till försvaret mot rottröta. Totalt hittade man 13 genmarkörer som man arbetar vidare med.

Nyttan

Malin Elfstrand, molekylärbiolog och expert på rottröta vid SLU, samarbetar med Skogforsk kring genkartläggningen. Hon berättar att de

identifierade markörerna nu undersöks närmare i granar från TreO-plantagerna som testas för motståndskraft mot rottröta.

– Molekylära markörer för resistens kan användas i förädlingen. Vi kan kanske inte förädla fram helt rottrötefria granar, men markörerna vi har kan till exempel användas för att screena unga plantor och välja bort de med sämst motståndskraft, säger hon.

Bo Karlsson, granförädlare på Skogforsk, fyller på med att även små framsteg får stor betydelse:

– Lyckas vi förädlare minska rötan med några procent betyder det mycket för skogsbruket, säger han.

Artikeln

Lind, M., Källman, T., Chen, J., Ma, X-F., Bousquet, J., Morgante, M., Zaina, G., Karlsson, B., Elfstrand, M., Lascoux, M. & Stenlid, J. 2014. A *Picea abies* linkage map based on SNP markers identifies QTLs for four aspects of resistance to *Heterobasidion parviporum* infection. *PLoS ONE* 9(7): e101049. Doi: 10.1371/journal.pone.0101049.

Brukade skogar och naturskogar har samma genetiska variation

■ Vad händer med den genetiska variationen hos träden när vi brukar skogen? Det är en viktig fråga som påverkar skogens förmåga till långsiktig anpassning, till exempel till ett förändrat klimat. Om för få träd är föräldrar ökar släktskapet mellan avkommorna och den genetiska variationen minskar.

En studie från Skogforsk och SLU har nu jämfört den genetiska variationen på DNA-nivå mellan orörd naturskog, fröträdssföringring och plantering med förädlade tallar. Undersökningen genomfördes med material från tallbestånd i tre regioner i norra Sverige. I varje region ingick de tre olika beståndstyperna, och från varje bestånd samlades prover in från 200 träd. Trädens DNA från cellkärnor, kloroplaster och mitokondrier undersöktes med genetiska markörer, så kallade mikrosatelliter.

Det visade sig att det inte gick

att se någon skillnad mellan beståndstyperna, vare sig i inavelsgrad eller andelen sällsynta och unika genvarianter. Förklaringen antas vara att tillräckligt många föräldraträd har bidragit till den nuvarande trädgenerationen, vilket innebär att den genetiska variationen bevarades på samma nivå.

Nyttan

– Ett viktigt resultat är att förädlade plantor från fröplantager inte minskar den genetiska variationen. Vi hade förväntat oss till och med en högre variation i de förädlade skogarna då föräldraträden kommer från ett geografiskt större område och därmed förväntas vara mer obeståndade. Möjligen var analysmetoden inte tillräckligt skarp. Nu utvecklas snabbt nya genetiska metoder som ger möjlighet till högre upplösning.

Det säger Bengt Andersson Gull, Skogforsk, som är en av författarna. Han betonar också att studien är unik – han känner inte till någon liknande undersökning som har haft ett lika bra försöksmaterial.

Artikeln

Garcia Gil, M.R., Floran, V., Östlund L., Mullin, T.J. & Andersson Gull, B. 2015. Genetic diversity and inbreeding in natural and managed populations of Scots pine. *Tree Genetics & Genomes* 11: 28. doi:10.1007/s11295-015-0850-5.



Bengt Andersson Gull har koll på den genetiska variationen.

Effektivare naturvård med hänsyn till regionala skillnader

■ Skogens dynamik, historiska arv, klimat och ägarstruktur skiljer sig stort från södra Sveriges lövskogslandskap till norra Sveriges barrskogsbälte. Men regelverk och strategier för hänsyn och naturvård är nästan de samma. I artikeln argumenterar ett stort antal naturvårdsbiologer från olika delar av Sverige för att naturvården i högre grad bör anpassas till regionala förutsättningar.

