

KORVLETARE MOT BARKBORRAR

AV PETTER HAMMARBÄCK

NATTEN MELLAN den 8 och 9 januari 2005 fälldes fler träd i södra Sverige än vad som normalt avverkas under ett helt år i hela landet. Många har jobbat mycket hårt och mycket har redan gjorts, men det återstår fortfarande ett enormt arbete med att ta till vara allt virke. Tillsammans motsvarar de liggande träden ett värde på 17 miljarder kronor.

Men det handlar inte bara om att rädda det som räddas kan. Skogsbruket hotas nämligen av mycket stora insektsangrepp om inte de flesta vindfällna av gran är ute ur skogen före augusti i år.

De träd som ligger kvar ökar nämligen risken för insektsangrepp, vilket kan orsaka stora skador även på den återstående skogen. De skadedjur man fruktar mest är granbarkborre och snytbagge. Men även mörkborre och randig vedborre är farliga insekter som kan förstöra mycket skog.

REDAN OMHÄNDERTAGET

Idag uppskattas två tredjedelar av den stormfällna skogen ha skördats. Men det gäller främst på de största och mest lättillgängliga hyggerna. På de mindre och mer svårtillgängliga ställena ligger den största mängden stormfällad skog fortfarande kvar, och det är där den kan göra störst skada.

Skogsstyrelsen räknar med att om 1,5–4 miljoner kubikmeter stormfällad skog ligger kvar efter årets sommar kan detta i värsta fall leda till skador på upp till 20 miljoner kubikmeter levande skog de följande tre åren om vädret är gynnsamt för skadeinsekterna. Och det skulle innebära ytterligare förluster

på upp till 5 miljarder kronor för de redan hårt drabbade skogsägarna. Men för att kunna ta hand om den stormfällna skogen måste man veta var den ligger och hur mycket skog som faktiskt fallit. Och det är här Carabas kommer in i bilden.

SVÅRA ATT HITTA

Stormfällna granar som ligger ovanpå varandra bildar stora brötar som kan vara fem till tio meter höga och mycket svåra att ta vara på. Dessutom är det från marken svårt att se hur mycket skog som egentligen ligger ner. Inventering i stormfällad skog är både riskfylld och svår att genomföra.

Därför har flygbilder varit ett värdefullt hjälpmedel under arbetet med att kategorisera och ta reda på var skadorna är som värst. Men inte ens med flygfotografering får man reda på hur mycket timmer som faktiskt ligger ner respektive står kvar.

Flygfotografering ställer krav på bra väderlek och god sikt. Radar är en bättre lösning för att verkligen få en bild av läget, men då krävs det förstås en radar som kan ta bilder ovanifrån och har förmågan att se in i och igenom vegetationen.

SER IGENOM

Carabas (Coherent All Radio BAnd Sensing) är egentligen en militär, flygburen radarteknik som utvecklats av FOI (Totalförsvarets forskningsinstitut) och Ericsson Microwave Systems för militära ändamål.



Granbarkborre, eller åttatandad barkborre som den också kallas, förökar sig under barken på färsk vindfällad granar, i granvirke och i stående levande granar som dödas vid angreppet. Granbarkborren är en av de största skadegörarna på skog i Europa och kan under vissa förhållanden döda stora mängder av stående granar. FOTO: RUNE AXELSSON

Generellt kan man säga att granar som var yngre än 30 år klarade sig under stormnatten, medan äldre granar föll som furor.

FOTO: LARS MALM, KONTRAST FOTO

Med en kombination av militär teknik och avancerade datorprogram ska man minska skadeverkningarna efter stormen Gudrun. Fortfarande står stora värden på spel. Det som stormen inte förstörde kan barkborrarna nämligen komma att äta upp.



FAKTA

MER OM CARABAS

Carabas är ett svenskt utvecklat radarsystem med speciella egenskaper, som från början togs fram som ett sätt att upptäcka militärfordon dolda i vegetationen.

Carabas är en typ av SAR (Syntetisk aperturradar) som arbetar med mycket låga frekvenser (långa våglängder) vilket ger radartypen unika egenskaper. Vanlig radar, värmekameror, infrarödkameror och annan sensorteknik har brister som försvårar upptäckten av militära mål som gömmer sig eller som använder någon form av vilseledning.

