



Fångst av vegetationsdata och Natura 2000-habitat i fjällen genom flygbildstolkning i IRF med punktgittermetodik

Anna Allard, Per-Anders Esseen, Sören Holm, Mats Högström, Liselott
Marklund, Björn Nilsson, Heather Reese, Jenny Wikberg



Foto: Anna Allard

Arbetsrapport 172 2007

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
S-901 83 Umeå
Tfn: 018-67 10 00

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG—AR—172—SE

Förord

I rapporten visas att flygbildstolkning med punktgiftermetodik har stor potential för att ta fram tillförlitliga och kostnadseffektiva data på tillstånd och förändringar i fjällens vegetation. Rapporten är ett resultat av ett tredelat utvecklingsprojekt varav detta är den tredje och slutliga sammanställningen: Metodik för uppföljning av Natura 2000 fjällen inom NILS 5x5 km² rutor. Projektet är finansierat av Naturvårdsverkets svenska miljöövervakning (Dnr 228 0403).

Anna Allard har varit projektledare för denna del av projektet och kvalitetsansvarig för utförandet av designen, flygbildstolkningen och analyserna samt skrivit rapporten. Tidigare har Per-Anders Esseen axlat projektledarrollen och skrivandet medan Anna Allard var kvalitetsansvarig. Statistisk design, att skriva programvara och göra beräkningar utifrån det tolkade materialet har Sören Holm svarat för, de resultat som redovisas från tidigare studier har Göran Ståhl hjälpt till med. Björn Nilsson har bidragit flera gånger med tolkning och synpunkter, Heather Reese har tolkat inom projektet och vid tidigare tillfälle även Per Löfgren. Databasens utformning och byggnad har gjorts med stor hjälp av Liselott Marklund och Mats Högström. De fältdata som samlats in via NILS programmet har plockats ut och räknats om för att kunna passa med tolkade data tillsammans med Jenny Wikberg. Arbetet har utförts vid institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå. Ett stort tack till alla som hjälpt till med små och stora insatser, utan alla medarbetare blir en sådan här rapport aldrig till. Johan Abenius på Naturvårdsverket har varit ansvarig handläggare.

Anna Allard
Per Anders Esseen

Umeå april 2007



IR-färg Foto: Lantmäteriet, Gävle

SAMMANFATTNING

I denna rapport visas att flygbildstolkning med punktgittermetodik har stor potential för att ta fram tillförlitliga och kostnadseffektiva data på tillstånd och förändringar i fjällens vegetation. Projektet är finansierat av Naturvårdsverkets svenska miljöövervakning.

Inom denna studie har följande delmål nåtts

- 1) Utprovning av försöksdesign har gjorts med antal och fördelning av punkter, samt design och val av tolkningsvariabler.
- 2) Ett operativt tolkningssystem för punktgittertolkning har tagits fram.
- 3) Tolkningsprecisionen för olika variabler och Natura 2000-habitat är utvärderade mot fältdata.
- 4) Metodens kvaliteter är utvärderade.
- 5) Beräkning av tidsåtgång och kostnadsberäkningar är gjorda och ställda mot en polygonbaserad metod för översiktlig tolkning av NILS 5 x 5 km ruta.

Förutom dessa delmål har även säkerheten ytterligare undersökts via ett personvariationstest av tolkade data.

Resultaten från de tolkade fältpunkterna visar att överensstämmelsen med fältinventeringen är mycket god. Ett gott resultat fanns från testet med personvariation, med några få problemområden. Metoden har några begränsningar. För flygbildstolkning i punktgitte med den metodik som föreslås här förutsätts att det finns välutbildade tolkare. För en van vegetationstolkare krävs det i storleksordning en tilläggsutbildning på minst 1 månad i tolkning av fjällvegetation, inklusive fältbesök. En exempelsamling av bilder och ett antal nycklar för tolkning bör tas fram.

Punktgittermetoden är operativt användbar, vissa kompletterande fältstudier behövs. Metoden har följande generella kvaliteter.

1. Metoden är enkel att implementera.
2. Punktgittermetoden är en kostnadseffektiv metod för att fånga landskapsdata. Den är snabbare än polygontolkning.
3. Datafångst från en 5 x 5 km ruta kan göras på 1-3 dagar, beroende på antal punkter i gittret.
4. Det är enkelt att bearbeta och analysera punktgitte-data.
5. Precisionen i arealskattningarna kommer att kunna enkelt beräknas.
6. Tolkningen i punktgitte kan verifieras genom jämförelse med NILS fältdata.
7. Metoden är lämplig för förändringsstudier. Exempelvis kan den utgöra ett snabbt och effektivt sätt att statistiskt uppdatera information om area av vegetationstyper från vegetationskartorna över de svenska fjällen.
8. Metoden kan fånga upp ovanligare naturtyper i 5 x 5 km ytan förutsatt att många punkter tolkas.
9. Metoden kan användas för urval av objekt för riktade fältinventeringar till ovanligare habitat.
10. Resultaten från metoden kan utgöra viktiga data för annan forskning, exempelvis som träningsdata till satellitbildsklassificeringar.

1 INLEDNING	5
1.1 Bakgrund	5
1.1.1 Flygbildstolkning.....	5
1.1.2 Punktgittermetodik i flygbildstolkning.....	6
1.2 Syfte.....	6
2 MATERIAL OCH METODER	7
2.1 Principer för denna studie.....	7
2.1.1 Design och urval av studieområden.....	7
2.1.2 Personvariation	9
2.1.3 Resultatjämförelser mellan tolkning och NILS fältinventering.....	9
2.2 Flygbildstolkning.....	10
2.2.1 Design inom NILS 1 x 1 km-ruta	10
2.2.2 Design inom NILS 5 x 5 km-ruta	10
2.2.3 Variabler och tolkningsmetodik inom punktgittemetoden.....	10
2.2.4 Beskrivningar och kriterier för tolkning av Natura 2000 habitat i fjällen	14
2.2.5 Datafångst.....	19
2.3 Fältdata	20
2.3.1 Principer för datafångst och registrering i fält.....	20
2.4 Utrustning	21
2.4.1 Bildmaterial	21
3 RESULTAT	22
3.1 Resultat från punktgitte-tolkning.....	22
3.1.1 Marktäcke	24
3.1.2 Markanvändning.....	24
3.1.3 Fältskikt	25
3.2 Karteringsnoggrannhet för klassificering av Natura 2000 habitat.....	26
3.3 Personvariation	29
3.3.1 Marktäcke	29
3.3.2 Markanvändning.....	30
3.3.3 Fältskikt	30
3.3.4 Variation i täckningsgrader och höjdmätningar	32
3.3.5 Variation i klassificering av Natura 2000 habitat	32
3.4 Resultat från tolkning av fullt punktgitte, 400 punkter	34
3.5 Tidsåtgång och kostnadsberäkning.....	38
4 DISKUSSION	40
4.1 Natura 2000-habitat	40
4.2 Punktgittermetodens kvaliteter	43
4.3 Metodens begränsningar.....	43
4.4 Betydelse av antal tolkningspunkter.....	44
4.4 Förslag till uppföljningskoncept av Natura 2000 i fjällen.....	44
4.5 Behov av fortsatt arbete	45
5 LITTERATUR	46

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Det finns ett stort behov att ta fram data på tillstånd och förändringar i fjällens vegetation. Detta gäller bl a effekter av klimatförändringar, betespåverkan och markslitage i landskapet, men även miljöövervakning i fjällområdet, framförallt för uppföljningen av Natura 2000-habitat och miljömålsuppföljningen. Naturvårdsverket har i uppdrag att få en basinventering av Natura 2000-habitat för landet, som sedan ska följas upp för internationell rapportering till EU (Liljelund & Lindahl 2003, Abenius m fl 2004). För att fånga vegetationsdata från större områden, främst vad gäller tillstånd och förändring i arealer och status av mindre vanliga habitat, krävs en tillförlitlig och kostnadseffektiv metodik.

1.1.1 Flygbildstolkning

Analys av flygbilder och även satellitbilder ihop med begränsat fältarbete har visat sig vara en snabb metod för att med hög tillförlitlighet upptäcka och övervaka vegetation och förändringar i habitat (bl a Einevoll 1968, Ihse & Wastenson 1975). Tolkning av flygbilder i infrarödkänslig färgfilm, s k IRF-flygbilder, har visats vara särskilt lämpad för vegetationsstudier, eftersom den är speciellt känslig för vegetation, och man kan där ”se” också utanför det område som vårt öga normalt kan uppfatta. Det beror på att vegetationen har större skillnader i reflektion i det nära-infraröda våglängdsområdet än i synligt ljus (Ihse & Wastenson 1975, Ihse 1978, Allard m fl 1998). Man kan se skillnaden väl mellan olika vegetationstyper, som rishedar och gräshedar, ängar och kärr, vilka framträder i olika purpuröda till rosa till blågröna färgtoner, och man ser skillnad mellan torra och fuktiga vegetationstyper. Lavar återges i blågrå nyanser, mossor i röda till brunröda; substrat, icke vegetationstäckta ytor som berg och mineraljord är klar blå till vita, beroende delvis på mängden skorplavar och slutligen vegetationstäckta ytor, vilka återges i röda nyanser (bl a Allard 2003).

Den tredimensionella modellen vid stereobetraktning ger i tillägg till färginformationen ekologiskt värdefull information om var i terrängen de olika växtsamhällena är belägna. Detta är nödvändigt för att kunna skilja ut de exponerade topparna och översta delarna på kullar och ryggar. Man kan också väl se höjdskillnaden mellan buskar och träd, som videsnår och björkskog. När stereomodellerna är väl inmätta och man använder avancerade instrument, kan man komma mycket nära samma punkt vid nästa tillfälle i en förändringsstudie, på någon meter när. Det är här relevant att nämna något om flygbilders fysiska natur. Det är väl känt att en skala inom en flygbild varierar kring den angivna bildskalan, en bild i skalan 1:60 000 kan exempelvis variera mellan cirka 1:58 000 och 1:62000 (Ekelund 1993). Variationen beror främst på att terrängen varierar topografiskt. Bildskalan på en bergstopp är större än i en dalgång. Detta är särskilt uttalat i den kuperade fjällmiljön. Flygbilder är tagna i en s k centralprojektion, vilket ger en nadirpunkt ungefär mitt i varje flygbild och allting förskjuts radiellt runt denna punkt och uppstickande delar (träd och torn) ser ut att luta ut åt kanterna. Detta är förutsättningarna för att erhålla stereobetraktning. Vid en omfotografering hamnar centralpunkten för varje foto på nya ställen i den topografiska terrängen, vilket medför att lutningarna är vinklade något annorlunda och en mängd faktorer såsom skuggbildningar och synliga ytor inte helt överensstämmer. För studier av förändring över tid är det viktigt att vara medveten om dessa förhållanden.

De tidigare studierna låg till grund för den vegetationskarta som togs fram över fjällen (Ihse m fl 1977, Rafstedt 1984, Andersson m fl 1985). Tyngdpunkten av studierna låg på utveckling av metoder samt bestämning av tillförlitlighet och syftet var en kartläggning inför fysisk, översiktlig planering. Dessa kartor utgör ett bra underlag men är nu runt 30 år gamla

och även vid översiktlig övervakning behövs en uppdatering, inte minst med tanke på klimatförändringar.

NILS programmet utför en nationell övervakning med flygbildstolkning och en parallell fältinventering av de terrestra delarna av landet i ett fast stickprov om 631 landskapsrutor. Stickprovsmetoden är väl underbyggd. Ett fullt omdrev inom NILS programmet tar fem år, och en femtedel av landskapsrutorna väljs ut, fördelat över hela landet för varje delår av omdrevet. Detta gör också att alla typer av vegetation blir representerad varje delår. Ur dessa data kan trender, tillstånd och förändringar fås (Allard m fl 2003, Essén m fl 2004). Basinventeringen av Natura 2000-habitat i Sverige är ett pågående projekt som till delar inventeras med flygbildstolkning i IR-färg (Liljelund & Lindahl 2003). Denna basinventering utförs dock inte i fjällområdet och det finns ett stort behov av ett system för att följa naturhabitaten i dessa delar av landet.

1.1.2 Punktgittermetodik i flygbildstolkning

Att använda punktgifter för att statistiskt beräkna arealer på exempelvis kartunderlag är en väl beprövad teknik och har använts inom skogliga tillämpningar för att snabbt täcka ett område (bl a Axelsson & Möller 1962). Inom flygbildstolkningen har tillvägagångssättet bl a använts för att testa skogliga variabler i flygbildstolkning och för en förändringsstudie av vegetationstyper i södra fjällen (Ihse & Allard 1995, Allard 2001). I fjällstudien användes punktgifter för analys av analoga bilder i bildskalan 1:60 000. Syftet med den aktuella undersökningen får avgöra tätheten av och den geografiska storleken på punktgiftret.

1.2 Syfte

Det övergripande målet med projektet som redovisas i denna rapport är att utprova en enkel, robust och kostnadseffektiv metod för att följa upp tillstånd och förändringar i arealen av såväl vanligare som ovanligare naturtyper i fjällen genom att testa och utvärdera punktgiftertolkning av IRF-flygbilder. Metoden ska vara direkt operativt användbar inom NILS och kompatibel med befintlig metodik. Punktgittermetoden baseras också på tolkning av en begränsad uppsättning variabler som tolkas i ett s k punktgifter (100-400 punkter per ruta) som täcker exempelvis en 5 x 5 km² ruta från NILS. Projektet baseras på NILS system för bildtolkning (Allard m fl 2003) och utförs på flygbilder från hela svenska fjällkedjan.

Följande delmål ingår:

- 1) Utprovning av försöksdesign (antal och fördelning av punkter, urval av tolkningsvariabler).
- 2) Framtagning av operativt tolkningssystem för punktgiftertolkning.
- 3) Utvärdering av tolkningsprecision för olika variabler och Natura 2000 habitat mot fältdata.
- 4) Utvärdering av metodens kvaliteter.
- 5) Beräkning av tidsåtgång, som underlag för kostnadsberäkningar.

Valideringen görs genom att jämföra tolkningsresultatet med befintligt fältdata från NILS cirkelprovytor från 2003-2004. Förhoppningen är att punktgittermetodiken ska kunna fylla viktiga delar av behovet av landskapsinformation (marktäcke, markanvändning) över större områden.

