

FAKTA *Skog*

Sammanfattar aktuell forskning vid SLU • Nr 9 1999

Olle Hagner Mats Nilsson Håkan Olsson

Satelliter ser skogen

- Satellitbilder lämpar sig väl för översiktlig kartering av skogsresurser.
- Genom att kombinera satellitbilder med uppgifter om trädstorlek kan man ta fram information om enskilda bestånd med god noggrannhet.
- Satellitregistreringar från flera tidpunkter ger information om hur skogen förändras över tiden.

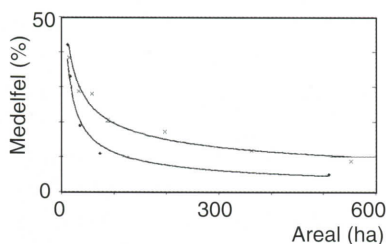


Umeå sett från satellit (Landsat-TM, augusti 1996) med en geometrisk upplösning på 30 m. Satellitsensorn registrerar förutom synligt ljus även infrarött ljus och värmestrålning. Skala 1:150 000.

I Sverige har man traditionellt använt flygbilder som hjälpmedel för att kartlägga skogar. Framst har bilderna använts för att dela in skogen i bestånd, men även för att ta fram uppgifter om t.ex. trädslagsblandning och virkesförråd. Det är i första hand svartvita flygbilder i skala 1:10 000-1:30 000 som använts. Ortofoton, dvs flygbilder som gjorts kartriktiga, har länge använts som bakgrund i de kartor som används i skogsbruket. Idag finns digitala satellitbilder som kan användas för att beskriva tillstånd och förändringar i landskapet. Hur satellitbilder kan användas för att skatta skogliga variabler beskrivs i detta nummer av Fakta Skog.

Vad satelliten ser

Satelliternas sensorer (med undantag för radarsystem) registrerar reflekterat ljus i ett eller flera våglängdsområden och har vanligen en upplösning på 6–30 m. Ett exempel på en sensor som ofta används i skogliga tillämpningar är Landsat TM (Thematic Mapper). Den har en upplösning på 30 m och registrerar både synligt och infrarött ljus samt värmestrålning (tabell 1). Till skillnad från flygbilder täcker satellitbilder relativt stora områden. Exempelvis täcker en Landsat TM-bild 185x185 km. Dessutom medför satellitbildens upplösning att ett bildelement avbildar en grupp av träd. Med digitaliserade flygbilder är förhållandet det omvända, dvs. att ett enskilt träd kan omfatta flera bildelement. Tack vare satellitens "flyghöjd" (ca 70 mil) är belysning och betraktningvinklar i en bild i det närmaste konstanta, något som avsevärt förenklar skattningen av skogliga variabler. Ett problem är dock att de atmosfäriska förhållandena kan variera relativt mycket inom det av-



FIGUR 1. Medelfel för virkesförråd som summerats för olika stora områden i Västerbotten (övre kurvan) och Uppland (nedre kurvan).