Exempel på sådana gömmor och vilseledande manövrar sågs under kriget i Jugoslavien, där de stridande förbanden utnyttjade skogsterrängen för att gömma undan sina förband. Ett annat exempel är Gulfkriget, under vilket Irak gömde Scudrobotar i civila fordon. Traditionella spaningstekniker misslyckades i båda dessa fall med att upptäcka de gömda målen. Men med Carabas kommer de inte undan.

Carabas är i det närmaste omöjligt att lura med smygteknik, som innebär att båtar och flygplan utformas för att vilseleda ekona till vanliga radarstationer. Tack vare den långa våglängden känner Carabas av farkostens storlek istället för dess form, och då ger smygtekniken ingen minskning av radarekott.

Carabas arbetar inom frekvensområdet 20–90 MHz, vilket innebär våglängder på mellan 3 och 15 meter – den storlek som de flesta intressanta mål har. Den långa våglängden innebär också att små objekt (mindre än våglängden) inte påverkar signalen nämnvärt. Det är även detta som gör det möjligt för Carabas att tränga igenom även mycket kompakt växtlighet och avslöja dolda mål i tät skog.



Det här är en bild fotograferad från marken tagen på den skogsväg som syns i bild och som markerats med en gul ring på flygfotot och radarbilderna. FOTO: JOHAN FRANSSON, SLU

Projektet startade som ett forskningsuppdrag av FOA (nuvarande FOI) redan 1985 där den speciella radartekniken ursprungligen togs fram som ett sätt att upptäcka militärfordon som är dolda i vegetationen.

Objekt som är mindre än en halv våglängd (mindre än 1,5–7,5 meter) filtreras helt enkelt bort av den elektromagnetiska interaktionen, och därför kan man med Carabas även se igenom tät vegetation.

Antalet falska upptäckta mål när radarn letar efter fordon i storleksordningen mindre lastbil brukar ligga på 0,1–1 per kvadratkilometer. Det är en hundrafalt bättre träffsäkerhet än med tidigare metoder och tillräckligt bra för att metoden ska vara operativt intressant för militära spaningsuppdrag.

SER SKOGEN TROTS ALLA TRÄD

Tekniken har huvudsakligen testats vid skogsinventering av stående skog över

mindre områden och befunnits vara mycket användbar.

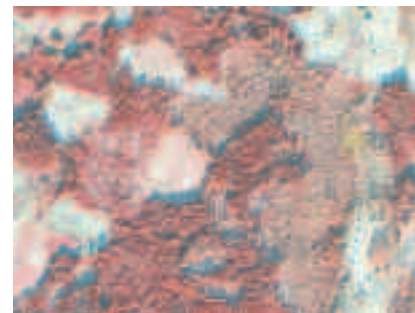
”Potentialen för att hitta stormfälld skog upptäcktes redan 1999 vid ett första test efter stormen i Skåne”, berättar Johan Fransson, som är docent i skoglig fjärranalys vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå.

Men det var först när flygningarna gjordes över Kronobergs och Jönköpings län under januari i år som tekniken fick sitt verkliga civila genombrott.

Tack vare att Carabas är flygburen kan mycket stora markområden sökas av på kort tid. Från luften registreras radarekon från markytan och därigenom är det möjligt att bilda sig en uppfattning om skadorna. Radarbilderna kan även utgöra underlag för kartor som ska ritas och tekniken är mycket effektiv.

”Hela Sverige kan i princip kartläggas på 24 timmar”, berättar Lars Ulander, som är projektledare på FMV (Försvarets Materielverk).

FOTO: JOHAN FRANSSON, SLU

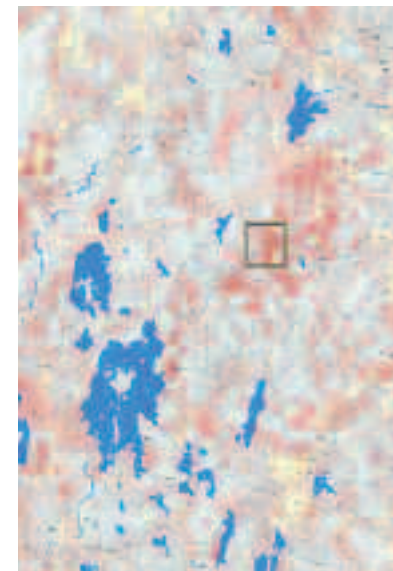


Flygfoto som visar stormskador inom det inrutade området på den sammansatta kartbilden.