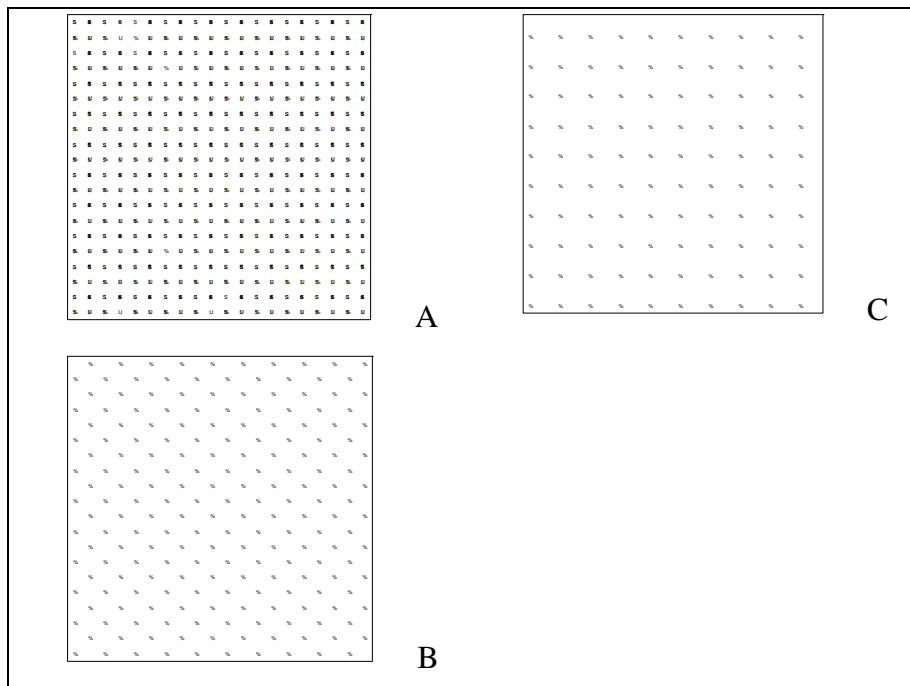
2 MATERIAL OCH METODER

2.1 Principer för denna studie

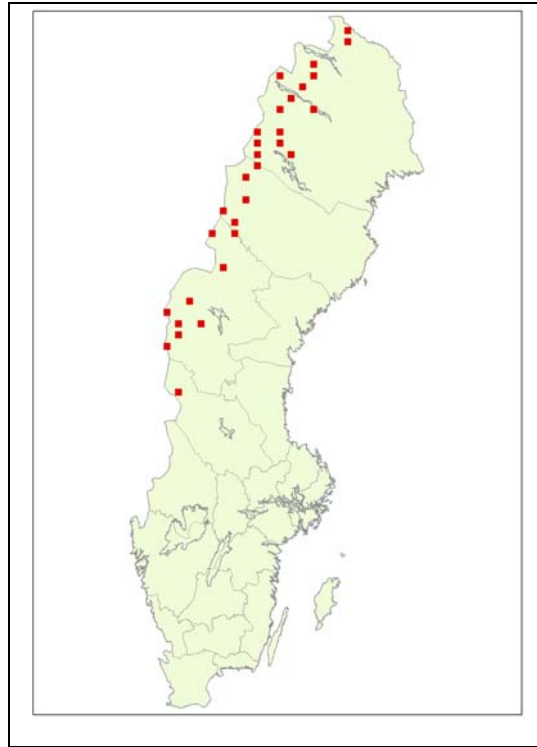
2.1.1 Design och urval av studieområden

Vi testade att tolka ett ”fullt” utlägg, dels 20x20 (400) punkter i varje 5x5 km² ruta och dels 100 punkter på några få ställen för att få en tidsuppfattning. För att få fram utlägg med 100 respektive 200 punkter skapades subset av de 400 punkterna (Fig.1). Punkterna i ett utlägg på 400 punkter kommer då att ligga 250 m från varandra i marknivå, vilket också är på samma avstånd och i samma positioner som de teoretiska fältprovytorna i den centrala 1x1 km² rutan i NILS programmet. Med ovanstående utlägg blir det lika många punkter i varje del- km² ruta av en stor ruta.

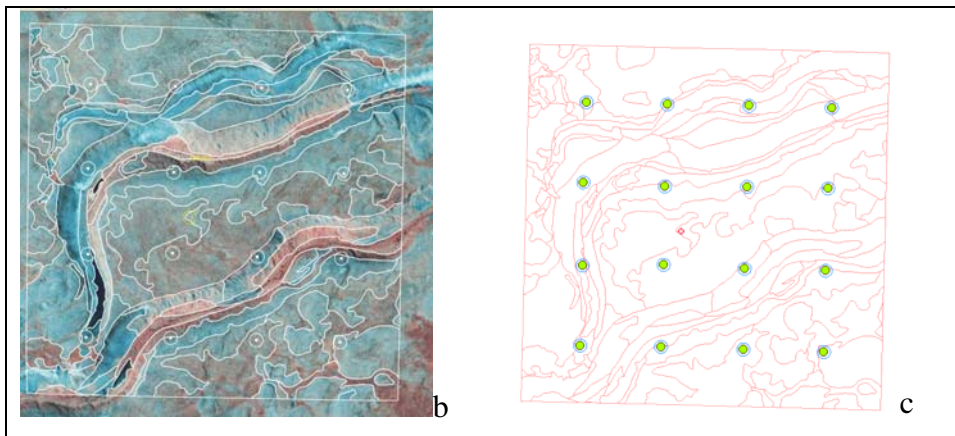
För att statistiskt kvalitetskontrollera de valda variablerna valdes att göra ett fåtal punkter på så många geografiska ställen som möjligt. Alltså valdes alla tillgängliga NILS-rutor för två inventeringsår som faller inom kalfjäll eller fjällnära miljö, sammantaget vart det 30 områden, se tabell 1 och figur 2a. De punkter som valdes var de aktuella fältbesökta provytorna (inrapporterade via GPS-koordinater) för varje NILS-ruta. Detta utgör 16 punkter per ruta för fältår 2003 och 12 punkter per ruta för fältår 2004. Exempel på utläggen finns i figur 2b, c.



Figur 1. Exempel på tre olika utlägg av tolkningspunkter i 5 x 5 km rutan:
a) 400 punkter, b) 200 punkter och c) 100 punkter.



Figur 2a. Översikt över de valda områdena för tolkning med punktgittermetodik.



Figur 2b och 2c. Exempel på hur ett punktgitter för denna studie kan se ut. Till höger i bilden finns ett ytskikt från ett GIS-program med polygoner från NILS ordinarie tolkning, 16 punkter representerar de fältprovytor som inventerats. Till vänster syns en flygbild där polygonlinjer och punkter är draperade på en digital höjdmödel och inspeglade så att de hamnar på rätt höjder i terrängen. När variablerna bedöms så tolkas bilderna i en stereomödel.

Tabell 1. Urval av studieområden, vilka består av stickprovsrutor från NILS-programmet, vardera om 5 x 5 km. Fältinventeringsåren är de två första av NILS första omdrev. Flygbilderna som använts är tagna sommartid mellan år 2002 och 2004.

NILS Ruta	Fältinv. år	NILS Ruta	Fältinv. år
326	2003	353	2004
358	2003	372	2004
370	2003	375	2004
392	2003	419	2004
450	2003	452	2004
478	2003	457	2004
499	2003	470	2004
516	2003	524	2004
527	2003	542	2004
540	2003	548	2004
546	2003	568	2004
571	2003	592	2004
583	2003	602	2004
605	2003	626	2004
609	2003		
630	2003		

2.1.2 Personvariation

En undersökning om precisionen i tolkningarna gjordes genom att utföra ett personvariationstest. För att kunna se om variablerna skiljer sig markant beroende på tolkare, gjordes hela denna studie tre gånger, med en ny tolkare varje gång. Personerna var dels en van flygbildstolkare, dessutom med vana att tolka i fjällmiljö, dels en van flygbildstolkare, men med mindre vana att tolka i fjällmiljö. Båda dess första tillhör NILS ordinarie tolkningspersonal. Den tredje var en ovan tolkare, som då också får anses som ovan vid fjälltolkning. Den person som var ovan vid flygbildstolkning är dock förtrogen med satellitbilda-behandling i svenska fjällområden.

Kalibrering av tolkning skedde mellan tolkare 1 och 2, tre timmar totalt. Mellan tolkare 1 och 3 skedde utbildning/kalibrering under 4-5 dagar.

Delningslinjer för de cirkelytor som skulle bedömas fanns färdigbestämda via NILS polygontolkning, på det viset blev det alltid lika stort område som tolkades av de olika personerna samt att punkten alltid hamnade inom samma habitat. För att kunna jämföra variabeltolkningen är det viktigt ytorna som bedöms blir desamma för varje tolkare.

2.1.3 Resultatjämförelser mellan tolkning och NILS fältinventering

Som kvalitetsmått för noggrannheten i tolkningarna används fältdata, vilka registrerats under fältåren 2003 och 2004 av NILS fältpersonal. Man vill kunna avgöra kvaliteten på tolkningen, även när möjligheten att själva göra fältkontroller är minimal, vilket är den stora skillnaden mellan denna tolkning och konventionell inventering med flygbilder. De data som samlas in av fältpersonalen kan då istället användas som "facit" för markförhållanden och täckningsgrader.

2.2 Flygbildstolkning

Först beskrivs helt kortfattat lite om den ordinarie tolkningen inom NILS-programmet. För utförligare information hänvisas till Allard m fl (2003). Ur denna ordinarie tolkning väljs de variabler som skall ingå i punktgifter-tolkningen, vilken är designad för att få information snabbt. Utöver NILS-variablerna har vi utarbetat ett system för att tolka Natura 2000-habitat i dessa punkter.

2.2.1 Design inom NILS 1 x 1 km-ruta

Inom en inre ”kärnruta” på 1 x 1 km tolkas information på en detaljerad nivå. Den minsta karterigsenhet som används är på 0,1 ha, och för vissa fall ner till 0,05 ha. För långsträckta ytor gäller att bredden skall vara minst 10 m (mindre inbuktningar kan accepteras), för vattendrag gäller en bredd på 6 m för att en polygon skall ritas ut. Smalare objekt registreras som linje- eller punktobjekt. Data samlas in polygonvis om markanvändning, nutida och ev. historisk. Marktäckeklasser, samt avvikande mindre delar och substrattäckning. Trädskiktet och buskskiktet med trädhöjd, trädäckning samt mönster bedöms ihop med trädslagsblandning och förekomst av bredkroniga träd.

Fältskikt och bottenkikt blir egen variabel och fuktighet i procent av fyra grader bedöms för varje polygon. Typ av semiakvatisk mark (myr eller andra vattentäckta marker) samt typ av myr och procentandelar av myrens marktäcke (ex. fastmatta, gölar) är alla olika variabler. Akvatisk yta, bedöms till enklare typer och även vattenvegetation. Glaciär eller snötäckt mark är variabler. Inom kategorin bebyggd mark bedöms typ av byggnadsstruktur och markens olika typer av täckningsgrader. Till sist bedöms ett antal landskapselement, i form av linje- och punktobjekt i egna skikt.

2.2.2 Design inom NILS 5 x 5 km-ruta

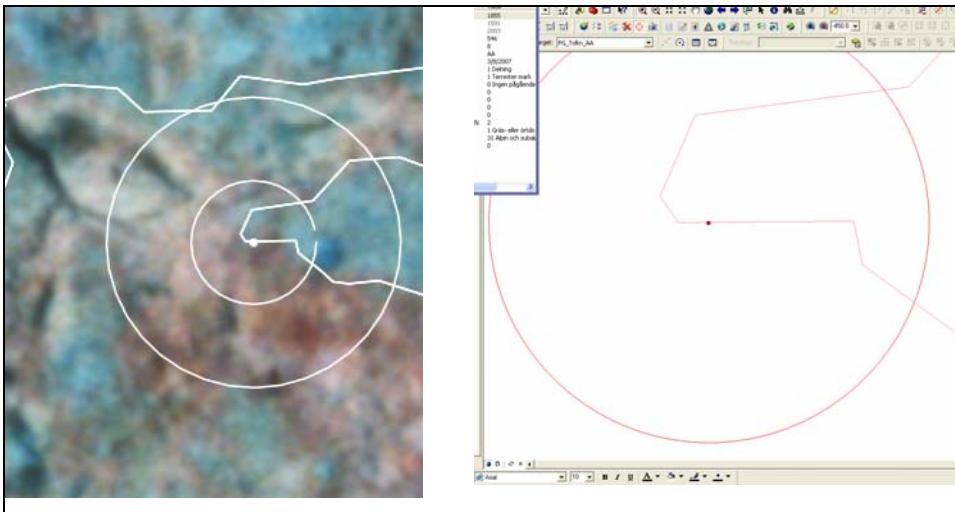
Landskapsrutan inom NILS nationella program är 5 x 5 km, d v s 25 ggr större än den inre kärnrutan. Denna skall också följas, på ett översiktligt sätt med till största delen färdiga klasser i ett ganska enkelt system och med vissa utvalda variabler. Hur detta skall utföras är ett pågående utvecklingsprojekt inom programmet. I dagsläget utvärderas ett förfarandesätt med befintliga indataskikt som exempelvis Lantmäteriets fastighetskarta. Indataskikten skiljer sig i kvalitet över landet och är alltid heltäckande. Man kommer att utföra en efterföljande kontroll samt nytolkning av variabler eller klasser som inte kan inhämtas på annat sätt, samt på de ställen i landet där indata inte är tillfredställande.

2.2.3 Variabler och tolkningsmetodik inom punktgiftermetoden

Variablerna registreras i princip för en punkt i terrängen, men för att kunna bedöma vissa variabler exempelvis olika täckningsgrader, krävs en viss omgivning. Dels bedöms förstås hela landskapet med sitt sammanhang för att få basinformation om vilken typ av vegetation man befinner sig inom. Runt punkten finns två koncentriska ringar, den inre med en radie på 8,5 m, vilket överensstämmer med den radie som i praktiken används i fält för att bestämma om ytan är delad i flera eller inte, se figur 3. När det dominerande marktäcket och vilket fältskikt som förekommer skall bedömas i fält används en cirkel på 10 m radie som omgivning. I figuren syns att denna yta är delad, då två polygoner förekommer inom den inre ringen, det syns också en yttre ring med radien 20 m. Den yttre ringen överensstämmer med den bedömningsyta som används i fält för att bedöma täckningsgrad av träd och buskar.

