

STUDIER AV LINJÄRA STRUKTURER I FJÄLLEN MED HJÄLP AV SATELLITBILDER

en pilotstudie inom RESE-projektet "Vegetation change"



LÄNSSTYRELSEN
I NORRBOTTENS LÄN
RAPPORTSERIE
NUMMER 2/1998

Naturgeografiska institutionen
Stockholms universitet



Länsstyrelsen
Jämtlands län



Länsstyrelsen
Dalarna



Länsstyrelsen
Västerbottens län

STUDIER AV LINJÄRA STRUKTURER I FJÄLLEN MED HJÄLP AV SATELLITBILDER

en pilotstudie inom RESE-projektet "Vegetation Change"

Pär Hemström och Maj-Liz Nordberg
Naturgeografiska institutionen
Stockholms universitet

Länsstyrelsens rapportnummer:	1998:2
ISSN:	0283-9636
Underlagskarta:	Copyright © Lantmäteriverket, Gävle. Medgivande 98.1001.
Referens:	Anna von Sydow
Författare:	Pär Hemström och Maj-Liz Nordberg
Omslagsbild:	Pär Hemström
Omslagstryck:	Reproenheten, Stockholms universitet
Tryck:	(Bilaga: Reproenheten, Stockholms universitet)
Upplaga:	200ex

Länsstyrelsen i Norrbottens län
Tel:0920/96000
Postadress: 971 86 Luleå
Besöksadress: Stationsgatan 5

FÖRORD

För att kunna övervaka förändringar av biologisk mångfald provas nu olika metoder för miljöövervakning. Arbetsgruppen för miljöövervakning av fjällvegetation, vilken består av en representant för varje länsstyrelse i fjällänen startade detta samarbetsprojekt med Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet som en del av projektet "Vegetation Change" ingående i forskningsprogrammet Fjärranalys för miljön, RESE.

Syftet är att undersöka om fjärranalys med satellitdata kan utgöra en del av den nationella miljöövervakningen av fjällvegetation här fokuserat på grövre markslitage i form av linjära strukturer.

En del av miljöövervakning av fjällens vegetation kan komma att ske med fjärranalys och det är värdefullt om fjärranalysforskningen fokuseras på praktiska uppgifter som förvaltningsmyndigheterna kommer att ha nytta av

Arbetet har utförts av fil dr. Maj-Liz Nordberg och fil mag Pär Hemström vid Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet under 1997

Arbetsgruppen för miljöövervakning av fjällvegetation

Anna von Sydow
Länsstyrelsen i Norrbotten

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SUMMARY	2
SAMMANFATTNING	3
BAKGRUND OCH SYFTE	3
FÖRSÖKSOMRÅDEN	5
Abisko	5
Övre Soppero	6
METOD	6
Satellitdata	7
Data	7
Bildförbättring	8
Flygbilder	10
Data	10
Digitaliserade flygbilder	10
Fältundersökning	11
Evaluering	11
RESULTAT	11
DISKUSSION	12
SLUTSATSER	13
SPOT-scener	13
Landsat TM-scener	13
Framtiden	13
REFERENSER	14
 BILAGA	

SUMMARY

In recent years, reports have shown an increasing amount of linear structures, in the form of trails and paths, in the terrain and the cause of them has generated much discussion. In some cases restrictions can be a way of protecting the increase of linear structures in designated areas. When discussing restrictions, authorities need methods for documenting and supervising the structures. It is important that such methods are developed. Satellite images as well as aerial photographs are two such methods which can be useful when documenting linear structures in the terrain.

Two areas were used for this study, Abisko (about 100 km west of Kiruna) and the area north of Övre Soppero (about 75 km north east of Kiruna). As a pilot study, literature, aerial photographs, satellite images and maps were studied. Subsequently field work was carried out where the main purpose was to assemble a key to be used when evaluating the studies of satellite images.

To locate the linear structures in the satellite images their coordinates were surveyed with the aid of GPS (global positioning system) technology. At the end of the study satellite images (SPOT and Landsat TM) and digital aerial photographs were compared.

The study shows that SPOT-data can be a good alternative to aerial photographs under certain conditions. The contrast between the structures and the surrounding materials must be sharp and the structures must not be covered by vegetation. With new satellites such as "EarlyBird" with a very high geometric resolution, the possibilities for using satellite images when documenting structures in the terrain will increase markedly.

SAMMANFATTNING

Orsakerna till ett befarat ökat markslitage i form av stigar, leder och körsador har under senare år diskuterats intensivt. Som beslutsunderlag för införande av eventuella restriktioner krävs metoder för att dokumentera och övervaka detta markslitage. Det är därför angeläget att sådana metoder utarbetas. I dessa sammanhang kan satellit-scener vara ett hjälpmedel.

Två undersökningsområden har använts i denna studie, Abisko (ca 100 km väster om Kiruna, Norrbottens län) och området norr om Övre Soppero (ca 75 km NO om Kiruna, Norrbottens län). Efter inledande studier av litteratur, flygbilder, kartor och satellit-scener utfördes undersökningar i fält. Syftet med fältarbetet var huvudsakligen att sammanställa ett facit vilket sedan användes vid utvärderingen av arbetet med satellit-scener.

För att lokalisera vandringsleder och körsador i satellit-scenerna koordinatbestämdes dessa punktvis. Till detta användes GPS-teknik. Studien avslutades med jämförelser mellan SPOT- och Landsat TM-data, det vill säga data från två olika satelliter, och digitala flygbilder.

Studien visar att satellitregistreringar såsom SPOT-data kan vara ett alternativ till flygbilder under förutsättning att förhållandena är gynnsamma. Med gynnsamma förhållanden menas att strukturernas spektrala signatur skall kontrastera kraftigt mot omgivande vegetation. Dessutom krävs att omgivande vegetation inte hindrar sikten ned till marken. En förkortad version av denna rapport finns på www.natgeo.su.se/naturegeo/rsgis/vegchange/mountain/pilot/.

BAKGRUND OCH SYFTE

Rapporter om markslitage i de svenska fjällen har spritt oro under de senaste åren och orsakerna har debatterats. Att vetenskapligt dokumentera fjällvegetationens förändringar är därför önskvärt.