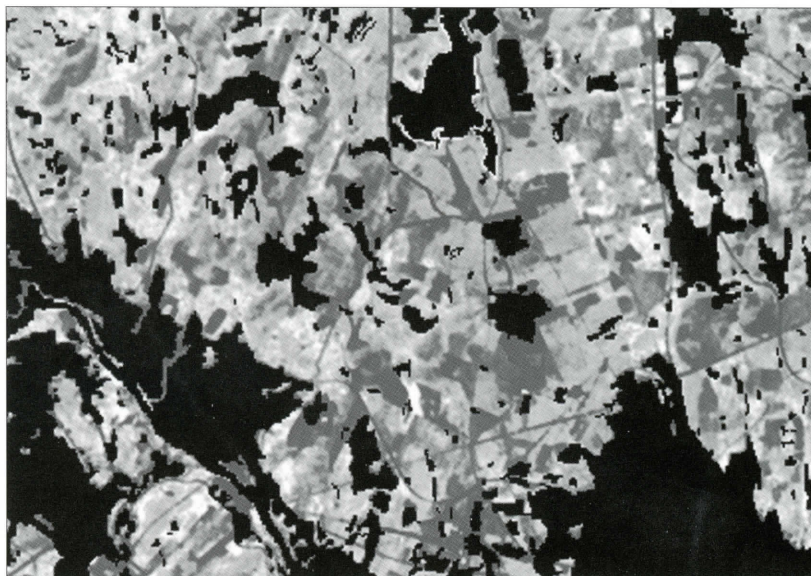


BILD 1. Skattning av virkesförråd. Gråtonerna (mörkgrått-vitt) visar stamwohym i intervallet 0–250 m³/ha för skogsmark. Övriga ägoslag visas i svart. Skala 1:100 000.

bildade området, vilket ställer speciella krav på analys tekniken.

Fältdata, kartor och GPS kompletterar satellitbilder

För att beskriva tillståndet och förändringarna i våra skogar med hjälp av satellitbildsteknik krävs att tillförlitliga fältuppgifter finns tillgängliga som referensmaterial. Det kan t.ex. vara ett stickprov av provyte- eller beståndsuppgifter. Kopplingen mellan bilden och fältuppgifterna bygger på att fältmätningarnas positioner är kända och att bilden är kartriktig. Idag kan man med hjälp av GPS-teknik bestämma en provytas läge med en noggrannhet på ca 5 m eller bättre. Attsamla in fältdata från stora områden kan vara både dyrt och tidskrävande. I Sverige har vi en riksskogstaxering som sedan 1923 samlar in objektiva data om

våra skogar. Därför finns idag ett omfattande material som kan användas för satellitbildsskattningar i hela landet.

För att avgränsa det område som ska analyseras används ofta digitala kartor, med uppgifter om ägoslag eller vegetationstyp, som underlag vid skattningarna.

Översiktlig skogskartering

Genom att utnyttja provytedata tillsammans med en satellitbild kan variabler som t.ex. virkesförråd, biomassa och trädslagsblandning skattas för valfria områden (bild 1). En viktig fråga är hur tillförlitliga satellitbildsskattningar blir för olika variabler. Generellt kan sägas att noggrannheten ökar med områdets storlek. Studier som genomförts i Västerbotten och Uppland visar att goda

TABELL 1. Teknisk beskrivning för några befintliga satelliter.

Satellit	Sensor	Antal band	Upplösning (m)	Bildstorlek (km)	Tillgänglig sedan
Landsat	MSS	4	79	185x185	1972
	TM	7	30/120**	185x185	1984
	ETM+	9	15*/30/60**	185x185	1999
SPOT	HRV	4	10*/20	60x60	1986
	HRVIR	5	10*/20	60x60	1998
IRS	LISS-I	4	72	148x148	1988
	LISS-II	4	37	74x74	1991
	LISS-III	4	23/70	148x148	1995
IKONOS	Pan	1	6*	70x70	1995
	Pan	1	1*	13x13	1999
	MS	4	4	13x13	1999