Den största skillnaden i bedömning är att i flygbildstolkningen bedöms den aktuella polygonen, i fallet i figur 3 enbart den undre, röda vegetationen som är fuktig gräsmark, vilket också är den metodik som rekommenderas för den operationella punktgiftermetoden.

I tabell 2 ges en sammanställning av de variabeltyper som förekommer i punktgittemetodiken. Nedan beskrivs sedan typerna mer ingående, med förväxlingsrisker och eventuell problematik.



Figur 3. Exempel på delning av yta, bedömningsytor och bestämning av vilken vegetation punkten hör till. I detta fall är ytan delad och punkten hamnar i den undre vegetationstypen, som är röd på bilden. Ruta 546 provyta 10.

Tabell 2. Variabler som tolkas i punktgittertolkning. Alla variabler registreras med 1%’s noggrannhet om inte annat anges. Lövandel och täckningsgrad av fält/bottenskikt beräknas genom att subtrahera, trädtäckning minus barrandel respektive totalarea minus substratandel.

	Variabel	Enhet, klasser	Kommentar
1	Marktäcke och naturlighet	12 klasser	
2	Markanvändning	43 klasser	
3	Trädtäckning	0-100 %	
4	Barrandel	0-100 %	
5	Lövandel	0-100 %	Räknas fram
6	Trädhöjd	0-50 m	
7	Busk/småträdstäckning	0-100 %	
8	Fält/bottenskikt, typ	15 klasser	
9	Substrattäckning	0-100 %	
10	Fält/bottenskikt täckning	0-100 %	Räknas fram
11	Natura 2000 habitat och vegetation	19 klasser	Varav 9 är N2000-habitat

1. Marktäcke och naturlighet

Bestäms inom bedömningscirkeln med 20 m radie, eller del av denna. Se Allard m fl. (2003) för detaljerade definitioner och tolkningsindikatorer. En skillnad är att akvatiska miljöer särskiljs i denna variabel, se tabell 3.

Tabell 3. Variabler för registrerat marktäckte.

0	Ej tolkad ruta
1	Terrester
2	Semiakvatisk mark
30	Sjö
31	Vattendrag
32	Tillfälligt vattentäckt yta
3	Åker
4	Bebyggd mark (anlagd)
5	Hårdjord/belagd mark
6	Anlagd grönyta
7	Täkt
8	Deponi
9	Glaciär eller snötäckt mark
99	Ej tolkningsbar

2. Markanvändning

Variabeln avser den arealmässigt dominerade markanvändningen i provytan med 20 m radie, eller del av denna, en sammanställning visas i tabell 4. Se Allard m fl. (2003) för detaljerade definitioner och tolkningsindikatorer. I fjällen är kod 0 "Ingen synbar markanvändning" vanlig. Bete registreras enbart för inhägnade betesmarker och således ej för naturbete, såsom renbete och skogsbete.

Tabell 4. Variabler för markanvändning.

0	Ingen synbar markanvändning	45	Bensinmack
10	Åker i växtföljden	46	Offentlig service och verksamhet
11	Betesvall	47	Allmän plats, torg
12	Slättervall	50	Väg, fordonsparkering
13	Svårklassificerad å01	51	Järnväg, bangård
14	Energiskog	52	Flygplats
15	Fruktträdsodling	53	Hamn
16	Bärbuskar	60	Kraftverksdamm, magasin
17	Övrig odling	61	Reningsdamm
18	Bete	62	Fiskodling, vattenbruk
19	Rengärde	63	Bevattningsdamm
30	Park (inkl. allmänna grasmattor)	70	Sand- och grustäkt
31	Golfbana	71	Bergtäkt, gruva
32	Slalombacke	72	Torvtäkt
33	Badplats	73	Matjordstäkt
34	Camping	77	("Låst nr")
35	Annan idrotts- och motionsanläggning	80	Soptipp
36	Annan rekreationsyta	81	Sand, grus, sten och grävmassor (deponi)
37	Koloniodling, rabatter	82	Sedimentationsdamm
40	Bostadstomt (utanför tätort)	88	("Låst nr")
41	Jordbruksbebyggelse	90	Militärt område
42	Agglomeration (samling av hus)	97	Pågående exploatering
43	Industriverksamhet, handel, teknisk anl	98	Annan markanvändning
44	Kyrkogård, begravningsplats	99	Markanvändning kan ej tolkas

Träd- och busktäckning inom flygbildstolkningen

Här finns en stor skillnad gentemot fältbedömningarna, där buskar är vedartade växter, enligt en speciell artlista, över 30 cm höjd. Denna höjd är omöjlig att mäta i flygbilderna och enbart de buskar som tydligt sticker upp över ristäcket syns i bilden. Vid nästan alla förekommande fall är det svårt att följa dessa gränser och låga träd och trädformiga björkar räknas ofta med till trädäckningen även om de råkar vara strax under 2 m. Omvänt blir flera av risväxterna i de friska till fuktiga hedarna över de bestämda 30 cm och borde då bli buskmark, men detta är omöjligt att mäta i flygbilder och dessa förs i alla fall till hedarna. Buskskikten blir i praktiken de videsnår som breder ut sig längs vattendrag och vid områden med mycket rörligt markvatten. Därför är det också svårt att jämföra flygbildstolkningens buskskikt med den information som samlas in i fält.

Trädäckning, 0-100 %

Täckningen av träd uppskattas med en noggrannhet på 1 % inom bedömningsytan med 20 m radie, eller del av denna. Träd avser här främst fjällbjörk och barrandel. Som stöd för bedömning av trädäckning används hjälpfigur. Typ av fält/bottenskikt registreras inte om trädäckningen är ≥ 50 %.

Barrandel, 0-100 % Lövandel, 0-100 %

Andelen barr- resp. lövträd (baserat på täckning) uppskattas % i bedömningsytan om 20 m radie, eller del av denna. Andelen lövträd räknas fram i efterhand: lövandel = 100 - barrandel.

Trädhöjd, 0-50 m

Trädhöjden (trädsiktets medelhöjd) uppskattas på 1 m när inom bedömningsytan med 20 m radie, eller del av denna. Vid mätning av medelhöjd ska i princip läggas större vikt vid de grövre träden, vilka nästan alltid utgörs av de högre träden. Det är särskilt viktigt att vara noggrann vid registrering av trädhöjder i intervallet 10-12 m, vilka utgör viktiga gränser. I NILS rutor med trädförekomst i en stor del av punkterna behöver inte en formell mätning göras i varenda tolkningspunkt utan en bedömd höjd kan anges. Vid osäkerhet görs stödmätningar.

Busk- och småträdstäckning, 0-100 %

Registreras om trädäckning < 30 %. Täckningen av buskar (inklusive småträd under 2 m höjd) uppskattas med en noggrannhet på 1 % inom bedömningsytan med 20 m radie, eller del av denna. Busktäckning bedöms enbart i ytor med max 30 % trädäckning.

Substrattäckning, 0-100 %

Den procentuella andelen mark som uppfattas som helt vegetationsfri i flygbilden inom bedömningsytan med 20 m radie, eller del av denna. I detta sammanhang betraktas inte skorplavar och andra mycket lågväxande lavar som vegetation, då de återges i olika blåa färger och inte säkert kan identifieras. Endast vid enstaka tillfällen finns substrat utan påväxt av dessa typer av lavar, de blir därför betraktade som del av substratet. Det finns dessutom en risk för förväxling eftersom marken kan ha viss vegetation av busklavar, graminider eller risväxter eller ett tunt/glest vegetationsskikt och ändå uppfattas som vegetationsfri i flygbilden. Vegetationsskiktet syns som ett skimmer av "annan färg" ovanpå den starka blå färg som bär substratet i en IR-färgbild.

Fält/bottenskikt typ

Registreras om trädäckning < 50 %. Avser den arealmässigt dominerande typen av fält/bottenskikt inom bedömningsytan med 20 m radie, eller del av denna, se tabell 5. Se Allard m fl. (2003) för detaljerade definitioner och tolkningsindikatorer.

Tabell 5. Variabler fält- och bottenskikt.

<i>Klass</i>	<i>Definition</i>
0 Ej tolkat	Fält/ bottenskikt/ substrat är ej tolkat
1 Gräs- eller örtdominerat	
2 Gräs- ristyp	
3 Risdominerat	
4 Lavrik typ	Lavar täcker mindre än 50% av befintligt bottenskikt
5 Lavtyp	Lavar täcker mer än 50% av befintligt bottenskikt
6 Vass inklusive kaveldun säv	Vass inklusive kaveldun och säv
7 Högstarr, fräken och säv	
8 Vitmosssdominerat	
9 Övrigt mossdominerat	
10 Avverkningsrester	
11 Berg/ hållmark	
12 Blockmark	
13 Mineraljord	
14 Humus	
20 Lågstarr/ tuvsäv	
98 Ej relevant att tolka	Marktäcket är sådan att mark/botten/substrat ej skall tolkas
99 Kan ej tolkas	Fältskikt kan ej tolkas, skugga

2.2.4 Beskrivningar och kriterier för tolkning av Natura 2000 habitat i fjällen

I flygbildstolkning anges Natura 2000-habitat inte så lätt med mätbara detaljer som antal arter av en viss grupp eller detaljerad höjd på vedartad vegetation. Därför beskrivs här de olika typerna av habitat utifrån hur man kan skilja ut dem i flygbilder och var de kan förväntas förekomma.

Det är inte möjligt att tolka näringshalten i berggrunden på ett säkert sätt, utan man får osäkra indikationer. Den typen av information får tas från berggrundskartor eller från fält. Om informationen tas från fält blir det en bättre upplösning på inre rutan, sedan får man göra ett antagande att det inte går stråk av annan näringshalt i omkringliggande ytor. Med detta i fokus har flera tidigare tvådelade habitat slagits ihop (detta gäller alltså sådana där kalk och silikatberggrund ska skiljas på inom samma typ, exempelvis klippvegetation och gräsmarker).

Många typer av vegetation i fjällen förekommer i en mosaik av flera, i dessa fall väljer man punkten i mitten av bedömningsytan så gott det går, utifrån den minsta karteringsenheten på 0,1 ha. Skulle även denna punkt svårbestämd väljer man det som dominerar inom bedömningsytan.

Tabell 6 visar en sammanställning av habitaterna som registrera inom detta projekt och avser det arealmässigt dominerande Natura 2000-habitat inom bedömningsytan med 20 m radie, eller del av denna. Vid bestämningen av Natura 2000 habitat följs ett bestämningsschema där typerna urskiljs i hierarkisk ordning, se figur 4.

Tabell 6. Natura 2000-habitat som tolkas i IRF-flygbilder i fjällen.

10 Annan substratmark	40 Annan myr
11 Klippvegetation på bergssluttning 8210, 8220	41 Kärr
12 Rasbrant 8110, 8120	42 Mosse
21 Extremtorr fjällhed och boreal hed 4060	43 Skogbevuxen myr 9100
22 Torr fjällhed och boreal hed 4060	44 Palsmyr 7320
23 Frisk fjällhed och boreal hed 4060	50 Annan buskmark
24 Fuktig fjällhed och boreal hed 4060	51 Subarktisk videbuskmark 4080
25 Våt fjällhed och boreal hed 4060	60 Annan skog
30 Annan gräs/ ängsmark	61 Nordisk fjällbjörkskog 9040
31 Alpin och subalpin gräsmark 6150, 6170	70 Annan snötäckt mark
32 Högörtäng 6430	71 Permanent glaciär
33 Höglänta slätterängar	90 Annan mark

Nedan följer en lista på Natura 2000-habitat följs med tolkningen i punktgifter och med en översättning mellan de koder som används i punktgiftermetodiken och de koder som används inom Natura 2000-nätverket.

Substratmarker:

11 Klippvegetation på bergssluttning 8210, 8220
 12 Rasbrant 8110, 8120
 10 Annan substratmark

Hedar:

21 Extremtorr Fjällhed och boreal hed 4060
 22 Torr Fjällhed och boreal hed 4060
 23 Frisk Fjällhed och boreal hed 4060
 24 Fuktig Fjällhed och boreal hed 4060
 25 Våt Fjällhed och boreal hed 4060

Gräs- och ängsmarker:

31 Alpin och subalpin gräsmark 6150, 6170 (snölegor kan förekomma här)
 32 Högörtäng 6430
 33 Höglänta slätterängar
 30 Annan gräs/ängsmark (snölegor kan förekomma här)

Myrmarker:

41 Kärr
 42 Mosse
 43 Skogsbevuxen myr 91 D0
 44 Palsmyr 7320
 40 Annan myr

Buskmarker:

51 Subarktisk videbuskmark 4080
 50 Annan buskmark

Snötäckta marker:

71 Permanent glaciär 8340
 70 Annan snötäckt mark

Skogar:

61 Nordisk fjällbjörkskog 9040
 60 Annan skog

90 Annan mark

Substratmarker: Det kan vara svårt att avgöra om vegetation finns på branta klippor, medan andra gånger kan det vara ganska lätt att se en gräsbevuxen klippig yta som inte lutar så starkt. Klippor får man försöka tolka efter hur jämna yttexturer de har, och ifall det finns karakteristiska sprickbildningar i berget. Om området lutar >30 grader, registreras habitatet rasbrant. Dock är det svårt att mäta lutningen i programvara Summit Evolution från DAT/EM, vilket använts i denna studie och detta faktum kan göra att vissa rasbranter missas. Övriga substratpunkter blir annan substratmark.

Hedar: De ytor med fält- och bottenskikt dominerat av ris eller ris/gräs (där gräset inte överskrider 49 %) och där trädäckningen inte överskrider 9 %, eller där videbuskar och andra buskar inte överskrider 50 %. Alltså huvudsakligen risbevuxna ytor ovan den gräns där skogen är heltäckande eller på klimatimpediment nedan skogsgränsen. För att tolka in fuktigheten får faktorer i omgivningen studeras, framförallt det topografiska läget. Fuktigheten i risheden är starkt zonerad och förekommer i bälten utmed sidor på små kullar. Vi följer här de beskrivningar som ges i texterna till vegetationskartan (Rafstedt 1984, Andersson m fl 1985). På toppen av de flesta små kullar förekommer en hedtyp med mycket låg vegetationstäckning (cirka 25 %), vilka kallas vindhedar eller vindblottor. Dessa är alltså inte substratmarker utan stabila vegetationssamhällen som kan vara flera hundra år gamla. Ett problem kan vara den glidande övergång som finns mellan den våta risheden (med tjocka humuslager och tätt med högvuxna ris samt hjortron) och mossepartier. Detta är inte utrett, då mosse är en sällan förekommande vegetationstyp i fjällen.