Initierat av de oroande rapporterna startade WWF, (Världsnaturfonden), 1993 ett projekt "Vegetationsförändringar i fjällen", tillsammans med Naturvårdsverket och länsstyrelserna i Dalarna, Jämtland och Norrbotten. Till projektet är knutet en referensgrupp med representanter från Sametinget, Jägarförbundet och Jordbruksverket. I projektet studeras förändringar i första hand med hjälp av flygbilder från skilda tidpunkter. Inom Rymd-styrelsens programområde, miljöövervakning, i det nationella fjärranalys-programmet bedrivs sedan 1995 projektet "Förändringsstudier av fjällvegetation. Även inom det pågående MISTRA-finansierade forskningsprogrammet fjärranalys för miljön (RESE - Remote

Sensing for the Environment; för mer information se programmets hemsida www.mdc.kiruna.se/rese) ingår studier av fjällvegetation och dess förändringar med hjälp av fjärranalys inom programmets delprojekt Vegetation Change. Inom RESE genomförs ett antal pilotprojekt, av vilka detta är ett, där värdoorganisationen för RESE, Miljödatacentrum i Kiruna - MDC, tillhandahåller satellitdata för programmet. Resultaten och erfarenheterna från dessa projekt är tänkta att bilda en bas för utveckling av modeller för miljöövervakning i fjällområdet.

Inom de pågående projekten fokuseras studierna på yttäckande förändringar. Variabler som minskad lavtäckningsgrad och ökad andel bar jord analyseras utifrån hypotesen att dessa är tidiga indikatorer på ökad markpåverkan. Markslitage i form av vandringsleder, stigar och körskador främst över våtmarker ingår inte primärt i något av de tre projekten.

Denna pilotstudie syftar därför till att fastställa satellitteknikens möjligheter att i de svenska fjällen dokumentera det markslitage i form av linjära strukturer som är ett resultat av markanvändningen samt utveckla modeller för miljöövervakning eventuellt en kvantifiering av detta vegetationsslitage. Försök har gjorts med modeller för att lokalisera och följa motorvägar. Syftet med den studien var att testa en algoritm som utvecklats för kartläggning av vägars (motorvägars) sträckning. I den studien användes pankromatiska SPOT-scener (Geman och Jedynak, 1996).

Tänkbara variabler att analysera i satellitbilder är vandringsleder, stigar och körskador på framförallt våtmarker (*tabell 1*). Arbetet inriktades på att undersöka vilka strukturer som kan dokumenteras samt vilka och hur små förändringar som kan upptäckas med satellitdata. Stor vikt lades vid resultatens tillförlitlighet.

Tabell 1 Förslag till indelning av linjära strukturer

Struktur	Parameter
1 Stig	nyttillkommen
a. vandringsled	ändrat fysiskt läge
b. djurstig	utvidgad i bredd (tveksam parameter)
2 Körskada	enkla linjer i nät; mönster
	dubbla linjer parallellt
	ändrat dräneringsmönster i våtmark

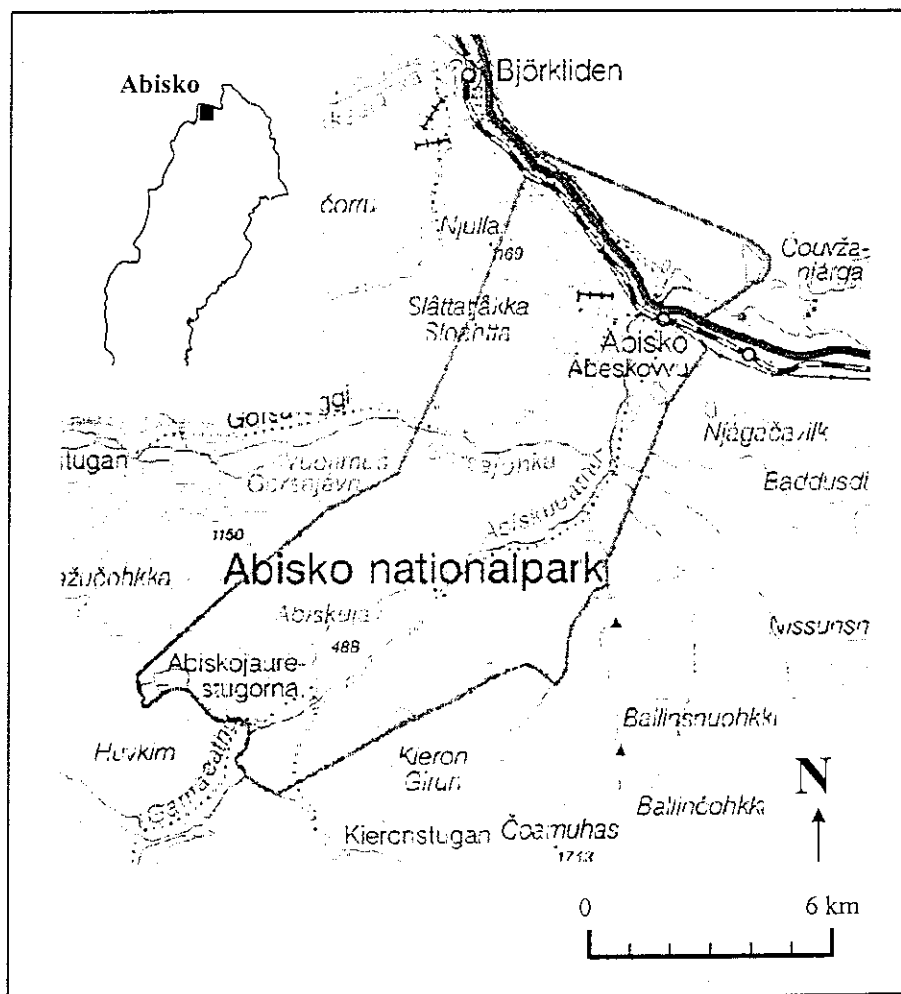
FÖRSÖKSOMRÅDEN

Som försöksområden användes dels Abisko nationalpark och dess närområde, Norrbottens län (vegetationskartan blad nr 2 Abisko och fjällkartan BD6) och dels ett område norr om samhället Övre Soppero, Norrbottens län (vegetationskartan 30 K Soppero SO och topografiska kartan 30 K SO och 30 K NO). Över båda områdena finns såväl satellitdata som flygbilder tagna med infrarödkänslig färgfilm (IRF-bilder) att tillgå. Över Abisko finns IRF-bilder tagna åren 1978-79 och pankromatiska bilder tagna år 1994. Över Soppero finns IRF-bilder från år 1986.