FOTO: JOHAN FRANSSON, SLU



Carabas radarbild över samma område som på flygfotot. Här framträder större föremål som staket, ledningsgator, byggnader och liggande träd, medan mindre föremål är mörka.



Det här är en sammansatt kartbild som visar stormskador över ett område på cirka sex kvadratmil mellan Växjö och Ljungby i Småland. Fyrkanten i högra delen är den del av kartan som förstörats upp och visas på intilliggande flyg- och radarbilder. Detekterade stormskador visas överlagrade i rött med maximumvärdet av fyra Carabas-bilder som bildbotten, registrerade i nordöst-sydvästlig, öst-västlig, sydöst-nordvästlig och syd-nordlig flygriktning den 19 och 20 januari 2005. Vatten, jordbruksmark, tätorter och vägar är hämtade från Vägkartan.

Foto: Johan Fransson, SLU



Carabas är ett bra exempel på hur militär spjutspetsteknik kan användas för civila ändamål och rädda skog till ett värde av många miljarder kronor.

OBEROENDE AV VÄDER

En annan fördel med Carabas är att radarn är oberoende av väder och ljusförhållanden. Den ser inte bara genom kraftig vegetation, utan också genom regn, snö, dimma och moln, vilket innebär att det går bra att använda tekniken i Sverige även på vintern.

Den viktigaste anledningen till att man valde Carabas var dock dess noggrannhet. Men också tidsaspekten var viktig, eftersom man vill ha fram uppgifterna innan våren. Flygfotografering fungerar inte så bra vintertid, och med sådana optiska metoder klarar man inte att hitta brötar i flygbilder inne i stående skog, det vill säga där letandet huvudsakligen sker nu.

”Förutom att radarbilderna visar exakt var de skadade skogsområdena finns kan man även uppskatta virkesvolymen”, förklarar Johan Fransson.

Normalt sett är det med radarteknik svårt att särskilja små träd och träd som ligger på marken från ojämnheter i terrängen, till exempel stora stenblock i skogen. Men stormen faller i regel inte träden nere vid roten. Antingen bryts trädstammen helt enkelt av ett par meter över marken eller så välter trädet med hela roten. I båda fallen hamnar trädstammen en bra bit ovan mark och är därför lättare att hitta med radar.

På en radarbild med bara ett fåtal vindfällen är det ingen konst att skilja träd som ligger ner från träd som står kvar. Men i ett bröte där hundratals stammar ligger kors och tvärs över varandra är det svårt att se den stående skogen för alla stormfällda träd, även på en radarbild.

SE FÖRÄNDRINGAR

Ett problem med den snabba kartläggningen är att man får in ofantliga mängder registrerade föremål. För att sälla i datamängden brukar man registrera förändringar i området, så kallad förändringsdetektering.

Förändringsdetektering innebär att man flyger över ett område två gånger för att hitta skillnader mellan bilder från olika tillfällen. Då hittar man bara mål som har ändrat position sedan sist. Slutresultatet är direkt kopplat till hur lika bilderna blir över oförändrade områden. Praktiska experiment före Gudrun har gett mycket goda resultat.



Vart tar alla träd vägen?

Av det stormvirke som upparbetats har 5 miljoner kubikmeter levererats till skogsindustri i Sverige utanför stormområdet, medan cirka 2 miljoner kubikmeter har exporterats. Det totala lagret var vid årsslutet nästan 25 miljoner kubikmeter, medan lagret av timmer uppgick till drygt 18 miljoner kubikmeter. Detta motsvarar ungefär ett och ett halvt års normalförbrukning i sågverksindustrin i området, enligt Skogsstyrelsen.

Skog föl i för 17 miljarder

Den totala kostnaden för stormens verkningar uppgår enligt Skogsstyrelsens första beräkningar till cirka 17 miljarder kronor. Siffrorna bygger på den uppskattade volymen skog som föll, det vill säga 75 miljoner kubikmeter vilket innebär en tiondel av all skog i området. På en natt föll lika mycket skog som normalt avverkas i hela Sverige under ett år. Två veckor efter Gudrun saknade fortfarande 28000 hushåll elström och 30400 abonnenter fast telefon. Ett dygn efter stormen var cirka 250000 hushåll utan ström och fast telefon. I de värst drabbade områdena slogs även all mobil telefoni ut.