Hedarna är alltså uppdelade efter fuktighetsgrad, näringsstatus och inte minst exponeringsläge i terrängen. Denna typ av uppdelning är väl dokumenterad inför tolkning och utgivning av de svenska vegetationskartorna över fjällen. Uppdelningen är inte nödvändig för Natura 2000-rapporteringen och kan slås ihop inför ett datautplock. De har delats upp på grund av att de har olika känslighet för slitage och störning samt att de har olika förmåga att återkolonisera eller repareras tillbaka till en gynnsam bevarandestatus.

Gräs- och ängsmarker:

De kalkrika gräsmarkerna i Natura 2000 är ganska ekvivalenta med det som kallas "lågörtäng" i vegetationskartan. De silikatrika är ofta av en typ som förekommer i den torra risheden på fattig berggrund. Den kan ibland innehålla lite av gräset i förhållande till de lågvuxna vedartade växterna, då finns viss risk för förväxling med torr rished. Framförallt som dessa typer förekommer i en mosaik. Tolkaren bedömer täckningsgraden av respektive vegetation (ris och gräs) och bestämmer typ. De två typerna av gräsmarker kan skiljas av en erfaren tolkare men i denna studie har vi valt att slå ihop dem till en typ. Efter test-tolkning kan möjligen dessa separeras. I denna kategori av gräsmarker ingår också de områden med snölegevegetation som dyker upp, främst i de norra delarna av fjällkedjan. Lågörtängar kan uppta relativt stora ytor och kan förväxlas med täta kärr, exempelvis backkärr och torrare kärr med mycket lågstarr och tuvsäv. Gräset får ofta en ljusrosa färg med en gul anstrykning. Det ekologiska läget för gräs och örtängar används tillsammans med färg för åtskillnad. Detta kräver att man tittar en bit utanför den lilla bedömningsytan för att förstå det ekologiska läget.

Högörtängar skiljs ut, dessa förekommer på näringsrika marker i norra delen av fjällkedjan och finns oftast i branta partier av bergets fot, med rörligt ytvatten och många videbuskar utmed rännilarna. Örterna blir ungefär knähöga och dessa ytor blir intensivt röda i IRF-bilderna och färgen, tillsammans med yttexturen och det ekologiska läget är de indikatorer som används för upptäckt. Om en gräsmark är en **slätteräng** syns detta på att den är jämn och att det finns "tillfart" eller "djurstig" till ängen. Om bilden är tagen vid rätt tillfälle kan hässjor synas.

Myrmarker:

Kärr och **mosse** skiljs åt, detta är redan gjort under tolkningen av NILS-variabler. Som nämnts ovan kan, även i NILS bastolkning en del mossepartier döljas i kategorin våt rished. För att upptäcka **palsmyr**, så ska det vara en myrmark med humuskullar, dessa har olika färg beroende på vattenhalt och förmultningsgrad. Man ser inte någon iskärna utan får använda topografin.

Skogsbevuxen myr blir det av en rismosse med minst 25 % täckning av träd, samtliga tallmossar är av denna habitatstyp (det kan annars vara alla typer av träd, barr-, bland- eller lövskog). Vid en krontäckning på över 70 % övergår det till sumpskog.

Buskmarker:

Subarktiska videbuskmarker skiljs i fält ut vid 20 % täckning av viden i annan mark. Det är inte troligt att det syns i IRF-bilder om buskarna växer glest i en rished. Täckningsgraden av buskar behöver antagligen vara cirka 40-50 % för att synas. Detta är en osäker uppgift eftersom det inte är undersökt. I den fjällnära skogen kan det förekomma brandsuccessioner eller hyggen som utbildats till buskmarker, dessa förs då till "Annan buskmark".

Skogar:

Vi skiljer ut nordisk fjällbjörkskog. Denna typ finns definierad i NILS såsom dominerad av fjällbjörk (70 % av täckningsgraden) och med en krontäckning på minst 10 %, diffus täckning. Inom flygbildstolkningen bedöms enbart diffus täckning. Trädhöjden skall vara 2 m, i flera fall kan denna höjd vara tekniskt svår att mäta, beroende på inställningar i datormus och upplösning av bilder. Man får i sådana fall göra en bedömning på att det är vuxen fjällbjörk som bedöms, alternativt tillåta att unga björkar på hedmark förs till träd och inte buskar.

Bestämningsschema för klassning av Natura2000 habitat i fjällen i flygbilder. Preliminärversion. Schemat ska endast användas ovanför gränsen för skogsmark enligt svensk definition. Samtliga värden avser täckning om inte annat anges. P.-A. Esseen mars 2005.

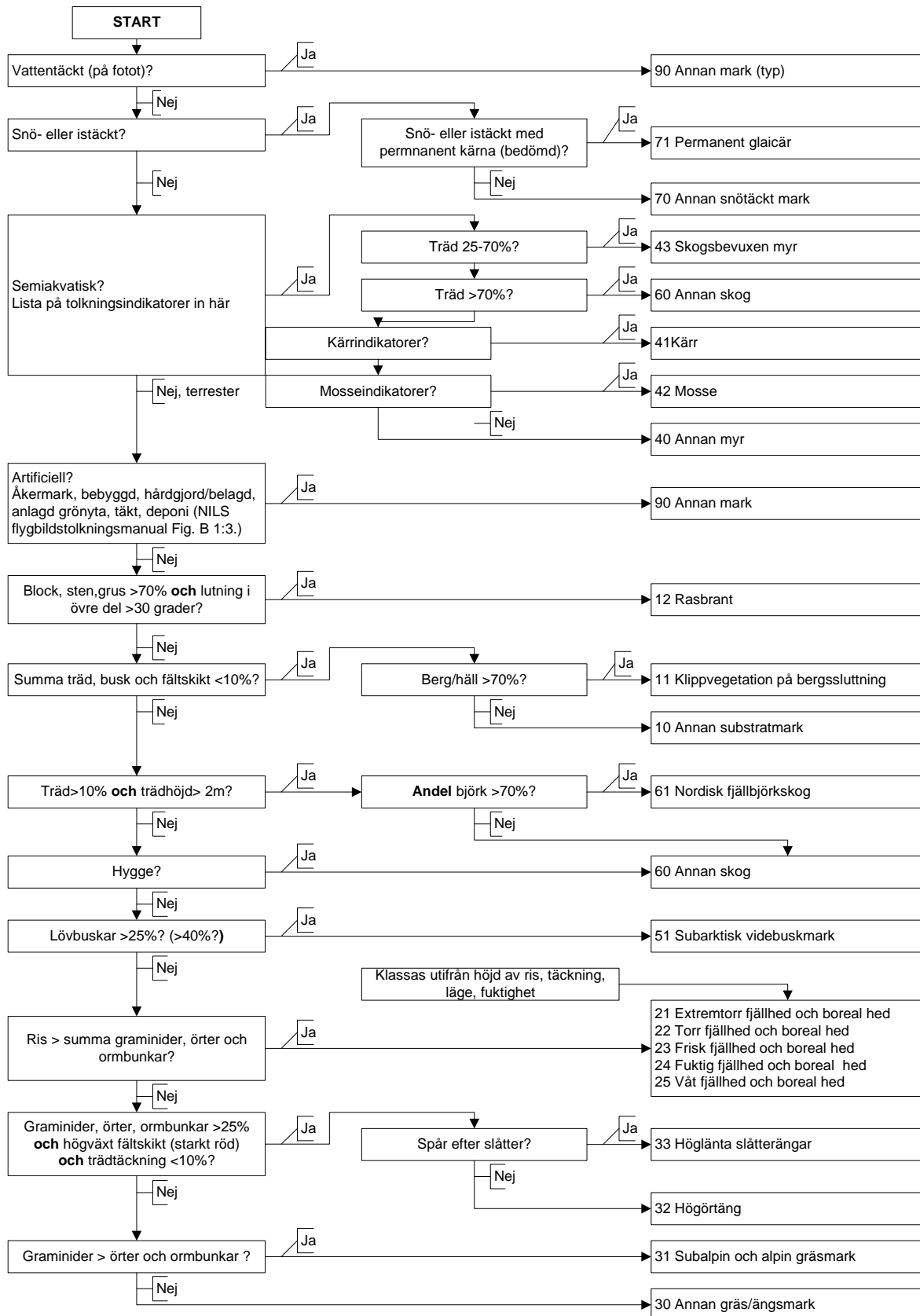
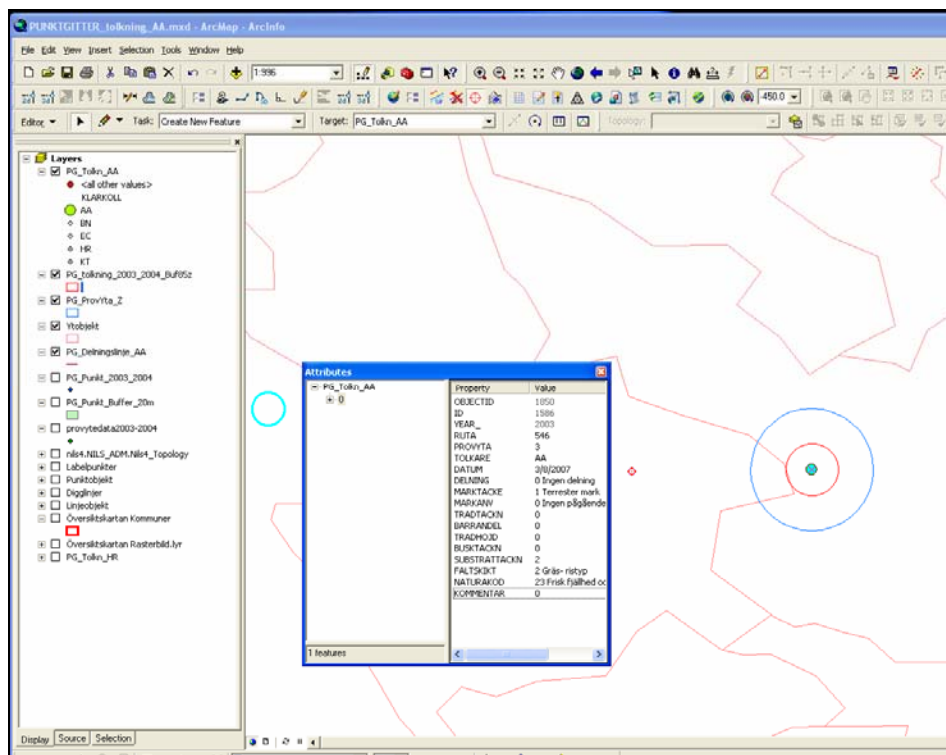


Fig. 4. Flödesschema för bestämning av Natura 2000 habitat i fjällen med flygbildstolkning.

2.2.5 Datafångst

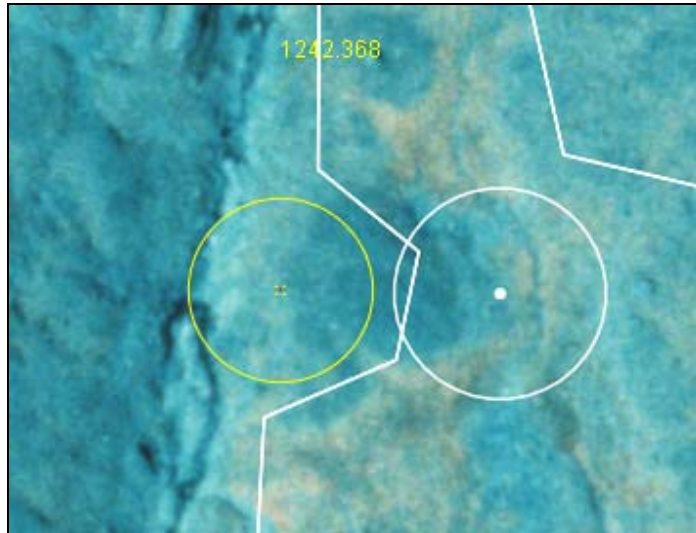
Databasen för pågående projekt gjordes i ArcGIS, där länkades koordinaterna från fält till ett punktgitte. Gittret förseddes med en ring, med 20 m radie, för att efterlikna fältinventeringens bedömningsyta. Från NILS ordinarie databas lånas ytavgränsningarna in, för att avgöra var en cirkel delas. På de få ytor som inte hade ett färdigt polygonskikt gjordes en delning av ytorna digitalt i ett linjeskikt specifikt för denna information. Det blir också sättet i ett operativt system, utanför NILS inre kilometerruta. Allt detta speglas sedan in i stereomodellen, genom att draperas på en höjdmödel (i detta fall Lantmäteriets höjdmödel, vilken är en interpolation med 50 m mellan mätpunkterna), exempel på hur det ser ut ges i figurerna 1 och 5.

Tolkaren väljer sin punkt för analys via att klicka på önskad punkt i ArcGIS och använder ett formulär, skapat direkt i ArcGIS för att registrera variablerna ned till databasen för punktgitteprojektet. Denna sk ”personliga databas”, fanns i tre kopior, en för varje tolkare. Under fältinventeringen i NILS programmet registreras alla data i en handdator, data förs sedan över till en gemensam fältdatabas. Från denna kan dels koordinater fås för lokalisering av fältpunkterna, dessutom de registrerade variablerna. Från den ordinarie flygbildstolkningen inom NILS, finns också en tolkningsdatabas där ytojekt med tillhörande variabler sparas, dessutom linje- och punktelement med sina respektive attribut. Alla tre databaserna är gjorda så att de kan länkas ihop och data kan hämtas och analyseras från allihop.



Figur 5. Exempel på punkterna, med sina ringar samt på inmatningsformuläret till SQL-databasen i ArcGIS som använts för punktgitte-tolkningen.

Ibland uppstår problem på grund av att den digitala höjdmodellen som finns tillgänglig över Sverige, producerad av Lantmäteriet, inte stämmer helt. Detta uppstår på för att de höjdpunkter som man interpolerar mellan ligger med 50 m emellan. Effekter kan vara att den inspeglade punkten inte ligger ”på marken” i flygbilderna eller att storleken på en inspeglad yta kan skilja sig.



Figur 6. De två cirklarna för bedömningsyta är olika stora, den vita är den som speglats in från Arcmap (en buffertzona på 20m) och den gula är den som programvaran Summit Evolution är inställd på (också 20m). Skillnaden beror på att den höjdmodell som använts är grov och alla delar inte blir perfekt inspeglade.