I Abisko studerades huvudsakligen markslitage orsakat av vandringsturism medan studierna av markslitage orsakat av terrängfordon koncentrerades till området norr om Övre Soppero.

Abisko

Abisko är beläget ca 200 km norr om polcirkeln och nordväst om Kiruna (N 68,5°, E19°)(figur 1). Området utgörs av en dalgång, Abiskodalen, vilken löper från sydväst mot nordost och mynnar ut i Torneträsk vid dess södra strand.



Figur 1 Undersökningsområdet i Abisko.

Berggrunden består av kalkstenar, skiffrar, gnejser och graniter samt amfibolit och är uppbyggd av ett antal skollor. Genom Abiskodalen flyter Abisko-jåkka och vid dess eroderade stränder syns berggrundens skiktning. De kalkrika bergarterna i kombination med stora variationer i fysiska förhållanden, såsom fuktighet och temperatur, medför att Abiskodalen uppvisar en mycket artrik flora (Andersson, 1981).

År 1909 avsattes Abiskodalen som nationalpark. Fram till 1983, då bilvägen mellan Kiruna och Riksgränsen färdigställdes, var tåg det enda sättet att nå Abisko. Längs med dalen går Kungsleden och turismen i området dominerades före 1983 av långvandrare men efter vägbygget iakttogs en kraftig ökning av endagsturister (Bäck & Bäck, 1986). Detta medförde en omfördelning av slitaget vilket innebär att det minskade i de avlägsna delarna av parken medan det ökade i anslutning till vägen.

Övre Soppero

Området norr om Övre Soppero utgörs till stora delar av mjukmattemyrar och fjällbjörkskog (N 68°, E 21,5°) (figur 2). De lösa avlagringarna är genomgående sandiga eller ren sand och i anslutning till området finns lågfjäll (Renhorn, 1992). I området används terrängfordon bland annat i samband med skogsbruk och renskötsel.

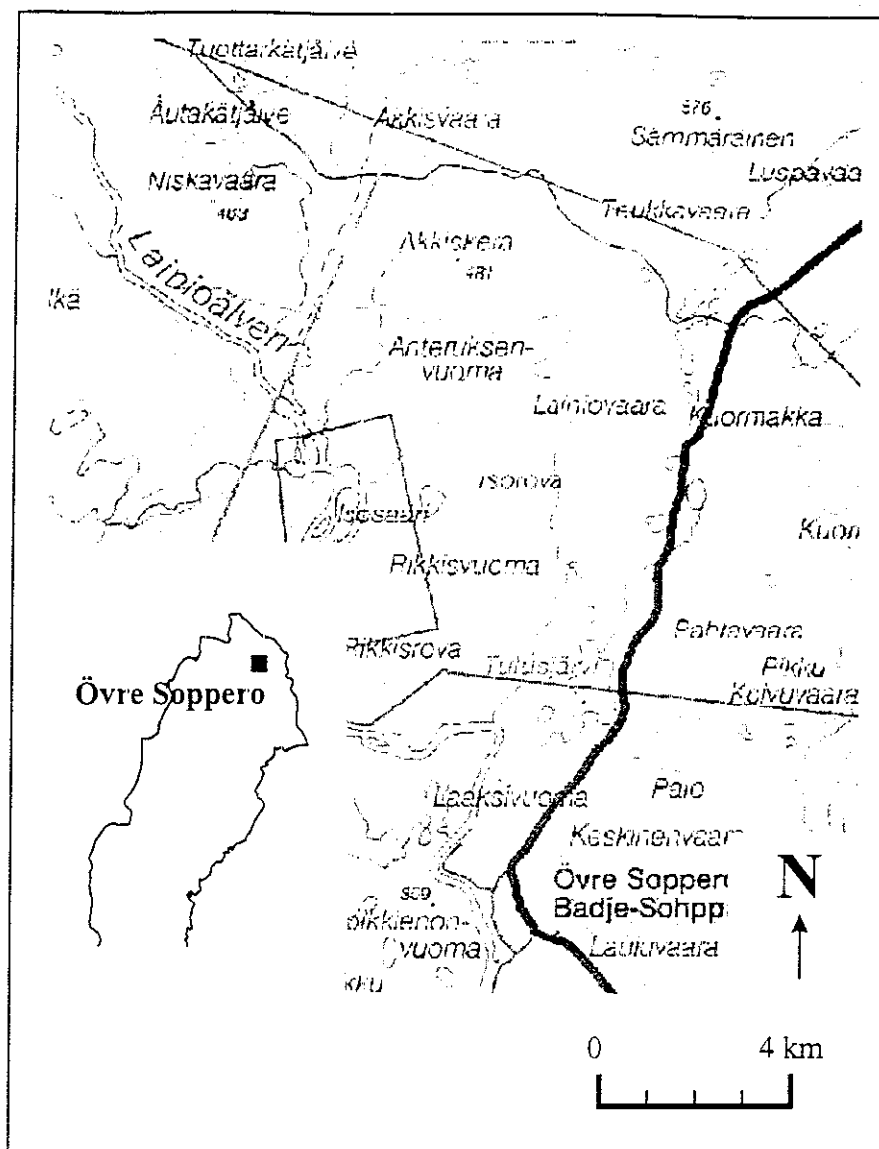
METOD

Den typ av linjära strukturer som studerats i detta projekt har en bredd på högst 3 m. Detta är betydligt mindre än SPOT-scenernas geometriska upplösning (tabell 3). För att en stig eller väg av högst denna bredd skall kunna detekteras krävs en mycket kraftig kontrast mellan struktur och omgivande vegetation. För att strukturerna skall framträda krävs dessutom ofta någon form av förbättring eller manipulering av bilderna. All bildhantering har gjorts på Sun Sparc arbetsstation i bildbehandlingsprogrammet ERDAS/Imagine.