*) Pankromatisk band

**) Termisk IR (värmestrålning)

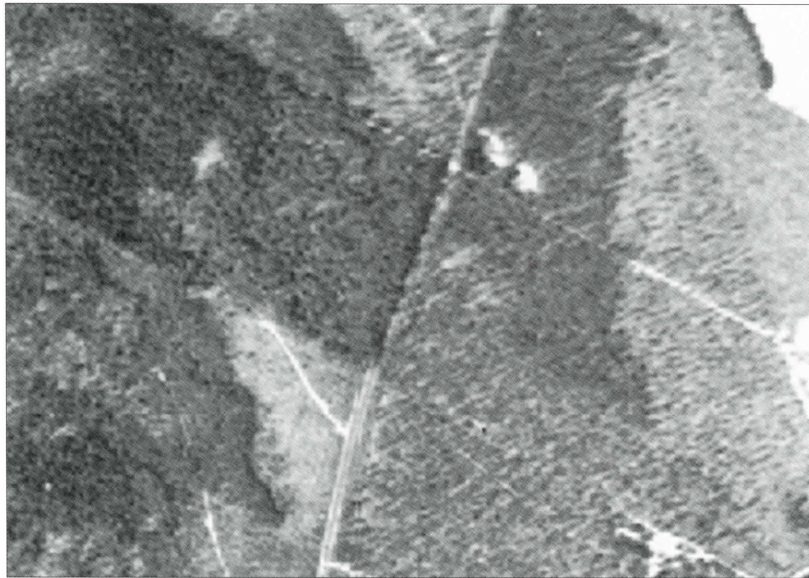


BILD 2. Högupplösande satellitbild (KVR-100) visar ett område NV om Umeå. Upplösningen på ca 2 m räcker för att urskilja enskilda trädkronor. Skala 1:7 500.

skattningar erhålls för områden större än 100-200 ha (figur 1). I båda studierna användes Landsat TM-bilder i kombination med provytor från riksskogstaxeringen.

En stor fördel med satellitbildsskattningar är att heltäckande, detaljerade kartbilder erhålls som beskriver hur t.ex. virkesförråd, trädslag, beståndsålder m.m. varierar i området. De ger med andra ord en överblick över skogsresurserna som är oberoende av ägo-gränser. Informationen är inte enbart av intresse för skogsbrukets planering utan även för landskapsekologiska analyser. Ett exempel som visar virkesförråd per hektar i Dalarna finns på riksskogstaxeringens hemsida (<http://www.resgeom.slu.se/prod/projekt/rikstax>).

Skattningar på beståndsnivå

Satellitbilder kan användas för att avgränsa bestånd, antingen visuellt

eller med datorstöd. Dessutom kan man ta fram skattningar för enskilda bildelement (var 10:e till 30:e meter) vilket dels ger en bild av variationen inom bestånd, dels kan sammanställas till medeltal för hela bestånd.

På beståndsnivå har satellitbildsskattningar dock ofta något sämre noggrannhet än traditionella metoder (tabell 2). Två studier i Västerbotten har visat att virkessförråd som skattats utifrån en Landsat TM-bild har ett medelfel på mellan 22 och 26 procent på beståndsnivå. Motsvarande siffror för de subjektiva fältinventeringsmetoder som normalt används i det praktiska skogsbruket är 18 till 21 procent. Framförallt är det svårt att med bara satellitdata skatta höga virkesförråd i fullsluten skog. Eftersom sensorn inte avbildar enskilda träd saknas i stort sett information om trädens storlek i förhållande till slutenheten. Höga virkesförråd underskattas

därför något mer med satellitbildsmetoder än med traditionella fältmetoder.

Satellitbilder kombineras med andra informationskällor

Noggrannheten på beståndsnivå blir högre om satellitbilderna kombineras med information om trädstorlek, t.ex. trädhöjd, medeldiameter, beståndsålder, huggningsklass m.m. En studie på delar av STORAs innehav i Värmland visade att om enbart satellitbilderna användes så skattades virkesförrådet för bestånd med ett medelfel på ca 25 procent. När satellitdata kombineras med information om trädhöjder minskades medelfelet till 15 procent. I framtiden kommer heltäckande trädhöjdsinformation att kunna samlas in effektivt med hjälp av flyg- eller satellitbaserade lasersystem.

Ett annat exempel på hur satellitbilder kan kombineras med annan information är när avdelningar med felaktiga registerdata identifieras genom att satellitbilderna jämförs med färger som beräknats utifrån den befintliga beståndsbeskrivningen. Tekniken är relativt enkel att automatisera och integrera i geografiska informationssystem. Metoden har till exempel använts av AssiDomäns skogsförvaltning i Lycksele i samband med den löpande ajourhållningen av skogskartor.