2.3 Fältdata

2.3.1 Principer för datafångst och registrering i fält

Inom Basprogrammet för NILS, besöks varje ruta som har någon terrester fältpunkt i fält och en mängd variabler undersöks. Den inre rutan på 1 x 1 km har 12 fältprovytor (för inventeringsår 2003 var antalet 16). I möjligaste mån besöks alla fältprovytor, förutom sådana ytor som forsande vatten eller där berg stupar allt för brant och personalens säkerhet inte kan garanteras. På grund av detta saknas vattendrag i undersökningsmaterialet.

Koordinaterna noteras för centrum av varje fältprovyta genom att ett medelvärde av 300 GPS-mätningar tas (GPS 72 från Garmin). Denna GPS använder en 7-parameters ekvation för att omforma de uppmätta koordinaterna i kartdatumet WGS84 till det önskade (svenska) koordinatnätet, RT 90 2,5 gon V. Trots denna goda transformering varierar resultatet kring några meter beroende på störningar från exempelvis bergssidor eller från träd i beskogade habitat. Resultatet blir att den registrerade punkten ligger nära men inte alltid på de noterade koordinaterna.

Precis som för flygbildstolkningen inom NILS så används 0,1 ha som minsta enhet för att registrera ett habitat eller marktäckeklass. När fältpersonalen bedömer att två vegetationstyper förekommer inom en bedömningsyta på 8,5 m radie från centrum punkten görs en delning av ytan, delningen ritas även in på en skiss.

2.4 Utrustning

Vid orienteringen av bilderna användes bildbehandlingsprogrammen ERDAS Orthobase och senare Summit Evolution från DAT/EM. Medelfelet var mindre än 2 m för de stödpunkter som användes vid orienteringen av bilderna.

Tolkningen gjordes i ett digitalt fotogrammetriskt system bestående av en arbetsstation med ett professionellt grafikkort (Nvidia FX3000) och dubbla bildskärmar, varav en skärm med stereoskopisk synkroniseringsutrustning. Stereomodellen presenteras på en högupplösande bildskärm och vid betraktningen används speciella polariserade glasögon.

Programvara för databaser och GIS-bearbetningar är ArcGIS version 9.1. Inmatningsformulär har skapats med ArcGIS och databas är skapad i SQL. De skannade IR-bilderna görs om från TIFF-format för att passa i Summit Evolution och varje set av 3 bilder upptar knappt 3 GB.

Programvara för statistiska bearbetningar har varit Minitab, eller program specialskrivna för ändamålet.

2.4.1 Bildmaterial

Varje 5x5 km² ruta i NILS programmet omfattar tre IR-färgbilder med 60% övertäckning, vilket ger två stereomodeller. Bilderna är tagna från 4 600 m höjd med en flygmätkamera vilket ger en ungefärlig bildskala på ca 1:30 000. Bilderna har en markupplösning på 0,5-1,5 m och skannades med en teoretisk markupplösning av på 0,4 m.

I studien användes IR-färgbilder från 30 st ordinarie NILS rutor från 2003 och 2004 års omdrev, se tabell 1. Bilderna är alla fotograferade under sommartid, när vegetationen är fullt utvecklad. Inom NILS fotograferas ytorna normalt året innan de besöks i fält. I en ruta i Vilhelminafjällen tolkades samtliga 400 punkter i en annan i Åretrakten tolkades 100 punkter, dock utan att natura 2000 habitat bedömdes. I övriga ytor tolkades punkter i det fältmätta läget för fältinventeringens cirkelprovytor (12-16 provytor per ruta) på basis av registrerade GPS-positioner. Dessa NILS-rutor är fördelade över hela fjällkedjan.

3 RESULTAT

3.1 Resultat från punktgitertolkning

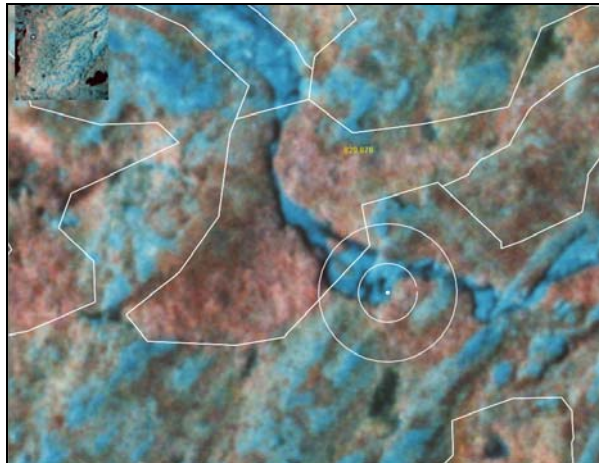
Resultaten från de tolkade fältpunkterna visar att överensstämmelsen med fältinventeringen är mycket god. Jämförelserna gjordes för resultaten av den tolkare som var mest van vid fjälltolkning. En extensiv jämförelse mellan de tolkade variablerna och klasserna har gjorts med fältinventeringens insamlade data för olika variabler. Natura 2000-typerna är inte så många i fältinventeringen som i flygbildstolkningen (se tabell 10) men utifrån andra insamlade fältdata, i form av proportioner av olika variabler i marktäcknet, fältskiktet och jordmånen, har bedömningen ändå kunnat göras i de flesta fall. Ett antal provytor var aldrig besökta i fält, eller där har data försvunnit från databasen, och det medför att dessa ytor inte kunnat användas i jämförelsen. Exempel på ytor som ej koordinatsatts i fält är breda vattendrag eller där terrängen varit för brant. Vid tolkningen fann vi cirka 5 punkter med vattendrag, som nu inte var med i databasen för indata och alltså inte heller med i beräkningsunderlaget. De data som samlades in år 2003 och 2004 i NILS-programmet har inte rättats, och det fanns bara begränsad möjlighet att göra detta inom detta projekt och resten av de felande punkterna får lämnas tills vidare. Allt kan däremot inte verifieras med hjälp av fältdata.

Busktäckning: Verifieras inte, eftersom det är två olika kriterier från de två inventeringarna för att upptäcka buskar. I fält registreras en buske om individen är över 30 cm hög. Detta syns inte i flygbilderna på ett tillfredsställande sätt. Rishedarna i de svenska fjällen består till den stor del av samma arter, men med olika vatten- och näringstillgång. I skyddade lägen kan riset mycket väl nå över 30 cm, men det är svårt att mäta och att övervaka var det händer. I praktiken registreras bara de vidsträckta videpartierna som finns vid kärr och runt rinnande vatten utmed fjällsidorna. Det finns också mycket vide i fjällbjörkskogen, men där tar fjällbjörken hierarkiskt företräde. Högörtängarna innehåller mycket vide, blandat med de större örterna, oftast också med vatten i små eller stora bäckar. Där finns en risk för förväxling.

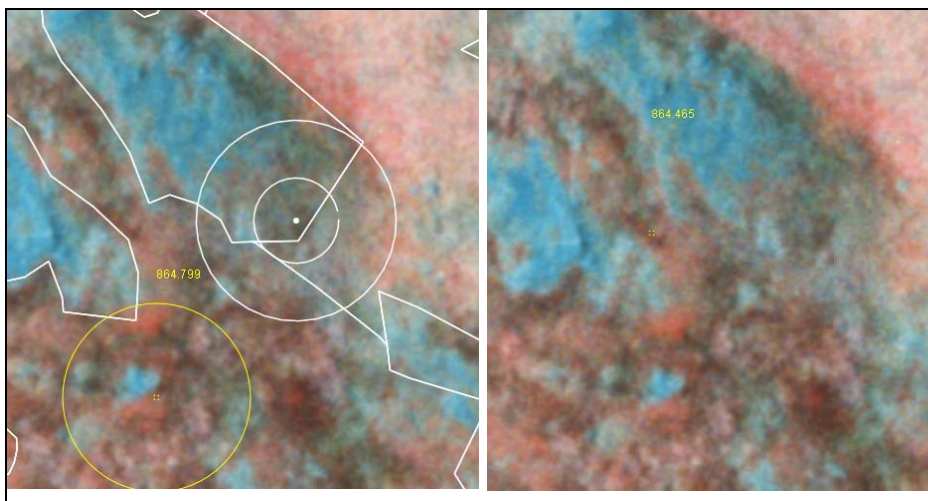
Trädäckningen: bedöms i fält som strikt, till skillnad från flygbildstolkningen, där diffus täckning tillämpas. Med diffus täckning menas att man bedömer även de eventuella hålrum som uppkommer mellan grenarna som tillhörande trädäckningen, medan man i fält kan bortse från dessa och enbart bedöma grenarnas täckningsgrad. I fält bedöms också yttäckning av hela cirkeln i 20-m ytan. Detta utgör en annan täckning än den som tolkas i punktgitret, där enbart den polygon som tillfaller själva punkten bedöms. Trädäckningen kan alltså inte verifieras.

Trädhöjden: Inom tolkningen är det också ett strikt höjdkrav som avgör, i fjällmiljö gäller att individer över 2 m tillhör trädskiktet. Det skiljer sig från fältbedömningen vad gäller exempelvis sälj och vide, vilka räknas till buskar om de är smalare än 20 cm i brösthöjd, oavsett höjden. Rönn är alltid träd, oavsett höjd, och hassel är alltid buske, oavsett höjd, dessa två är dock av mindre betydelse för fjällmiljöer. Höjden som registreras i fält är grundyttevägd om medelhöjden är över 7 m, annars aritmetisk.

Huruvida man delar av provyta kan skilja sig från flygbildstolkningen och i fältinventeringen vilket kan ge olikheter i bedömningen. I fallet vid figur 7, ligger en torr bäckfåra centralt i provytan och denna generaliseras in i omgivande polygon för flygbildstolkningen då den är mindre än 0,1 ha, medan i fält så delades ytan av i två vegetationstyper. Figur 8 visar på ett motsatt problem, där det är en delning i flygbildstolkningen, men där denna delning inte är tydlig i fält, och därför är inte heller ytan delad i fältinventeringen.



Figur 7. Exempel på delningsproblem av provytor, på bilden syns polygonlinjer från tolkningen av polygoner inom NILS och provytan representeras av en punkt med två koncentriska cirklar runt, vilka representerar bedömningsradier. Den intensivt blå delen inom de båda cirklarna är en torr bäckfåra där vatten rinner i stora mängder vid snösmältning och de röda delarna är gräs- och ängsmark. Risinslag visas i brunröda toner.



Figur 8. Exempel på yta som i fält blivit odelad, men som med NILS regler om minsta karteringsenhet inte delas av i flygbilderna (exemplet gäller den vita punkten med två koncentriska cirklar). Vid tolkningen dras ibland gränser mellan områden som i fält kan verka diffusa eller osynliga. Samma utsnitt visas i båda bilderna, med polygonavgränsning och bedömningsytor i vänstra bilden och utan dessa linjer i den högra. Det är torr rished där bedömningsytan ligger, i backen ned från en moränkulle, omgiven av fuktig och frisk gräsblandad rished nedåt i bild, snett upp åt höger syns lågörtäng med en rand av friskare ängsmark närmast kullen. Snett upp åt vänster syns den blå ytan på toppen av kullen, som består av extremtorr rished, även kallad vindhed. Denna extremtorra vindhed ger ett gott exempel på en yta som ser ut att vara nästan bar, men som har ett glest skikt av risvegetation, förutom några fläckar av intensivare blå färg (som består av substrat med skorplavar och puderlavar).

3.1.1 Marktäcke

För variabeln marktäcke är den slutliga överensstämmelsen 93 %, se tabell 7. De bedömningar som skiljer sig är framförallt där man ska bedöma om marktäcket är terrester eller semiakvatiskt. För att bedöma myrmark i fält krävs 30 cm torvdjup eller mer. Så pass tjocka lager förekommer sällan på fjällsidorna. Så verifieringen är gjord utifrån en rad andra variabler, såsom jordmån (företrädesvis sumpjord), vattenhalt, påverkan av vatten, marktäcket förekomst av vitmossa. De starrarter som registreras i NILS är sällan aktuella för fjällkärren. Vattendrag är sällan förekommande från provytorna, eftersom de inte kan sätta upp mittpinnen och därför får man inte in några punkter till databasen – vilket medför att de inte dök upp i tolkningsgittret. Tillfälligt vattentäckt mark skiljer på en provyta.

Tabell 7. Noggrannhet för variabeln marktäcke, jämförelse mellan flygbildstolkning i IRF-bilder och fältinventering i NILS programmet.

IRF-data	Fältdata					Total	Objektnoggrannhet, %
	Terrester	Semiakvatisk	Sjö	Vattendrag	Tillfälligt vattentäckt		
Terrester	315	9	0	0	0	324	97
Semiakvatisk	16	49	0	0	0	65	75
Sjö	0	0	6	0	0	6	100
Vattendrag	0	0	0	1	0	1	100
Tillfälligt vattentäckt	1	0	0	0	2	3	67
Totalt	332	58	6	1	2	399	
Karteringsnoggrannhet, %	95	84	100	100	100		93 %

3.1.2 Markanvändning

Överensstämmelsen är här återigen mycket god, se tabell 8. 14 provpunkter är det som skiljer mellan fält och flygbildstolkning, det gäller främst skogsbruk, där tolkningen har valt att kalla markanvändningen för skogsbruk på grund av höjd och täthet av gran som gör att tolkningen skall vara skogsbruk, trots att det troligen inte förekommer något aktivt sådant. Däremot var det ett stort kalhygge intill denna kilometerruta. I fält finns variabeln ”Skogsmark med potentiellt skogsbruk” för sådana marker, detta kan man välja att verifiera såsom den tolkade ”Ingen synbar markanvändning” eller ”skogsbruk”. För att sätta markanvändningen skogsbruk är lite tvetydigt och gäller främst höjder och volym, samtidigt som fjällens odlingsgränser också gäller. Här valdes att verifiera som ”Ingen synbar markanvändning”, vilket då ger fel på de ställen där tolkningen är ”Skogsbruk”. Annars mycket få avvikelser.

För ruta 592, fanns en del uppgifter p papper inlämnat, även om databasen inte innehöll några registreringar alls. Dessa ledde till att markanvändningen kunde verifieras till ”Ingen synbar markanvändning”, vilket inte är kontroversiellt då det är ett högalt område.

Tabell 8. Noggrannheten för variabeln markanvändning, jämförelse mellan flygbildstolkning i IRF-bilder och fältinventering i NILS programmet.