Strukturerna delades in i tre klasser (tabell 2). Samtliga strukturer går att finna inom båda områdena. Inom försöksområdet i Abisko dominerar dock stigar och vandringsleder medan skogsbilvägar dominerar inom området norr om Övre Soppero.

Tabell 2 Indelning av linjära strukturer

Struktur	Bredd	Klass
Stigar	0-1 m	1
Stigar och vandringsleder	1-2 m	2
Vandringsleder/skogsbilvägar	2-3 m	3



Figur 2 Försöksområdet norr om Övre Soppero

I slutskedet har även Landsat TM-data använts för jämförelser mellan dessa och SPOT-scenerna.

Satellitdata

Data

De typer av satellitdata som använts är SPOT- och Landsat TM-data (tabell 3). Den multispektrala sensorn (XS) i SPOT-satelliten registrerar i tre våglängdsband. De tre känslighetsintervallen är grönt, rött och nära infrarött (NIR). Dessa registreringar har alltså ungefär samma känslighetsområde som flygbilder tagna med IRF-bilder och därmed också ungefär samma spektrala upplösning.

Tabell 3. Sammanställning över SPOT- och Landsat TM-data.

	SPOT HRV	Landsat TM
Våglängdsband	S1 0.50-0.59 μm	TM1 0.45-0.52 μm
	S2 0.61-0.68 μm	TM2 0.52-0.60 μm
	S3 0.79-0.89 μm	TM3 0.63-0.69 μm
		TM4 0.76-0.90 μm
	Pan 0.51-0.73 μm	TM5 1.55-1.75 μm
		TM6 10.40-12.50 μm
		TM7 2.08-2.35 μm
Geometrisk upplösning	20*20 m XS	30*30 m
	10*10 m Pankro	
Satelliten återkommer i samma bana var	26:e dag	16:e dag

Vid val av data togs flera hänsyn med avseende på registrerings-tidpunkt. Önskvärt var att scenerna skulle registrerats före lövsprickningen. Detta kriterium gick dock inte att tillgodose eftersom marken normalt fortfarande är snötäckt vid denna tiden på året. En annan tänkbar registreringstidpunkt är slutet av sommaren eftersom stigar och vägar då troligen har nöts nyligen under säsongen. Då valmöjligheterna var begränsade valdes slutligen SPOT-scener registrerade under juni och juli år 1996.

Tabell 4. Använda satellitdata

Område	SPOT	Landsat TM
Abisko	960625	850816
Övre Soppero	960722	-----
Långfjället	-----	950627

Bildförbättring

Bildförbättring innebär att bilden/bilderna manipuleras så att tolkning av dem möjliggörs eller underlättas. Inledningsvis uteslöts områden med extremt höga eller låga intensitetsnivåer vilka annars ogynnsamt påverkar bildernas tolkningsbarhet. Dessa utgjordes huvudsakligen av snötäckta områden och öppet vatten.

Genom att kombinera en multispektral SPOT-scen med en pankromatisk SPOT-scen får man en bild där fördelarna med de båda sensorerna kombineras. Resultatet blir en bild med den multispektrala sensorns goda spektrala upplösning och den pankromatiska sensorns goda geometriska upplösning. Denna sammanläggning gjordes genom att det pankromatiska bandet multipliceras

med de tre multispektrala banden. Efter sammanläggning av bilderna kontraststräcktes resultatet. Syftet med detta är att de intensitetsnivåer inom vilka markslitage återfinns skall framhävas

$$\left. \begin{array}{l} XS1 * P = produkt1 \\ XS2 * P = produkt2 \\ XS3 * P = produkt3 \end{array} \right\} \rightarrow stacklayer \rightarrow resultat$$

Figur 3 Sammanläggning av SPOTs multispektrala och pankromatiska våglängdsband. XS1, XS2 och XS3 är de multispektrala våglängdsbanden och P är det pankromatiska våglängdsbandet. Stacklayer är en ERDAS/Imagine-funktion vilken används för att lägga samman de olika våglängdsbanden

Slutligen filtrerades bilderna genom så kallad faltning. Detta innebär att ett filter sätts att gå över bilden. Filtret innehåller koefficienter vilkas storlek och relation beror på vilken typ av filtrering man önskar genomföra (*figur 4*) (Alm, 1993). De i filtret inkluderade pixlarna undergår multiplicering med respektive faktorer. Därefter summeras eller subtraheras de erhållna produkterna till ett värde vilket tilldelas den pixeln som är belägen i filtrets centrum. Detta sker sedan för alla pixlar genom att filtret går över hela bilden med en pixel i taget. De filter som använts i denna studie är lämpliga för att förstärka linjära strukturer i bilderna (Wester, 1992). Flera olika "high pass"-filter användes och av dessa ansågs två ge bra resultat (*figur 4*).

-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	8	-1	-1	9	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1

Figur 4 Två av de "high-pass"-filter som använts.

Resultatet av det vänstra "high-pass"-filtret är en bild med i det närmaste svart bakgrund medan gränser mellan olika fält återges vitt eller mycket ljust. Det högra filtret ger en bild som till stora delar liknar utgångsbilden men gränserna mellan olika fält är förstärkta. Dessa övergångar återges även här i vitt eller mycket ljust. Båda filtren ger således bilder där vägar och skogsbilvägar syns tydligare än i utgångsbilden (*figur 5*). I detta sammanhang underlättas tolkning av bilden då de ursprungliga färgerna är oförändrade. Av denna anledning föredrogs det högra "high-pass"-filtret.



Figur 5. Utdrag ur scener som filtrerats med de två "high-pass"-filtren i figur 4. Tv visas resultatet av filtrering med det vänstra filtret och th visas resultatet av det högra filtret.

Försök gjordes även med IHS-tansformeringar och principal-komponentanalys samt olika typer av index men ingen av dessa var användbar för att framhäva de linjära strukturerna. Anledningen till detta är troligen att de erforderliga signaler i scenerna inte är tillräckligt starka.

Ett annat tänkbart angreppssätt är användandet av matematiska algoritmer för att detektera de linjära strukturerna. Utöver de faltningar som utförts i detta arbete har inga mer avancerade algoritmer använts.

Flygbilder

Data

Över båda områdena finns såväl pankromatiska som IRF- bilder I undersökningen har huvudsakligen IRF-bilder använts.