Stormfälld skog är svår att skörda och kräver en hel del manuell sågning. En rotvälta kastar ofta upp småsten och grus på stammen som måste sopas bort. Annars blir sågarna snabbt slöa. FOTO: HANS RUNESSON, SÖDRA

Men när stormen gjort sitt går det ju inte att hitta förändringar i efterhand om områdena inte redan har kartlagts, och det är här som analytikerna på Chalmers tekniska högskola kommer in i bilden.

KORVLETARE

Efter stormen fick Radarfjärranalysgruppen vid Chalmers i uppdrag av Skogsstyrelsen att utveckla en ny metod som skulle kunna analysera radarbilderna och underlätta arbetet med att inventera den stormfällda skogen.

”Det här är ett strålande exempel på hur militär teknik kan användas för civila tillämpningar”, säger Lars Ulander, forskningschef på FOI och adjungerad professor i radarfjärranalys på Chalmers.

”Carabas använder radiovågor med våglängder på 3–15 meter, som kan tränga igenom trädens stora kronäck och avbilda stammarna. Det gör det möjligt att hitta fallna träd som ligger under levande”, berättar forskarassistent Gary Smith-Jonforsen vid institutionen för radio- och rymdvetenskap

Forskarna på Chalmers utvecklade därför ett datorprogram som kan analysera bilder tagna efter en storm och lättare hitta alla träd som ligger ner

”Vi har inget namn på analysprogrammet, men vi kallar det för ’korvletningsalgoritmen’”, säger Gary Smith-Jonforsen. På radarbilderna ser de fällda träden nämligen ut som korvar eller avlånga stavar, medan träd som står kvar visar sig som punkter på bilderna.

UNDER KONTROLL

Enligt Skogsstyrelsens enkätförfrågan till de största aktörerna i det värst stormdrabbade området hade mellan 85 och 90 procent av virket tagits omhand den sista december 2005. Men Skogsstyrelsens beräkningar visar även att den sammanlagda volymen skog som fölls i stormen kan vara något större än de 75 miljoner kubikmeter skog som man tidigare räknat med.

”Det handlar inte om några stora volymer, men det är viktigt att uppmärksamma det här i arbetet med att undvika

insektsangrepp på levande skog”, säger Sven A. Svensson på Skogsstyrelsens analysenhet.

Det är Skogsstyrelsen som är uppdragsgivaren till FOI, som i sin tur har engagerat FMV, Chalmers och SLU. Men det är alltså Skogsstyrelsen som har beställt radarbilderna för att kunna kartlägga skadorna på bästa möjliga sätt.

”Vår förhoppning är att den här tekniken ska hjälpa oss att hitta kvarliggande träd, och ge oss en bra möjlighet att informera om var särskilda insatser måste till för att vi ska undvika massiva insektsangrepp”, säger Magnus Fridh som är projektledare för Skogsstyrelsens stormanalysprojekt.

KAN SE GENOM MARKEN?

Radartechniken skulle även kunna användas för sökning efter objekt som är nergrävda i marken eller under vattenytan. Carabas klarar inte att hitta underjordiska strukturer i normalfuktig mark i Sverige, men kan se genom marken i torra områden.

Däremot klarar Carabas inte att hitta mindre objekt som enskilda människor. För detta krävs en högre upplösning, och det får man genom att använda högre frekvenser. I dag finns det flera olika projekt som ska kunna komplettera Carabas med mer detaljerade bilder.

FOI har utvecklat ett nytt radarsystem med namnet LORA, som har förmågan att hitta enskilda människor vid avläsning från luften. FOI har även inlett ett samarbete med myndigheter och leverantörer i Italien, där FOI står för det långvägiga radarsystemet och italienarna bidrar med kortfrekvensradar.

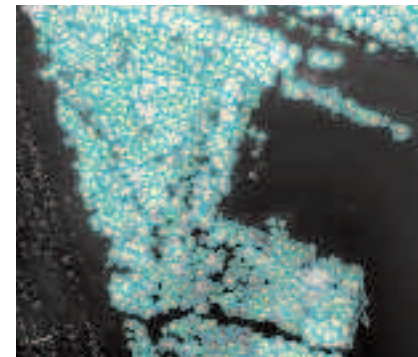


FOTO: SIMON AHLBERG, FOI

Figuren visar laserdata från ett skogsparti. Genom att analysera insamlade data kan man uppskatta varje trädets höjd och position (indikerad med en gul ruta) samt trädkronans utbredning (turkos kontur).