Markanvändning	Fältdata					Objektnoggrannhet, %
	Ingen synbar markanv	Skogsbruk	Slalombacke	Annan rekreat. yta	Total	
IRF-data						
Ingen synbar markanv	230	0	0	0	230	100
Skogsbruk	12	0	0	0	12	0
Slalombacke	0	0	2	0	2	100
Annan rekreatiionsyta	1	1	0	12	14	86
Totalt	243	1	2	12	261	
Karteringsnoggrannhet, %	95	0	100	100		93 %

3.1.3 Fältskikt

Inom NILS ordinarie tolkning finns en marktäckeklass som heter ”Gräs- och ristyp” vilken snabbt visar sig vara användbar på en stor del av fjällens rishedar, då de ofta innehåller en del gräs och starr samt örter, även blåbärsriset kan dock ge ett inslag av röda färger i risets purpurbruna. Denna typ används inte i det klassificeringssystem som bygger upp fjällkartorna men de ingående delarna är väl undersökta för tolkningssammanhang och typen är inte kontroversiell.

Fältskiktet bedöms annorlunda i flygbildstolkning och i fältinventeringen. Trots detta är överensstämmelsen mycket god, den ligger här på 83 %, se tabell 9. Inom flygbildstolkningen bedömer man den aktuella polygonens del som faller innanför 20 m-ytan och i fält bedöms hela 10 m-cirkeln som fältskikt, utom delade ytor där den aktuella delningen bedöms. Det är framförallt mellan gräsmarker och rishedar som sammanblandningen verkar ske. I fält beskriver man proportionen av graminider, örter, ormbunkar och ris på denna cirkel. Detta sammantaget betyder att rished och gräs-ristyp från flygbildstolkningen är svåra att skilja på och får slås ihop vid verifieringen som en ristyp med inslag av gräs, vilket också verkar vettigt eftersom det oerhört sällan förekommer enbart ris eller gräs/örter. Dominans av ormbunkar, örter och graminider räknas in till ”gräs- och örtrikt fältskikt”. De typer där torr rished där lavtyp eller lavrik variant förekommer förväxlas enbart till andra typer av rished, vilket är av mindre betydelse. Snötäcke (Fältskikt 98) och barmark, skiljer sig åt i bedömningarna eftersom tidpunkterna för tolkning och fältbesök skiljer sig. Detta gäller både snötäckta svackor i flygbilderna och för en ruta där det just snöat över barmarken när fältlaget kom dit.

Videbuskmarker med mycket tätt buskskikt får i flygbildstolkningen fältskiktet 98, ”Ej relevant”. Detta skiljer sig från fältinventeringen.

Tabell 9. Noggrannheten i fältskikt, jämförelse mellan flygbildstolkning i IRF-bilder och fältinventering i NILS programmet.

FÄLTSKIKT	Fältdata										Objektnoggrannhet, %	
	Gräs/ört-dominerat	Rished m gräsinslag	Lavrik typ	Lavtyp	Vitmoss-dominerat	Berg/hällmark	Blockmark	Lågstarr/tuvsäv	Ej relevant att inventera	Total		
IRF-data												
Gräs/ört-dominerat	49	18	0	0	1	0	1	0	0	69	71	
Rished m gräsinslag	9	160	1	2	1	0	1	0	0	174	92	
Lavrik typ	0	0	4	1	0	0	0	0	0	5	80	
Lavtyp	0	0	1	6	0	0	0	0	0	7	86	
Högstarr mm	1	0	0	0	0	0	0	3	0	4	-	
Vitmoss-dominerat	0	1	0	0	6	0	0	0	0	7	86	
Berg/hällmark	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12	100	
Blockmark	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6	100	
Lågstarr/tuvsäv	2	5	0	0	1	0	2	30	0	40	75	
Ej relevant att tolka	1	0	0	0	2	4	0	0	14	21	67	
Totalt	62	184	6	9	11	16	10	33	14	345		
Karteringsnoggrannhet, %	79	87	67	67	55	75	60	91	100		83 %	

3.2 Karteringsnoggrannhet för klassificering av Natura 2000 habitat

Natura 2000-habitaten tas till mycket begränsade delar i fält och bara några kan direkt verifieras, utan man får göra som med de andra variablerna att använda ett flertal fältregistreringar för att få en bild, se tabell 10. Indirekt kan myr bekräftas, via marktäckebedömningarna. Annan skog – är ett icke-natura habitat och behöver kanske inte bekräftas, men det är möjligt att göra detta utifrån marktyp i fält.

Fjällhedarna delas upp i fyra stycken i tolkningen, och enbart en i fält, men de fyra typerna är kända genom litteraturen och noggrannheten hänger endast på tolkarens erfarenhet. Det är inte heller ett krav från Natura 2000 att skilja ut hedtyperna, de är däremot viktiga uppgifter utifrån bevarandestatus, då de olika typerna är olika känsliga för slitage och har olika möjligheter för återväxt. Därför har ett initiativ tagits här för att ge nyans åt denna grupp. Rishedar är den allra vanligaste naturtypen i fjällen (Rafstedt 1984, Andersson m fl 1985). I detta projekt har valts att verifiera rished via marktäckedata i ett antal fall där fältinventeringen har visat skog, eftersom dessa bedöms på helt olika sätt i fält och flygbild. Vid en snabb jämförelse, sågs att det blir i vanliga fall mer träd i fält, då man bedömer hela ytan och inte bara den aktuella vegetationstypen.

Subarktisk videbuskmark är olika definitioner på i flygbildstolkningen och i fältinventeringen och verifikationen blir därför skakig. I fält krävs 20 % täckning för att klassa en yta till Subarktisk videbuskmark, men i flygbilder har vi valt att öka täckningsgraden till 50 % då det är osäkert hur täta buskagen behöver vara. Lång erfarenhet vid fjälltolkning ger vid hand att det är inte troligt att man kan upptäcker en 20 % täckningsgrad av viden i en rished och därför bör denna gräns bort även för andra marktyper (gräs- och örtdominerade marker utmed vattendrag och liknande).

Tabell 10. Jämförelse av Natura 2000 habitat som urskiljs i flygbildstolkning respektive NILS fältinventering. Definitionerna av habitaterna är kompatibla mellan metoderna och baseras på samma minsta polygonstorlek (0,1 ha). Observera att olika koder används i flygbild och fält.

Flygbild (denna rapport)	Fält (Esseen m fl 2004)
11 Klippvegetation på bergssluttning 8210, 8220	07 Klippvegetation på silkatrik bergssluttning 8210 08 Klippvegetation på kalkrik bergssluttning 8220
12 Rasbrant 8110, 8120	10 Silikat-rasbrant 8110 11 Basisk rasbrant 8120
10 Annan substratmark	00 Annan typ
21 Extremt torr fjällhed och boreal hed 4060 22 Torr fjällhed och boreal hed 4060 23 Frisk fjällhed och boreal hed 4060 24 Fuktig fjällhed och boreal hed 4060 25 Våt fjällhed och boreal hed 4060	01 Fjällhed och boreal hed 4060 * Indelas i kalkfattig hed och fjällsippshed
31 Alpin och subalpin gräsmark 6150, 6170	04 Alpin och subalpin silikatgräsmark 6150 05 Alpin och subalpin kalkgräsmark 6170
32 Högörtäng 6430 33 Höglänta slåtterängar	06 Högörtäng 6430 **
30 Annan gräs/ ängsmark	00 Annan typ
41 Kärr	00 Annan typ
42 Mosse	00 Annan typ
43 Skogbevuxen myr 9100	00 Annan typ
44 Palsmyr 7320	09 Palsmyr 7320
40 Annan myr	00 Annan typ
51 Subarktisk videbuskmark 4080	02 Subarktisk videbuskmark 4080
50 Annan buskmark	00 Annan typ
61 Nordisk fjällbjörkskog 9040	03 Nordisk fjällbjörkskog
60 Annan skog	00 Annan typ
71 Permanent glaciär 8340	12 Permanent glaciär 8340
70 Annan snötäckt mark	00 Annan typ
90 Annan mark	00 Annan typ

* Markfuktighet registreras separat i fält.

** Slätter eller tidigare slätter registreras under Markanvändning i fält.

I tabell 11 visas noggrannheten för tolkningen av Natura 2000-habitat i fjällen. Den övergripande noggrannheten för 16 habitat är 79 % vilket får anses mycket bra. Några typer av habitat utmärker sig som besvärliga, dessa tas upp i diskussionen.

Tabell 11. Noggrannheten i tolkningen av Natura 2000 habitat, jämförelse mellan flygbildstolkning i IRF-bilder och fältinventering i NILS programmet.

Natura typ	Fältdata																Objekt noggrannhet, %		
	IRF-data	Annan substratm.	Klippveg.	Rasbrant	Extremtorr rished	Torr rished	Frisk rished	Fuktig rished	Våt rished	Alpin Gräsmark	Högörtäng	Kärr	Videbuskmark	Annan skog	Fjällbjörkskog	Snömark		Annan mark	Total
An. subst. mark	5	3	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	42
Klippveg.	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	100
Rasbrant	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100
Extremtorr hed	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	80
Torr hed	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	51	90
Frisk hed	0	0	0	0	0	53	0	0	4	0	0	0	1	3	0	0	0	61	87
Fuktig hed	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	20	95
Våt hed	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	83
Alpin gräsmark	0	5	1	0	0	9	0	0	25	0	0	0	0	0	6	0	0	46	54
Högört	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	50
Kärr	1	0	0	0	0	3	1	0	3	0	41	1	0	3	0	1	54	76	
Videbuskmark	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	5	40
An. skog	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7	0	0	37	81	
Fjällbjörkskog	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	37	0	0	41	90	
Snömark	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	20	
Annan mark	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	100	
Totalt	6	21	7	9	47	68	20	5	34	1	42	4	31	64	1	8	369		
Kart. noggrannhet, %	83	38	57	88	98	79	95	100	73	100	98	50	98	58	100	88		79	%

3.3 Personvariation

Här redovisas resultat från det test som gjorts med personvariation. Här bryts med traditionen och resultat redovisas ihop med diskussion, att ha tabellerna till hands vid analyserna ger en större förståelse. Resultaten från de tre tolkningarna är behandlade av statistiker och svaren sedan analyserade. Som nämndes inledningsvis var det tre tolkare:

- **Tolkare 1:** Van flygbildstolkare med lång erfarenhet av tolkning i de svenska fjällen.
- **Tolkare 2:** Van flygbildstolkare med liten erfarenhet av tolkning i de svenska fjällen
- **Tolkare 3:** Ovan flygbildstolkare, oavsett vegetationstyper. Har dock erfarenheter av satellitbilda-behandling i de svenska fjällen.

3.3.1 Marktäcke

Överensstämmelsen för variabeln Marktäcke är god, mellan tolkare 1 och 2 blir det 92 %, se tabell 12. Bedömningarna skiljer sig mellan är akvatisk och semiakvatisk, därmed också mellan "Tillfälligt vattentäckt mark", vilket ofta är det som man kan tolka fjällens backkärr till, speciellt om det inte är så blött vid fototillfället. Ett annat fall är de små grunda vattensamlingar med mer eller mindre uppstickande stenblock. Dessa vattensamlingar torkar sakta ut allteftersom sommaren går och dessa bedöms som sjö eller tillfälligt vattentäckt mark, beroende på när bilden har tagits. Någon punkt kan vara fel vald vid tolkningstillfället av någon av tolkarna (exempelvis deponi, eller anlagd grönyta). Bedömningarna mellan tolkare 1 och 3 stämmer också väl, dock något lägre, 86 % totalt, se tabell 13.

Tabell 12. Överensstämmelse för variabeln marktäcke, jämförelse mellan tolkare 1 och tolkare 2.

Marktäcke	Tolkare 2										Objekt-noggrannhet %
	Terrester	Semi-akvatisk	Sjö	Vattendrag	Tillfälligt vattentäckt	Snötäckt mark	Ytan ej tolkad	Anlagd Grönyta	Deponi	Total	
Tolkare 1											
Terrester	322	10	0	0	0	0	2	1	1	336	99
Semiakvatisk	12	49	0	0	4	0	0	0	0	65	75
Sjö	0	0	5	0	1	0	0	0	0	6	83
Vattendrag	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	100
Tillfälligt vattentäckt	1	2	0	0	1	0	0	0	0	4	25
Snötäckt mark	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	100
Totalt	335	61	5	1	6	5	2	1	1	417	
Kart. noggrannhet, %	96	80	100	100	17	100	0	0	0		92 %

Tabell 13. Överensstämmelse för variabeln marktäcke, jämförelse mellan tolkare 1 och tolkare 3.

Marktäcke	Tolkare 3								Objekt-noggrannhet, %
	Terrester	semi-akvatisk	Sjö	Vattendrag	Tillfälligt vattentäckt	Anlagd Grönyta	Snötäckt mark	Total	
Tolkare 1									
Terrester	307	9	0	0	4	1	1	322	95
Semiakvatisk	21	38	1	0	3	0	0	63	60
Sjö	0	0	6	0	0	0	0	6	100
Vattendrag	0	0	0	1	0	0	0	1	100
Tillfälligt vattentäckt	0	0	0	0	4	0	0	4	100
Snötäckt mark	1	0	0	0	0	0	4	5	80
Totalt	329	47	7	1	11	1	5	401	

Karteringsnoggrannhet, %	93	81	86	100	36	0	80	86 %
--------------------------	----	----	----	-----	----	---	----	------

3.3.2 Markanvändning

För variabeln markanvändning hade de två vana flygbildstolkarna full överensstämmelse, alltså 100 %. Detta visas inte i tabell. Överensstämmelsen mellan tolkare 1 och tolkare 3, visas i tabell 14. Det som skiljer sig är markanvändningen Slalombacke, där tolkare 1 och 2 bara angett denna markanvändning på själva de anlagda åksträckorna, medan tolkare 3 angett markanvändning slalombacke, även mellan åksträckorna. Dock är det överlag ett mycket gott resultat.

Tabell 14. Överensstämmelse för variabeln markanvändning, jämförelse mellan tolkare 1 och tolkare 3.