Tabell 5. Använda flygbilder i originalskala 1:60000 över de två undersökningsområdena tagna från flyghöjden 9200 m

	Abisko	Övre Soppero
IR	780721	860626
Pankro	940801	-----

Digitaliserade flygbilder

Digitalisering av IRF-bilder över Abisko genomfördes. Dessa användes sedan som ett facit vid utvärderingen av studierna av satellitscenerna. Den bästa geometriska upplösning som kan uppnås med dessa bilder är ca 2*2 meter. Upplösningen begränsas av filmens kornighet. Med hjälp av de digitaliserade flygbilderna framställdes en digital terrängmodell över Abiskodalen och dess närområde. Denna var tänkt att användas vid utarbetandet av en modell för övervakning och kvantifiering av markslitage. Ortofoton

kan sedan draperas över den digitala höjdmodellen. Detta gör det möjligt att studera terrängen i perspektiviska bilder vilket kan underlätta tolkning av vissa fenomen. Även satellitscener kan draperas över höjdmodellen.

Fältundersökning

Abisko besöktes i mitten av juni 1997 och Övre Soppero besöktes i slutet av september 1997. Dessa besök föregicks av studier av litteratur, kartor och flygbilder samt satellitscener. Flygbilder och kartor användes även under fältarbetena. Med utgångspunkt i förberedande kart- och flybildstolkning gjordes sedan en inventering av de olika typerna av stigar/vägar. Dessa mättes in med hjälp av GPS-teknik samt fotograferades. Områdenas vegetation i allmänhet studerades eftersom framförallt typ av trädvegetation, trädhöjd och utbredning kan inverka på sikten ned till markytan. En översiktlig bedömning av geologiska förhållanden gjordes. I denna ingick lösa avlagringars sammansättning och eventuella berg i dagen.

Evaluerings

De resultat som erhållits efter sammanläggning av multispektralt respektive pankromatiskt band och bildbehandling har sedan utvärderats med hjälp av de uppgifter som inhämtats vid studier av kartor och flygbilder samt fältundersökningar. Detta gjordes genom att stigar/vägar söktes upp i satellit-scenerna, med hjälp av de i fält bestämda koordinaterna. På detta sätt kunde konstateras vilka typer av markslitage som är detekterbara i SPOT-scener. Till dessa kontroller användes även digitaliserade flygbilder och kartor. I SPOT-scenen över Abisko var kalvfjällsområdena snötäckta. Av detta skäl har inga studier av strukturer i kalvfjällsmiljö i SPOT-scener varit möjliga att genomföra. I ett avslutande skede gjordes även jämförelser mellan SPOT-scener och Landsat TM-scener. Landsat TM-data har en geometrisk upplösning på 30*30 meter, det vill säga en sämre upplösning än SPOT-data. Dessa data registreras dock i fler våglängdsband (sju st) jämfört med tre stycken för den multispektrala sensorn hos SPOT-satelliten.

Landsat TM-data från två områden användes, dels en scen över Abisko och dels en scen över Långfjället vid Grövelsjön, Dalarnas län. I dessa studerades stigar i kalvfjällsmiljö.

RESULTAT

Försöket visar att SPOT-scener till viss del kan vara användbara vid studier av mindre vägar, stigar och vandringsleder. Av de studerade objekten kan skogsbilvägar med en minsta bredd av omkring 2 meter detekteras (se bilaga, Övre Soppero).

Jämförelser mellan digitaliserade flygbilder och SPOT-scener visar tydligt skillnaden mellan dessa (se bilaga, bilder från Abisko).

Försöket med Landsat TM-data visar att dessa kan vara användbara för dokumentation av frekvent använda vandringsleder och mindre skogsbilvägar i kalfjällsmiljö där strukturernas spektrala signaturer starkt kontrasterar mot omgivningens och den dominerande vegetationen är låg. Om slitaget inte nått ned till mineraljorden eller kalt berg utan stigen fortfarande är täckt av ett humuslager blir objektskontrasten mellan stig och omgivande vegetation, ofta risvegetation, för liten. Detta innebär att stigen inte kommer att kunna urskiljas i bilden även om omgivande vegetation är låg (Allard, 1997).

DISKUSSION

Möjligheterna att se vandringsleder och skogsbilvägar i satellit-scenerna varierar med underlagets sammansättning. Avgörande för att de skall framträda i SPOT-scener är att strukturernas spektrala signatur skiljer sig mycket från den omgivande vegetationens. I praktiken innebär detta att stigarnas/vägarnas material bör utgöras av mineraljordar och/eller kalt berg samt att dessa material frilagts genom slitaget. Genomgående är också att det krävs god sikt ned till marken det vill säga inga eller få skymmande trädkronor. Inom båda försöksområdena är relativt stora ytor täckta av fjällbjörkskog. Denna är ställvis tillräckligt tät för att sikten ned till marken skall hindras eller försvåras. I synnerhet kring vandringslederna i Abiskodalen är den mycket tät. I Övre Soppero är strukturer av klass 3 ofta synliga. Detta har sannolikt flera orsaker, dels domineras de lösa avlagringarna av mineraljordar såsom sand och dels är träd- och buskvegetationen glesare än i Abisko.

I nära anslutning till Abiskodalen finns kalfjäll med stigar och vandringsleder. Eftersom dessa områden är snötäckta i de aktuella SPOT-scenerna har inga studier av dessa kunnat göras. Det är dock möjligt att strukturer av klass 2 (stigar och vandringsleder) och möjligen klass 1 (stigar) är detekterbara i denna typ av miljö.

Osäkerheten påverkas av flera faktorer. Bland annat varierar bildkvalitet mellan olika registreringar. Denna variation kan vara orsakad av atmosfärisk inverkan och/eller möjligen även kalibrering av bilderna. Inom heterogena områden varierar förutsättningarna för detektering av linjära strukturer vilket försvårar bestämningar. Osäkerheten kan dock minskas genom god kännedom om lokala förhållanden och referenslineament som kontrolleras vid fältundersökningar. I ett relativt homogent område behöver detta inte innebära något stort arbete medan det i ett mycket heterogent område kan vara mycket tidsödande.