Tidsserier visar förändringar

Då två satellitregistreringar från olika tidpunkter jämförs framträder alla slutavverkningar, de flesta gallringar, samt ett stort antal andra förändringar i skogen. En mycket lovande utvidgning av denna teknik är att analysera tidsserier av satellitbilder (med 1 – 3 års mellanrum). När skogen växer blir bilderna mörkare, eftersom mängden skuggor i beståndet ökar. Bland flera jämnåriga bestånd kommer de som växer bäst att snabbast bli mörkare. Även utförda skogsvårdsåtgärder och skador på skogen kommer att framträda som avvikelser (bild 3). Resultat från ett pågående projekt vid SLU i Umeå visar att denna typ av analys fungerar speciellt bra under den första halvan av beståndets omloppstid och att tekniken bör kunna användas för att följa

TABELL 2. Medelfel för beståndsvariabler som skattats med olika metoder.

Metod	Studie	Virkesförråd%	Diameter%	Tall%	Gran%	Löv %
Landsat-TM*	A	22	12	12	11	10
SPOT XS + P*	A	23	11	15	21	8
Relaskop	A	21	10	19	18	10
Relaskop	B	18	15	17	-	-
Flygbildstolkning	B	17	18	16	-	-
Landsat-TM**	B	26	15	18	-	-

* Skattningsfunktioner baserade på provytedata inom 10 km radie. (Hagner 1990.)

** Skattningsfunktioner baserade på cirkelprovytor utspridda inom ett stort geografiskt område (180x180 km). (Ståhl 1992.)