Markanvändning	Tolkare 3				Total	Objektnoggrannhet, %
	Ingen synbar markanv	Skogsbruk	Slalombacke	Sand- och grustäkt		
Tolkare1						
Ingen synbar markanv	336	0	13	0	379	89
Skogsbruk + Hänsynsareal	12	7	0	0	19	58
Slalombacke	0	0	1	1	2	50
Annan rekreationsyta	0	0	1	0	1	100
Totalt	378	7	15	1	261	
Karteringsnoggrannhet, %	89	100	7	0		93 %

3.3.3 Fältskikt

I tabell 15 visas jämförelsen för variabelgruppen "Fältskikt". När man bedömer ett ständigt varierande fältskikt och skall bestämma om en polygon är dominerad av exempelvis gräs, gräs/ris blandning eller ris, blir svaret mer komplext och här framträder några problemområden, vilka färgats in i grönt i tabellen. Förutom gräs och risblandningarna, är det en viss förväxling för högalpina områden med en mycket gles växtlighet och mestadels bart substrat i form berg eller block. Det är ganska svårt att hitta lavmarkerna i de digitala bilder som används, dessa är skannade från analoga bilder och det blir en viss "sudd-effekt" i tolkningsbarheten. Projektet har tillgång till analoga bilderna också, men av tidsskäl så hämtas dessa bara när man misstänker att något inte står rätt till och vill titta på de skarpare analoga bilderna. Ett gles lavlager eller egentligen saknaden av ett sådant i en annars normal rished föranleder inte misstänksamhet hos tolkaren. Kanske detta kan ändras med de bilder som kan erhållas med den digitala DMC-kameran som har större radiometrisk upplösning. Den sista förväxlingen sker mellan gräs, ris, vitmossdominans och de speciella fält av lågstarr som utgör fjällens backkärr. Dessa har också en betydande mosaik mellan just dessa tre vegetationstyper. De samma områdena uppträder i jämförelsen mellan tolkare 1 och tolkare 3, och här det naturligtvis mer uttalat, se tabell 16.

Tabell 15. Överensstämmelse för variabeln fältskikt, jämförelse mellan tolkare 1 och tolkare 2.

FÄLTSKIKT	Tolkare 2											Objektnoggrannhet, %
	Gräs/ört-dominerat	Rished m gräsinslag	Lavrik typ	Lavtyp	Vitmoss-dominerat	Berg/hällmark	Blockmark	Mineraljord	Lågstarr/tuvsäv	Ej relevant att inventera	Total	
Tolkare 1												
Gräs/ört-dominerat	41	31	0	0	0	1	4	0	2	5	84	49
Rished m gräsinslag	19	173	5	0	0	2	9	1	2	6	217	80
Lavrik typ	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	5	80
Lavtyp	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	7	57
Högstarr mm	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	4	0
Vitmoss-dominerat	0	2	0	0	1	0	0	0	5	1	9	11
Berg/hällmark	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Blockmark	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	4	50
Lågstarr/tuvsäv	6	7	0	0	3	0	1	0	30	4	51	59
Ej relevant att tolka	4	4	1	0	1	0	2	0	2	19	33	58
Totalt	73	222	13	4	6	3	18	1	42	35	417	
Karteringsnoggrannhet, %	56	78	31	100	17	0	11	0	71	54		66%

Tabell 16. Överensstämmelse för variabeln fältskikt, jämförelse mellan tolkare 1 och tolkare 3.

FÄLTSKIKT	Tolkare 3											Objektnoggrannhet, %	
	Gräs/ört-dominerat	Rished m gräsinslag	Lavrik typ	Lavtyp	Vitmoss-dominerat	Övrigt mossdominer	Berg/hällmark	Blockmark	Mineraljord	Lågstarr/tuvsäv	Ej relevant att inventera		Total
Tolkare 1													
Gräs/ört-dominerat	47	14	0	0	2	1	4	6	4	3	0	81	58
Rished m gräsinslag	22	152	6	3	0	0	2	13	6	0	0	207	73
Lavrik typ	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	40
Lavtyp	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	20
Högstarr mm	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Vitmoss-dominerat	0	1	0	0	4	1	0	0	0	2	1	9	44
Berg/hällmark	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	33
Blockmark	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	4	50
Lågstarr/tuvsäv	12	6	0	0	16	0	0	0	2	10	3	49	20
Ej relevant att tolka	5	5	0	0	0	1	4	4	1	0	12	32	37
Totalt	90	187	9	4	22	3	12	25	14	15	20	401	
Karteringsnoggrannhet, %	52	81	22	25	25	0	8	8	0	67	60		58%

3.3.4 Variation i täckningsgrader och höjdmätningar

För variablerna täckningsgrad av träd, buskar och bart substrat, fanns inte riktigt möjlighet att göra jämförelse mellan tolkare och fält utan personvariationen får visa på säkerheten i tolkningarna. Här kan man inte utgå ifrån att tolkare 1 är mer van än tolkare 2. Här är istället tolkare 2 mer van vid höjdmätningar. För täckningsgrader får de sättas som lika säkra i sina bedömningar. Tolkare 3 är fortfarande ovan, i alla dessa bedömningar. Nedan redovisas resultatet, vilket är uträknat såsom jämförelse mellan tolkare 1 och 2, samt mellan tolkare 1 och 3 utifrån de punkter där båda funnit träd, buskar eller substrat.

Täckningsgrad av träd:

Det finns mycket små systematiska skillnader generellt för tolkarna, även om det i en enskild punkt kan skilja sig ganska mycket. I medeltal ligger tolkare 1 1,8 % under tolkare 2 och 0,7 % under tolkare 3 (1,8 % är signifikant skillnad men inte 0,7 %).

Täckningsgrad av buskar:

Likaså här är de systematiska skillnaderna små, i medeltal ligger tolkare 1 0,5 % under tolkare 2 och 1,4 % under tolkare 3 (1,4 % är signifikant skillnad men inte 0,5 %).

Täckningsgrad av substrat:

Den systematiska skillnaden mellan tolkare 1 och 2 är fortsatt mycket liten, 1,0 %. Mellan tolkare 1 och 3 är skillnaden något större, 4,8 % (enbart 4,8 % är signifikant).

Mätning av trädhöjden:

Här ligger tolkare 1 generellt 2,3 m över tolkare 2, och 4,5 m över tolkare 3. Båda dessa skillnader är signifikanta.

3.3.5 Variation i klassificering av Natura 2000 habitat

I tabell 17 visas jämförelsen mellan tolkare 1 och 2 (båda vana vid flygbildstolkning, men tolkare 2 är ovan vid fjällhabitat) för klassificeringen av Natura 2000-habitat i fjällen. Den övergripande överensstämmelsen är 69 % vilket får anses bra. Några typer av habitat utmärker sig som besvärliga. De kan jämföras med fältskiktet eftersom habitaterna klassificeras efter vilken bedömning man gjort på fältskiktet, detta tas upp i diskussionen. Observera att här har alla de fyra rishedstyperna slagits ihop till en typ, Boreal rished (motsvarar Boreal hed, 8040 i Natura 2000), på grund av att dessa stökar till för mycket i klassificeringen och kräver mycket mer utbildning i hur dessa ter sig i flygbilderna i olika delar av den långa fjällkedjan.

Blandningen av gräs/ris är svår även här. Dessutom förvirrar den mosaik som förekommer av lågstarr och ris och gräs, vilket tolkaren kan välja att föra till kärr om man bedömer lågstarran dominera området kan annars klassificeras till gräs- eller risvegetation eller blandning av de två senare. Det är svårt att bestämma vart gränsen går i högalpina områden mellan substratmarkstyper och sådana vegetationstyper där ett mycket glest fältskikt av grässtrån eller enstaka plantor av lågväxande ris, bildar ett "skimmer" på den blå substratmarken. Figur 6 visar tydligt några olika tätheter på det "skimmer" av rödrosa gräs som växer på detta högalpina område och figur 8 visar exempel på gles risvegetation (extremt torr rished eller vindhed) på en moränkulle. För skogstyperna, skiljer det sig beroende på hur tätt man bedömt träden stå, exempelvis blir 9 % trädäckning klassat som rished och 10 % trädäckning klassat som fjällbjörksog. Tabell 18 visar jämförelsen mellan tolkare 1 och 3, och problemområdena är desamma som vid jämförelsen mellan tolkare 1 och 2.

Tabell 17. Jämförelse av klassificering till Natura 2000 habitat, jämförelsen är mellan tolkare 1 (van flygbildstolkare, och van tolkare av fjällhabitat) samt tolkare 2 (van flygbildstolkare, men ovan vid fjällhabitat).

Natura typ	Tolkare 2												Objekt noggrannhet, %	
	Annan substratm.	Rasbrant	Boreal rished	Alpin gräsmark	Annan myr	Kärr	Mosse	Videbusk mark	Annan skog	Fjällbjörkskog	Snömark	Annan mark		Total
Tolkare 1														
Annan subst. mark	5	4	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17	29
Klippveg.	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Rasbrant	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	40
Boreal rished	2	2	129	6	0	6	0	0	3	13	0	1	162	80
Alpin gräsmark	2	0	25	22	0	2	0	0	0	1	0	0	52	42
Högört	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Kärr	1	0	6	3	1	48	0	0	0	1	0	3	63	76
Mosse	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Videbusk mark	0	0	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5	20
Annan skog	0	0	2	0	0	0	1	0	24	10	0	2	39	62
Fjällbjörkskog	0	0	2	0	0	0	0	0	0	41	0	3	46	89
Snömark	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	100
Annan mark	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	9	12	75
Totalt	13	8	182	32	2	57	1	1	30	66	5	20	417	
Karteringsnoggrannhet, %	38	25	71	61	0	84	0	100	80	62	100	45		69 %

Tabell 18. Jämförelse av klassificering till Natura 2000 habitat, jämförelsen är mellan tolkare 1 (van flygbildstolkare, och van tolkare av fjällhabitat) samt tolkare 3 (ovan flygbildstolkare, oavsett vegetationstyp).

Natura typ	Tolkare 3												Objekt noggrannhet, %	
	Annan substratm.	Klippvegetation	Rasbrant	Boreal rished	Alpin gräsmark	Högörtäng	Kärr	Videbusk mark	Annan skog	Fjällbjörkskog	Snömark	Annan mark		Total
Tolkare 1														
An. subst. mark	9	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	17	53
Klippveg.	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	62
Rasbrant	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	60
Boreal rished	4	0	1	125	15	0	0	1	4	12	0	0	162	77
Alpin gräsmark	3	0	0	6	31	0	7	1	1	3	0	0	52	60
Högört	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0
Kärr	2	0	0	5	7	1	35	3	1	3	0	4	61	57
Mosse	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Videbusk mark	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	5	40
Annan skog	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5	0	0	25	80
Fjällbjörkskog	0	0	0	4	0	0	0	0	3	39	0	0	46	85
Snömark	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5	80
Annan mark	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	8	12	67
Totalt	22	8	6	144	58	1	43	7	32	62	5	13	401	
Karteringsnoggrannhet, %	41	62	50	87	53	0	81	28	62	63	80	62		70

3.4 Resultat från tolkning av fullt punktgifter, 400 punkter

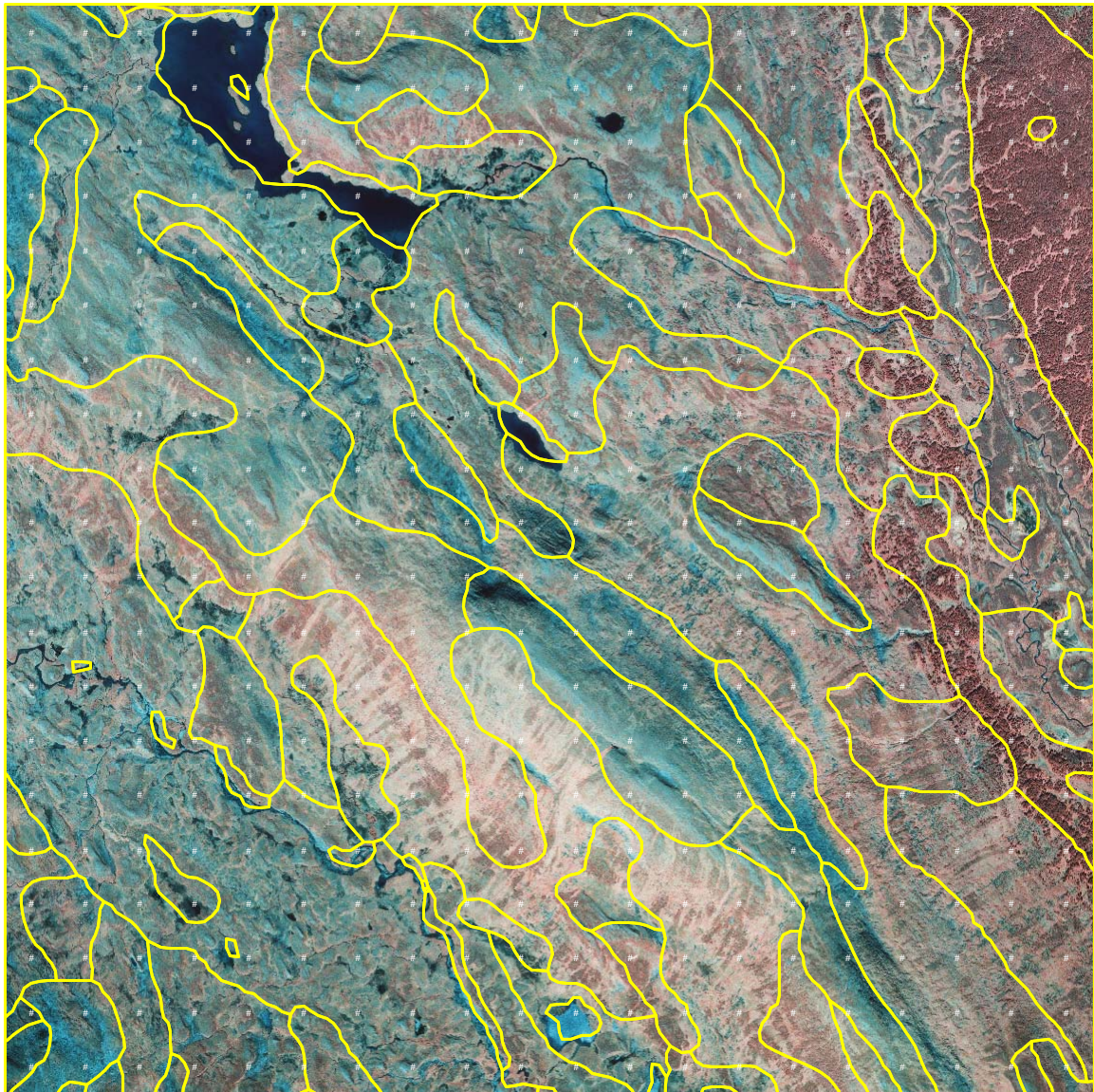
I tabell 19 och figur 9 visas resultat från punktgifter-tolkning av en hel 5x5 km NILS-ruta belägen i Vilhelminafjällen. Andelen habitat och faktiska arealer i hektar kan enkelt beräknas från andelen tolkningspunkter med förekomst av habitatet. Resultatet bekräftar tydligt att den vanligaste vegetationstypen i fjällen är rishedar, vilket också var slutsatsen vid produktionen av fjällvegetationskartor. Återigen är rishedarna uppdelade i ett flertal typer, men sammantaget blev rishedarna 179 stycken av 400 tillgängliga punkter. Sedan ligger gräsmarker tvåa på cirka ett hundratal och de är tätt följda av kärren på ett 80-tal punkter. Efter dessa är det ett långt hopp ned till fjällbjörkskogen, med ett 20-tal punkter.