SLUTSATSER

SPOT-scener

Under förutsättning att förhållandena är mycket gynnsamma är det möjligt att använda SPOT-scener vid dokumentering och övervakning av linjära strukturer med en minsta bredd av 2 meter. De förutsättningar som krävs är att;

- de kvartära avlagringarnas och berggrundens spektrala signaturer skarpt kontrasterar mot den omgivande vegetations spektrala signatur. Om den omgivande vegetationen är gles kommer den underliggande mineraljorden eller berggrunden att ge genomslag i bilden och kontrasten mellan det linjära elementet och omgivningen blir för liten.
- berggrund eller kvartära avlagringar i det närmaste frilagts genom slitaget.
- omgivande vegetation, såsom exempelvis trädkronor, inte skymmer sikten ned till marken.

I mycket öppna och homogena områden som uppfyller ovan nämnda kriterier kan det vara fördelaktigt att använda SPOT-scener framför flygbilder vid dokumentering av linjära strukturer. I övriga områden är osäkerheten i dokumentationen så stor. Detta medför tidsödande fältarbeten varför användandet av flygbilder då är att föredra.

Landsat TM-scener

Vid jämförelser av Landsat TM-data och SPOT-data har det visat sig att SPOT-data är bättre lämpade för dessa typer av studier. Den högre geometriska upplösningen i SPOT-scenerna är här avgörande.

Framtiden

Då satellittekniken i framtiden förfinas och scener med bättre geometrisk upplösning blir tillgängliga kan satellitscener förväntas bli ett intressant alternativ till flygbilder. Under december 1997 skickas en ny satellit upp, EarlyBird. Denna skall generera pankromatiska scener med en upplösning av 3*3 meter samt multispektrala scener med en upplösning av 15*15 meter. Våglängdsbanden i sensorerna är i stort desamma som i SPOT-satellitens. Detta innebär att detaljåtergivningen bör ligga ganska nära den som återfinns i flygbilder tagna från höjden 9200 meter och med originalskalet 1:60000. Dessa flygbilders upplösning är omkring 2*2 meter. Generellt gäller dock alltid för arbete med såväl flygbilder som satellitscener att de studerade objektens kontrast måste skilja sig mycket från den omgivande vegetationens.

En möjlig metod för framtida arbeten inom detta ämnesområde kan vara arbetet med mer avancerade matematiska algoritmer.

REFERENSER

Alm, G. 1993: Flygbildsteknik och fjärranalys, kap 11. Digital bildanalys. - Nämnden för skoglig fjärranalys.

Andersson, L. 1981: Vegetationskarta över de svenska fjällen, kartblad nr2 Statens naturvårdsverk.

Andersson, L., Rafstedt, T., von Sydow, U., 1985: Fjällens vegetation, Norrbottens län, Naturvårdsverket.

Bäck, L., Bäck, E. 1986: Effekterna av ett vägbygge - mellan Kiruna och Riksgränsen. En studie av friluftslivet i Norrbottensfjällen 1979-1985. Acta Univ Upsal 52:187 pp (A)

Geman, D., Jedynak, B. 1996: An active testing model for tracking roads in satellite images. - IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol 18, No 1: januari 1996, pp. 1-14.

Wester, K. 1992: Spectral signature measurements and image processing for geological remote sensing. - Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet.

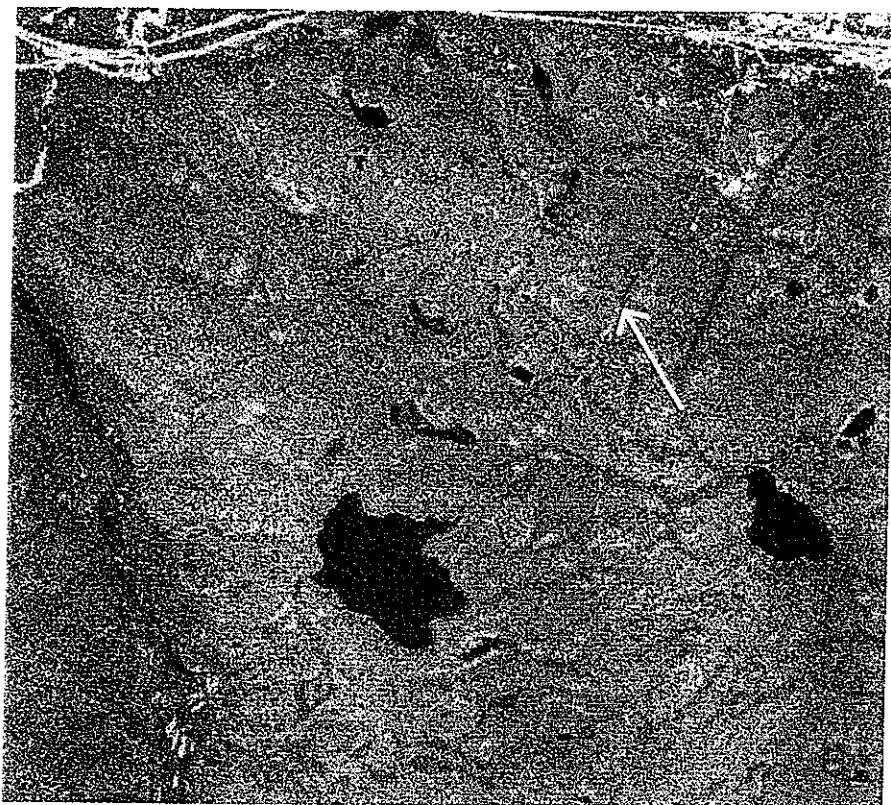
Rehnhorn, K-E. 1992: Vegetationskarta, 30 K SO. - Lantmäteriverket Norrbottens län.