Tanken är att göra det möjligt att kartlägga även rörliga mål och att få en ännu bättre upplösning som gör att även mindre föremål kan upptäckas. Men FOI jobbar också med en alternativ laserbaserad lösning som komplement till radarbilderna.

LASER SER FLER DETALJER

Vid lasermätning sänds mycket korta ljuspulser ut mot det som skall mätas. Den tid det tar för en utsänd puls att återvända (”Time of flight”) ger direkt avståndet till det objekt som strålen reflekterades mot.

”Kartering med laser kompletterar Carabas eftersom man kan urskilja detaljer ända ner på centimeternivå tack vare laserstrålens betydligt kortare våglängd och smalare utbredning”, berättar Ulf Söderman på FOI:s sensorteknikavdelning för lasersystem.

Vid skogskartering med flygburen laser reflekteras en del av laserljuset mot det yttre av trädkronan, medan resten fortsätter och reflekteras mot det inre grenverket, mot stammen eller mot själva markytan. Tillsammans ger alla dessa reflexer en tredimensionell bild av trädets geometri.

”Genom att analysera den tredimensionella bilden kan man bestämma varje enskilt trädets position, höjd och utbredning – och till och med avgöra trädslag. Denna information kan man sedan använda för att uppskatta trädets virkesvolym”, förklarar Simon Ahlberg, som också jobbar vid FOI Sensorteknik.

FÖR BÅDE STORT OCH SMÅTT

Carabas har visat sig vara en bra och relativt billig teknik för att mycket snabbt kartlägga detaljer i storleksordningen tiotalet meter över stora områden. Andra, kortvägigare radartekniker och lasertekniken är bättre när man vill ha mer detaljerade bilder, men de kan å andra sidan inte användas över så stora områden på lika kort tid och till en så låg kostnad.

Men om man kombinerar Carabas goda yttäckningsförmåga med laserinformationens detaljrikedom kan man få en noggrannare kartläggning av skogsbestånden på de områden där det krävs. Och det är förhoppningsvis på det stadiet tekniken befinner sig när nästa storm drar förbi.



FOTO: SVT

FAKTA

STORMIGT VÄRRE

Stormen Gudrun, som drog in över Sydsverige den 8–9 januari 2005 hade vindstyrkor på över 33 meter per sekund. Gränsen för orkanstyrka går vid en medelvindhastighet på 32,7 meter per sekund eller 117 km/h. Storm råder när vindens medelhastighet överstiger 24,5 meter per sekund eller 89 km/h.

Orkanen Katrina, som ödelade stora delar av New Orleans i USA den 26–28 augusti 2005, klassades som en kategori 5-orkan. Det är den kraftigaste tänkbara orkanen med en medelvindhastighet överstigande 70 meter per sekund eller 250 km/h.

I tromber och virvelstormar kan vindhastigheterna komma upp i 100 meter per sekund eller 360 km/h.

Den högsta medelvind som uppmätts i Sverige är 40 meter per sekund eller 144 km/h. Den uppmättes på Ölands södra grund den 17 oktober 1967. Den högsta byvinden som uppmätts i Sverige är 81 meter per sekund eller 291 km/h. Mätningen gjordes i Tarfala i Kebnekaise-fjällen den 20 december 1992.

Den högsta medelvind som har uppmätts i världen är 103 meter per sekund eller 370 km/h. Mätningen gjordes vid Mount Washington i nordöstra USA den 12 april 1934. På samma plats och dag uppmättes även världens högsta byvind. Den uppnådde 116 meter per sekund, motsvarande 417 km/h.

Jetströmmar är stråk av starka vindar på 8–10 kilometers höjd. Vinden i jetströmmar kan nå 100–200 meter per sekund eller upp till 720 km/h. Vindriktningen i våra jetströmmar är oftast västlig på grund av jordens rotation.

Källor:

SLU, Chalmers, FMV, FOI, Skogsstyrelsen, SMHI och skogskoncernen Södra.