De presenterar ett beslutsstöd

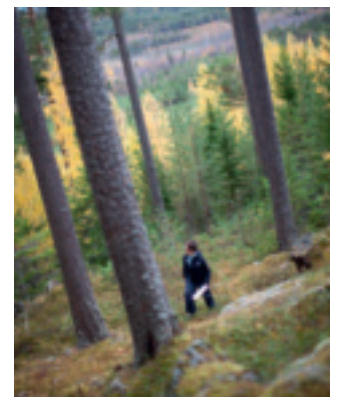
för hur naturgeografiska skillnader ska ges större tyngd i naturvårdsstrategier och policys. Det startar med att formulera övergripande mål för naturvårdspolitik. Steg för steg bryts målet ner i regionala mål och beskrivningar av den naturgeografiska regionens förutsättningar. Om naturvården blir mer regionalt anpassad kommer den också att bli effektivare.

Nyttan

– Artikeln har lett till ett arbete med att ta fram en regionindelning för Sverige som kan användas för att anpassa naturhänsynen vid avverkning. Det kan till exempel handla om att prioritera vilka biotoper som är särskilt viktiga att spara i olika delar av landet, säger Lena Gustafsson från SLU.

Artikeln

Gustafsson, L., Felton, A., Felton, A.M., Brunet, J., Caruso, A., Hjärtén, J., Lindblad, M., Ranius, T., Roberge, J.-M. & Weslien, J. 2015. Natural versus national boundaries: the importance of considering bio-



geographical patterns in forest conservation policy. *Conservation Letters* 8, 50–57.

Kartläggning ger hopp om askens framtid

■ Många är rädda att asken ska gå samma öde till mötes som almen med sin almsjuka. De första skadorna av askskottsjuka rapporterades i Sverige 2001–2002, och fem år senare var sjukdomen spridd i hela det svenska utbredningsområdet. Skogforsk bestämde sig då för att inventera skador och dödlighet i de två fröplantager som finns i landet. I plantagerna Snogeholm och Trolleholm i Skåne finns ympar (kloner) av 106 askplusträd från södra Sverige.

Det visade sig att inga askkloner var helt resistent, däremot fanns en stark genetisk komponent för mottaglighet mot sjukdomen. Med urval av friska individer och traditionell skogsträdsförädling finns det hopp för asken.

Den vetenskapliga artikeln blev den mest nedladdade i tidskriften *Scandinavian Journal of Forest Research* med 4 500 visningar på kort tid, och den har blivit flitigt citerad av andra forskare. Studien har också fått uppföljare, bland annat i Danmark och Litauen.

Nyttan

– Studien var en av de första som behandlade genetiska skillnader i

askskottsjuka, dessutom med en statistiskt bra försöksdesign. I dag vet vi att det går att bromsa skadorna genom urval av friska individer. Skogforsk har nu registrerat över 500 vitala askar i bestånd från Skåne till Uppland. Om några år besöker vi träden igen.

– Tanken är att vi ska göra artificiell resistentstest och sedan använda de mest motståndskraftiga till nya fröplantager, säger Lars-Göran Stener.

Artikeln

Stener, L-G. 2013. Clonal differences in susceptibility to the dieback of *Fraxinus excelsior* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(3), 205-216.

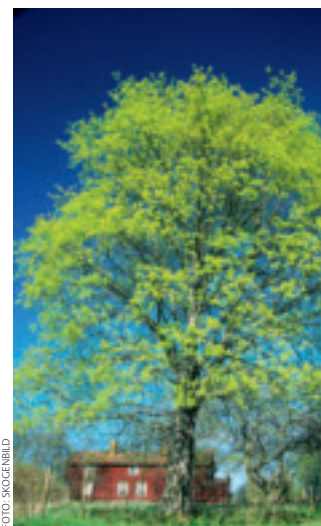


FOTO: SKOGENBILD

Inte bara virket hotas – asken är också en viktig del av kulturarvet.