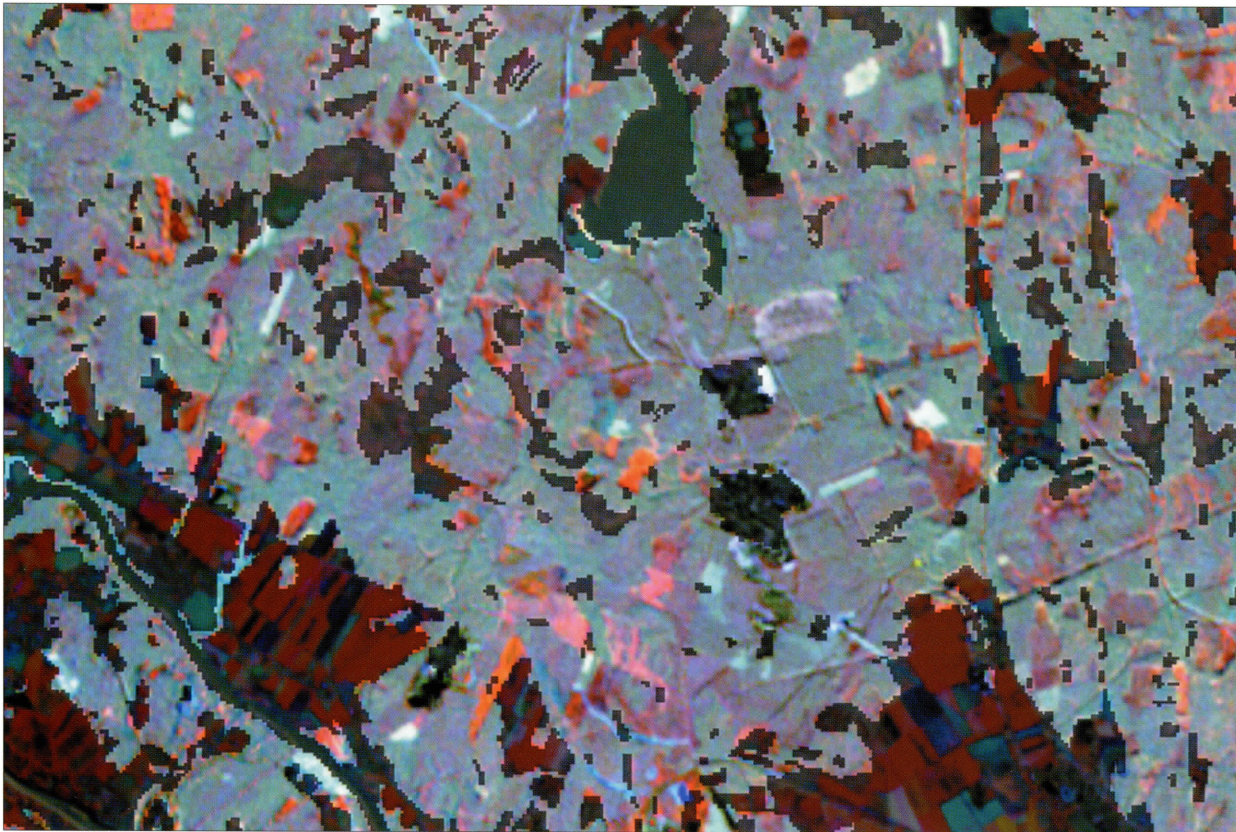


BILD 3. Förändringar 1992–1996 (Landsat-TM). Olika typer av förändringar ger upphov till olika färgnyanser. Slutavverkningar avbildas i ljusblått, nya vägar och grustag i klarblått. Färskta hyggen och plantskog med frodig markvegetation återges med ljusröd färg medan snabbt växande ungskogar syns som mörkröda områden. Utförd röjning syns som gråblå nyanser. Skala 1:65 000.

ungskogarnas utveckling på ett effektivt sätt.

Nya högupplösande satelliter

En ny generation, kommersiellt opererade, fjärranalyssatelliter med mycket hög upplösning (1 m), finns tillgängliga sedan 1999. Den här sortens bilder är intressanta för skogsbruket eftersom de dels utgör ett alternativ till flygbilder, dels kan användas för automatisk identifiering och mätning av enskilda träd (bild 2). Det pågår för närvarande omfattande forskning inom detta område både i Sverige och utomlands. Framtiden får visa i vilken utsträckning som kvalitet, pris och tillgänglighet gör dessa bilder konkurrenskraftiga.

Ämnesord

satellitbilder, skogsinventering, förändringsanalys

Litteratur

- Hagner, O. 1990. Computer Aided Forest Stand Delineation and Inventory Based on Satellite Remote Sensing. In: *R Sylvander (editor), SNS/IUFRO Workshop. The Usability of Remote Sensing for Forest Inventory and Planning*, Umeå, pp.94–105.
- Holmgren, J. 1998. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Data with Field Data. *Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå. Arbetsrapport 47*.
- Nämnden för skoglig fjärranalys. 1993. *Flygbildsteknik och fjärranalys*. Skogstyrelsen, Jönköping.
- Reese, H., and Nilsson M. 1999. Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna. *Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå. Arbetsrapport 53*.
- Ståhl G. 1992. En studie av kvaliteten i skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder. *Inst. för biometri och skogsindelning, SLU, Umeå. Rapport 24*.



Olle Hagner



Mats Nilsson



Håkan Olsson

Författarna är verksamma vid Avd. för fjärranalys, Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, 901 83 Umeå. Tel. 090-786 58 00. Fax 090-14 19 15. Doktorand Olle Hagner. E-post Olle.Hagner@resgeom.slu.se SkogD Mats Nilsson. E-post Mats.Nilsson@resgeom.slu.se Professor Håkan Olsson. E-post Hakan.Olsson@resgeom.slu.se

Ansvärlig utgivare:

Redaktör:

Internet:

Prenumeration, distribution och lösnummerförsäljning

Pris:

Tryck:

Göran Hallsby, Inst. f. skogsskötsel, SLU, 901 83 UMEÅ

Lotta Möller, SLU Informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20 • E-post: Lotta.Moller@sfak.slu.se

www.slu.se/forskning/fakta/

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54 • E-post: Inger.Blomstedt@service.slu.se

300 kr + moms (även lösnummerförsäljning)

SLU Reproenheten, Uppsala

ISSN 1400-7789 © SLU 1999