MUNTLLIG KÄLLA

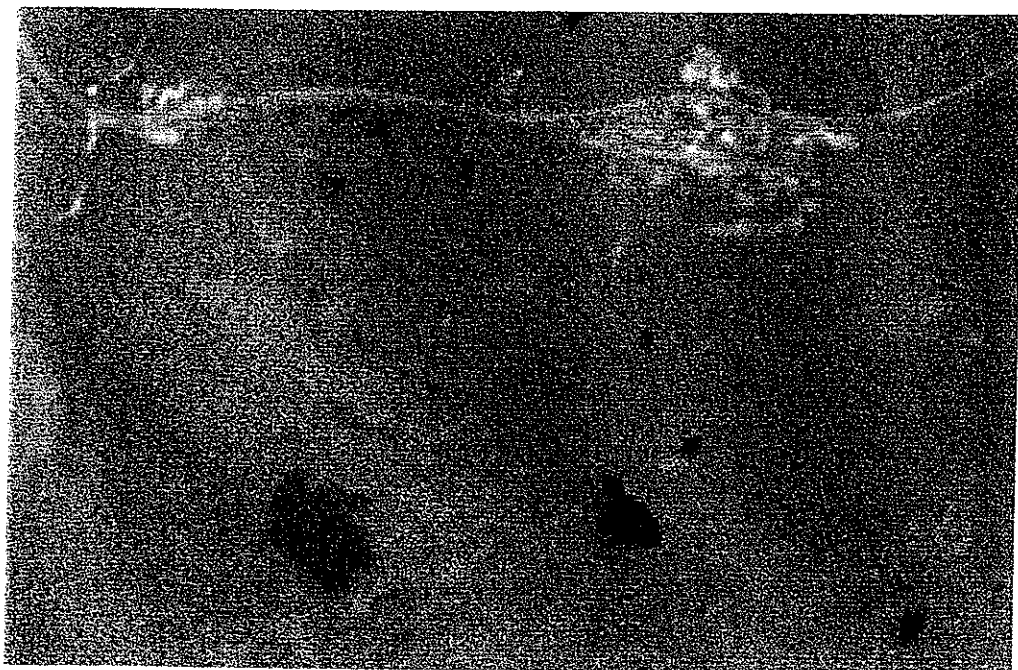
Allard, A. 1997: Naturgeografiska institutionen, Stockholms universitet.

BILAGA

I.



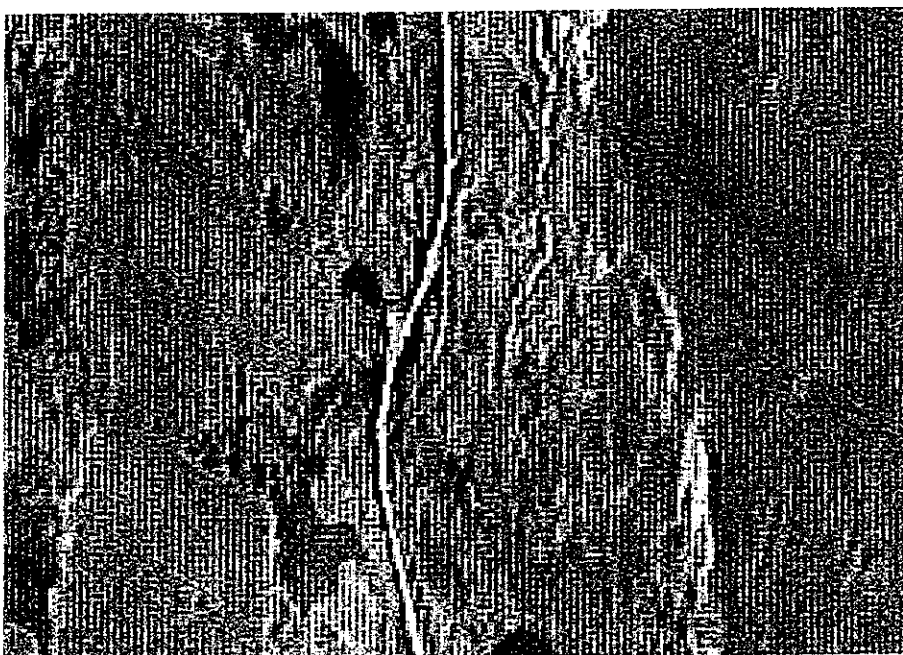
Utsnitt ur digitaliserad flygbild över Abisko (1978-07-21; originalsкала 1:60 000) Denna bild skall jämföras med bilderna nedan av vilka den första är ett utsnitt ur en SPOT-scen över samma område (ihoplagda pankromatiska och multispektrala scener, 1996-06-25) och den andra en markbild tagen i mitten av juni 1997



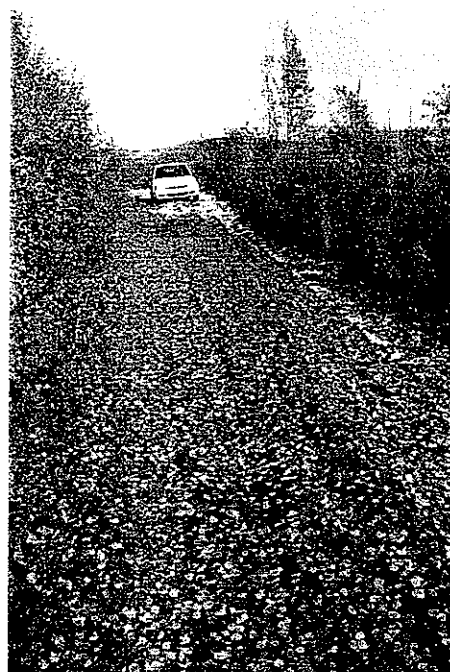


Bilden visar en skoterled med körskador vilka troligen orsakats av terrängkörning under barmarksförhållanden. Bilden är tagen där den vita pilen pekar i den digitaliserade flygbilden. Orsaken till att dessa körskador inte syns i SPOT-scenen är att jordarten är organisk samt att den till stora delar täcks av kraftig gräsvegetation.

II.