Bättre prioritering av dikesrensning

■ Jodå, dikesrensning kan få fart på trädens tillväxt. Det är nu bekräftat i den kunskapssammanställning som Skogforsk har gjort tillsammans med finska forskningsinstitutet LUKE.

I talkskog på torvmark har man mätt upp tillväxtökningar på 0,5–1,8 m³ per hektar och år under 15–20 år efter dikesunderhållet. Ett viktigt resultat för praktiken är att dikesrensning ger liten effekt om virkesförrådet är över cirka 150 m³ per hektar. Tillväxteffekten verkar också vara liten eller obetydligt om den ursprungliga grundvattennivån är djupare än 30–40 cm under markytan. Dikesrensning bör därför prioriteras i samband med slutavverkning eller i ung gallringsskog.

Nyttan

– Resultaten visar att beståndets utveckling har stor betydelse för vattenförhållandena i marken och att dikesrensning ger bäst effekt i början av omloppstiden. Den kunskapen gör att vi bättre kan prioritera vilka objekt som ska dikesrennas, säger Ulf Sikström, Skogforsk. Artikeln pekar också på avsaknaden av försöksresultat från Sverige – alla studier som berör tillväxt är gjorda i Finland.



– Vi har nu börjat täppa igen kunskapsluckan med en studie av 14 dikesrensade bestånd från Överkalix i norr till Nybro i söder. Med årsringsanalys försöker vi uppskatta tillväxteffekterna, fortsätter Ulf Sikström.

Artikeln

Sikström, U. & Hökkä, H. 2016. Interactions between soil water conditions and forest stands in boreal forests with implications for ditch network maintenance. *Silva Fennica* 50(1), article id 1416.

Minskat luftmotstånd sparar miljö och pengar

■ Lastbilstillverkare har jobbat länge med aerodynamiken för att minska bränsleförbrukningen. Hytterna har fått en mjukare och mer vindavstötande utformning, men när bilen ska byggas ut till ett helt timmerekipage kommer vindmotståndet mer i skymundan. Det är mycket som bromsar på en timmerbil – släp, last, stakar och kranar. Den här artikeln visar hur enkla lösningar för vindavvisning kan minska bränsleförbrukningen och spara miljö och kostnader.

Studierna genomfördes av Skogforsk tillsammans med lastbilstillverkare, komponenttillverkare och Linköpings universitet. Den skalenliga modellen som testades i vindtunnel visade hur vindavvisare på hytten, nedfällda stakar vid tomlast och täckning av utrymmet framför och mellan travarna kan sänka vindmotståndet rejält.

Nyttan

– Studierna var en del av ETT-projektet, där vi arbetar med längre och tyngre fordon. I projektet ETT-aero visar vindtunneltesterna en stor potential, det kan handla om upp till 20–25 procent lägre vindmotstånd och 10 procent lägre

bränsleförbrukning. Nu går vi vidare med skarpare tester. Våra vindavvisande åtgärder ska monteras på tre fordon för att se vilka vinster vi kan göra i praktiken, berättar Claes Löfroth, vägtransportexpert på Skogforsk.

Han fortsätter:

– Lite kurios är att Scania släppte sin första lastbilsmodell på 20 år nu i slutet av sommaren. Där har man arbetat hårt med aerodynamiken, och deras tekniker deltog också i det vindtunnelprojekt som artikeln handlade om.

Artikeln

Löfroth, C., Karlsson, M., Gårdhagen, R., Ekman, P. & Söderblom, D. 2015. Aerodynamics of timber trucks – a wind tunnel investigation. *SAE Technical Paper* 2015-01-1562. Doi: 10.4271/2015-01-1562.



Claes Löfroth testar vindsmarta lastbilar i en vindtunnel.