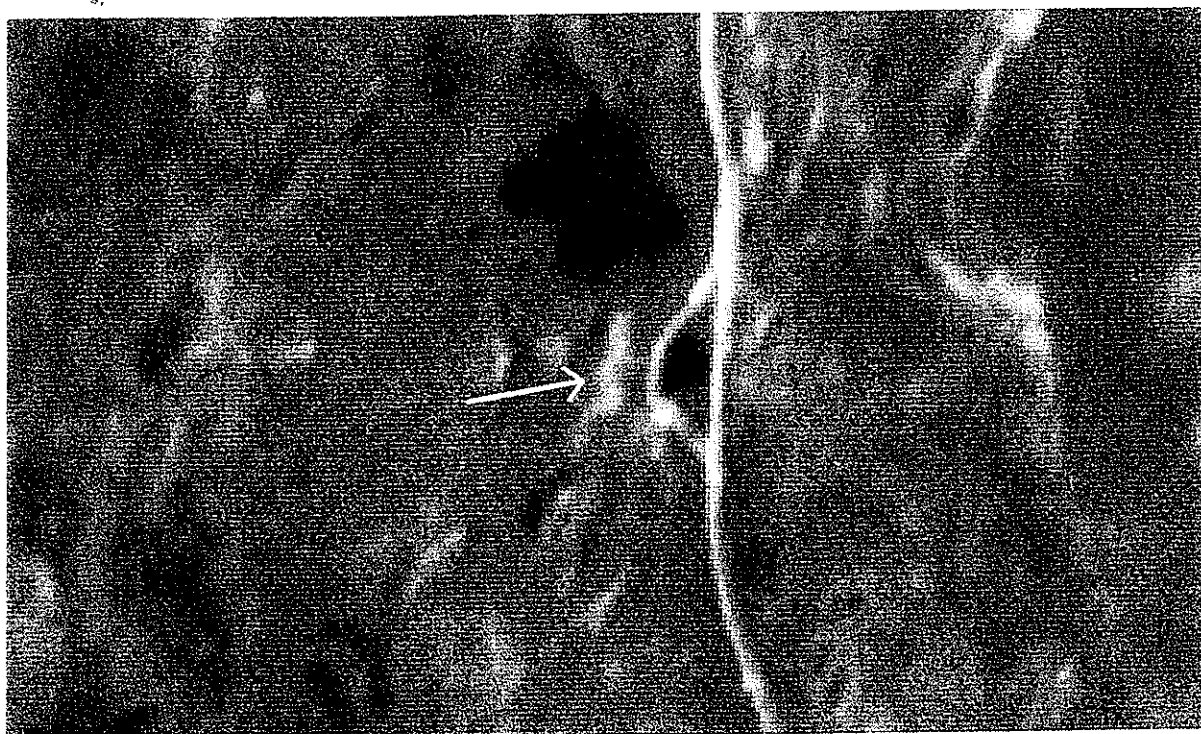


Bilden ovan visar ett avsnitt av landsvägen norr om samhället Övre Soppero (ihoplagda pankromatiska och multispektrala scener, 1996-07-22). I mitten av bilden ses en skogsbilväg vilken ansluter till landsvägen i både norr och söder. Jordarten består av ren sand vilket ger mycket gynnsamma förhållanden för detektering av linjära strukturer.



Till vänster ett utdrag ur en digitaliserad flygbild (1986-06-26). Till höger en markbild från samma område. Bilden är tagen där pilen pekar i den digitaliserade flygbilden i riktningen från söder mot norr (september 1997).

III.



Bilden visar ett utsnitt ur SPOT-scen över undersökningsområdet norr om Övre Soppero (ihoplagda pankromatiska och multispektrala scener, 1996-07-22).



TVå markbilder tagna vid det område vilket markeras med en pil i SPOT-scenen. Jordarten är här mycket sandig eller ren sand. Det mycket tunna vegetationstäcket medför här att den underliggande jordartens spektrala signatur ger genomslag i bilden. Detta innebär att eventuella stigar eller skogsbilvägar blir svårare att upptäcka eftersom kontrasten mellan dessa och omgivningen blir mycket liten eller försvinner helt. De båda markbilderna är tagna under september 1997.

IV.



Bilden till vänster visar ett utsnitt ur SPOT-scenen över Övre Soppero (ihoplagda pankromatiska och multispektrala scener, 1996-07-22). Det breda svarta bandet är Lainioälven väster om samhället Övre Soppero. Pilen pekar på ett område där en smal skogsbilväg (ca 1,5 m) går fram. Jordarterna i denna har organogena inslag vilket tillsammans med delvis skymmande träd gör att den syns dåligt i SPOT-scenen. Ytterligare en bidragande orsak till att vägen inte syns kan vara att den stora delen är överväxt av gräs.



Två markbilder på skogsbilvägen vid Lainioälven (september 1997).

LÄNSSTYRELSENS RAPPORTSERIE

Förteckning över utkomna rapporter 1997

Nummer	Namn	Referent
1	Lador och låsbräken Natur- och kulturmiljöer i Norrbottens jordbrukslandskap	Jan-Olov Westerberg, sektor för livsmiljö
2	Tranans landskap Det norrbottniska jordbrukslandskapets natur- och kulturmiljövärden	Jan-Olov Westerberg, sektor för livsmiljö
3	Hövdingarnas hus	Jan-Olov Westerberg, sektor för livsmiljö
4	Förurningskänslighet i Norrbotten En kartering baserad på moränernas geokemiska sammansättning	Hans Överby, sektor för livsmiljö
5	Svart på vitt Utbildningsstatistik för Norrbottens län 1997	Märtha Puranen, sektor för näringsliv
6	Övervakning av faunan i fjällen Programförslag	Jan From, fjällförvaltningen
7	Staten i Norrbottens län	Barbro Medin-Leven, staben
8	Baseline metal distributions in lake sediments of Norrbotten	Lisa Lundstedt, sektor för livsmiljö
9	Norrbottens kommunikationer 1996	Bo-Erik Ekblom, sektor för näringsliv
10	Norrbotten synliga historia. Norrbottens kulturmiljöprogram. Del 2	Jan-Olov Westerberg, sektor för livs- miljö
11	Inventering av små våtmarker Komplettering av VMI för miljööver- vakningsändamål - en metodikstudie	Mats Norin, sektor för livsmiljö
12	Karhuvaara - en naturbeskrivning	Tina Nilsson, sektor för livsmiljö
13	Floraväxteri i fjällen - en pilotstudie	Anna von Sydow, sektor för livsmiljö
14	Resultat från inventering av järv, lodjur och varg i renskötselområdet 1997.	Jan From, sektor för livsmiljö

LÄNSSTYRELSENS RAPPORTSERIE

Förteckning över utkomna rapporter 1998

Nummer	Namn	Referent
1	På tal om Kvinnor och Män i Norrbotten	Britt-Marie Häggberg, sektor för näringsliv