Tolkningen ger även uppgifter om habitatets fördelning i landskapet (Fig. 9). Vid tolkning av 400 punkter är den minsta upplösningen ca 13 ha, eller en punkt var 250 meter. Denna upplösning stämmer nära ihop med den spatiala upplösningen i vegetationskartorna, vilka också har en generaliseringsgrad på 250 x 250 m. Punkt gitter metodiken kan på det viset vara en framkomlig väg att statistiskt uppdatera informationen i vegetationskartorna på ett robust och kostnadseffektivt sätt. Produkten blir dock helt annorlunda med de två olika teknikerna eftersom man får kategorisera landskapet i fyrkanter efter punkterna och inte får ut

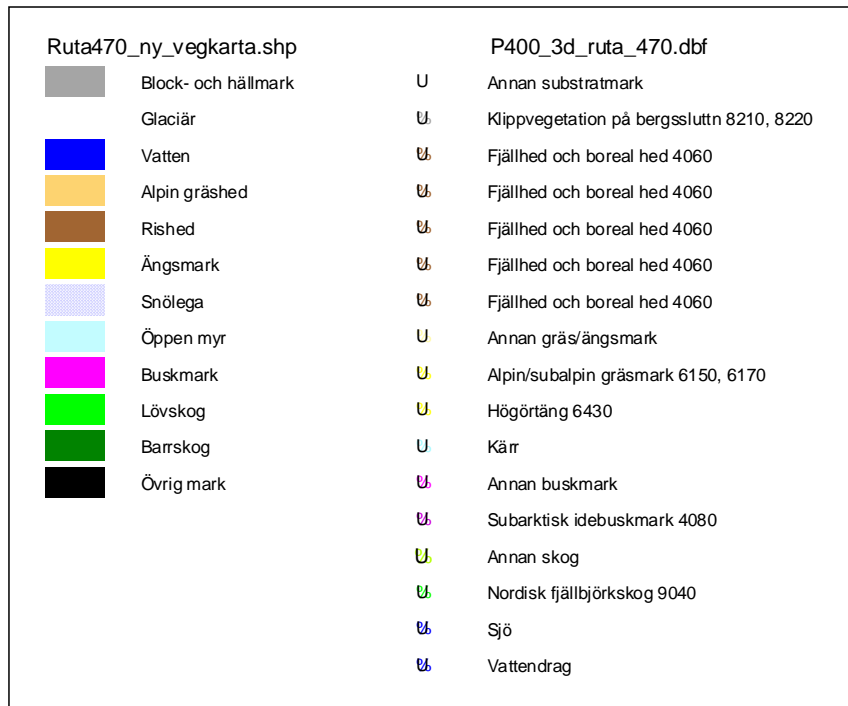
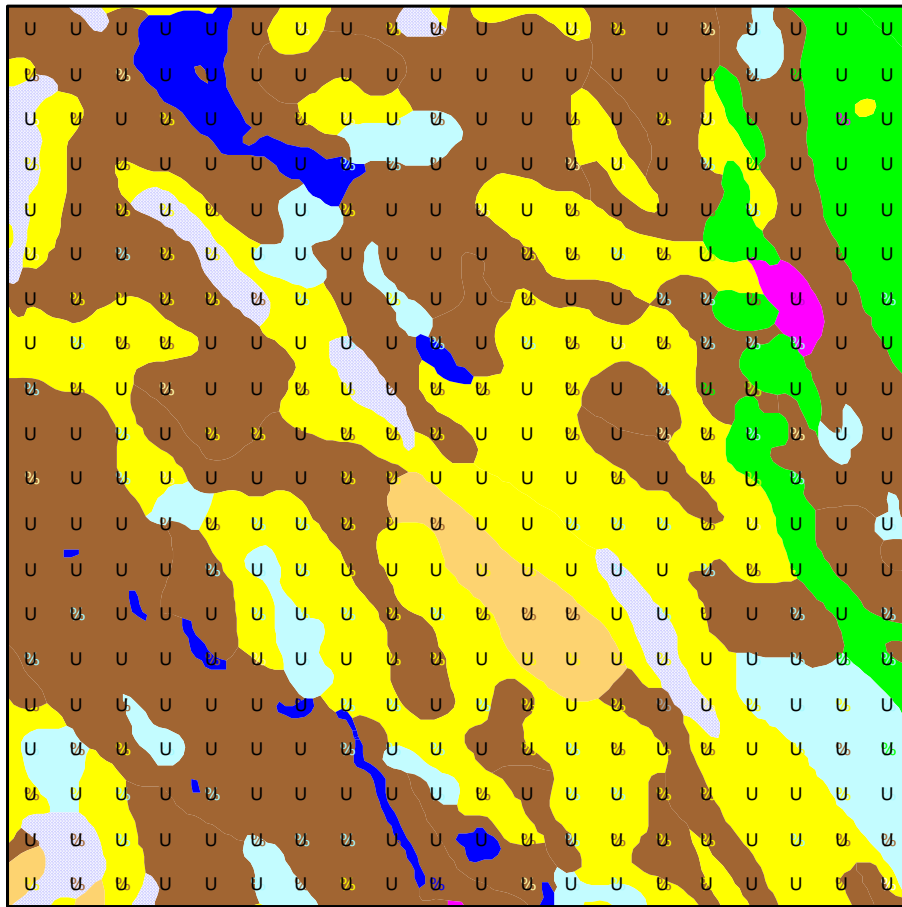
generaliserade polygoner såsom i fjällvegetationskartan. I figur 10 visas punktgitret med vegetationskartan som bakgrund istället, området är detsamma som i figur 9. Där syns effekten av att använda en punkt för att bestämma fjällens mosaikartade landskap, jämfört med att bedöma en större yta. I en större yta får man ta hela innehållet och bedöma vilken typ av vegetation som dominerar denna polygon.

Tabell 19. Arealfördelning av Natura 2000 habitat i en 5x5 km² NILS-ruta i Vilhelminafjällen, Västerbotten.

Natura 2000 habitat	Antal punkter	Andel %	Areal, \bar{X}, ha	95% konf. intervall
Ej tolkad	2	0,50	13	-5-30
Sjö	8	2,00	50	16-84
Vattendrag	1	0,25	6	-6-18
Annan substratmark	1	0,25	6	-6-18
Klippvegetation på bergssluttning 8210, 8220	1	0,25	6	-6-18
Extremtorr fjällhed och boreal hed 4060	13	3,25	81	38-125
Torr fjällhed och boreal hed 4060	42	10,50	263	187-338
Frisk fjällhed och boreal hed	104	26,00	650	543-757
Fuktig fjällhed och boreal hed 4060	20	5,00	125	72-178
Fjällhedar och boreala hedar 4060 totalt	179	44,75	1119	997-1241
Alpin och subalpin gräsmark 6150, 6170	81	20,25	506	408-605
Annan gräs/ ängsmark	21	5,25	131	77-186
Högörtäng 6430	1	0,25	6	-6-18
Kärr	78	19,50	488	390-585
Subarktisk videbuskmark 4080	1	0,25	6	-6-18
Annan buskmark	1	0,25	6	-6-18
Annan skog	3	0,75	19	-2-40
Nordisk fjällbjörkskog	22	5,50	138	82-193
Totalt	400	100,00	2500	



Figur 9. Ett ortofoto i IR-färg, framställt från ett flygfoto, av en NLS ruta i Vilhelminafjällen, Västerbotten. Blåa färger representerar bart substrat, antingen en fjälltopp som syns i en långsmal polygon i bildens mitt, eller småkullig moränterräng, vilken syns i nedre vänstra hörnet. Svarta nyanser är vatten eller skugga och röda och rosa toner visar ängsmarker och fjällbjörkskog, det senare syns tydligt i övre högra hörnet. Vita punkter är tolkningspunkter (400 st) i punktgitte. Gula linjer är polygongränser från fjällvegetationskartan, vilken har en generaliseringsgrad på 250 x 250 m (minsta karteringsenhet). Att linjerna inte stämmer helt med landskapet kan bero på inskanningen från pappersformatet som dessa kartor är producerade i, orsaken är inte utredd inom detta projekt.



Figur 10. Jämförelse mellan fjällvegetationskartan och flygbildstolkning i punktgitte (400 punkter) i en NILS-ruta i Vilhelminafjällen, Västerbotten. I figuren redovisas enbart huvudgrupper av vegetationstyper från vegetationskartan och inga inslagssiffror eller busk/trädmarkeringar.

Fjällvegetationskartan har framställts genom tolkning av analoga bilder från en högre höjd (9200 m) vilket ger en ungefärlig bildskala av 1:60 000. I både NILS detaljerade tolkning och punktgitertolkningen används skannade eller digitala bilder i skalan 1:30 000, tagna från normalhöjd (4600 m).

3.5 Tidsåtgång och kostnadsberäkning

Enligt erfarenheter från NILS ordinarie tolkning inom 1 x 1 km-rutan, så är kalfjället snabbtolkat och kan ta någon enstaka dag för en ruta, medan träd- och buskvegetation ger mer arbete med mätning av bestånd. En NILS ruta nedom trädgränsen kan ta några dagar i anspråk. Detsamma gäller punktgitertolkningen, där mätningar är tidsödande.

I genomsnitt tar en punkt 2 minuter, min och max i normalfallen ligger vid 0.5 till 3 min. Vid den senaste studien gjordes 180 punkter på en dag av den mest vana tolkaren, medan tre NILS rutor per dag gjordes av den minst vane, vilket motsvarar 36-48 punkter. Så tidsberäkningar hänger till mycket stor del på hur pass van den person är om är utförare av arbetet. Tabell 20 visar en uppskattning av tidsåtgång för punktgittermetoden och för jämförelse visas en uppskattning av tidsåtgång för den förenklade polygontolkning som utvecklas inom NILS för tolkning av de större landskapsrutorna på 5 x 5 km i tabell 21 (Marklund m fl in press). Som jämförelse kan sägas att det i runda slängar kostar mellan 10 000-20 000, beroende på antal punkter per landskapsruta i NILS för Punktgittermetoden och 20 000-45 000, beroende på landskapets komplexitet, per landskapsruta med polygonmetoden. Punktgitertolkning tar ungefärligen lika lång tid, oavsett landskap, medan polygoner tar olika lång tid med den längsta tiden för ett småskaligt och varierat landskap. Den senare ger förstås helt andra data än punkterna gör och metodvalet får ske på grund av syftet med undersökningen.

Tabell 20. Tidsåtgång (antal timmar) för flygbildstolkning med punktgittermetod i några olika tätheter på gittren, i en 5x5 km ruta, den så kallade landskapsrutan, i fjällen. Montering och inkopiering etc inbegriper ett flertal moment.

Arbetsmoment	Punktgitter 100 punkter	Punktgitter 200 punkter	Punktgitter 400 punkter
Montering, inkopiering etc	10	10	10
Avgränsning av polygoner	1 ²	2 ²	4 ²
Tolkning av variabler	4	8	16
Efterarbete	1	1	1
Total arbetstid	16	21	31
Kostnad¹	9600 kr	12600 kr	18600 kr

¹ Kostnaden har beräknats utifrån en timkostnad på 600 kr/tim.

² Avser registrering av eventuell delningsgräns inom bedömningsytan på 20 m.

Tabell 21 är modifierad från Marklund m fl (in press) och visar kostnader för tolkning med en förenklad polygonmetod, under utveckling för tolkning av NILS 5 x 5 km-ruta.

Tidsåtgången är baserad på tolkning av utsnitt av landskapsrutorna.

Ruta	Ytavgränsning 2.5x2.5 km	Kostnad ytavgränsning ¹	Summering över 5x5 km (Ytavgränsning + Tolkning)	Medel- kostnad 5x5 km- ruta ²	Medelkostnad nedräknad med 10% ³
1	6-7 tim	4020 – 4200 kr	24-28 tim ⁴	16080- 16800 kr ⁴	
2	2 (-3) tim	1200-1800 kr	76-84 tim	45600- 50400 kr	43 200 kr
3	2 (-3) tim	1200-1800 kr	60-68 tim	36000- 40800 kr	34 560 kr
4	2 (-3) tim	1200-1800 kr	11-13 tim	26400- 31200 kr	25 920 kr

¹ Kostnaden har beräknats utifrån en timkostnad på 600 kr/tim

² Medelkostnaden för landskapsrutorna baseras på en uppräknings av tidsåtgången för tolkning av 2.5 x 2.5 km utsnitt.

³ Medelkostnaden för landskapsrutorna har räknats ned med 10 %. Troligtvis är denna nedräkning något låg eftersom tidigare erfarenheter visar att tidsåtgången kan sänkas med 20-30 % efter det att bildtolkarna är fullständigt kalibrerade till manualen.

⁴ Observera att kostnaden endast är beräknad utifrån ytavgränsning och ingen tolkning av ytojektet ingår i summeringen

4 DISKUSSION

Vid jämförelsen mellan tolkat data och resultaten från fältinventeringen ser man att de allra flesta avvikelserna beror på att man gör bedömningarna annorlunda i de två inventeringarna. Orsakerna till detta togs upp i resultatdelen. Fältskiktet bedöms på den inre cirkeln av 10 m radie, och i flygbildstolkningen bedöms fältskiktet på den polygon som mittpunkten faller inom. Träd och buskskikt bedöms på hela 20 m ytan, oavsett vegetationssamhälle och naturtyp, medan i flygbildstolkningen bedöms dessa variabler återigen enbart inom den polygon som mittpunkten faller inom. För en mer uttömmande kvalitetssäkring av tolkningen bör en ordentlig fältkontroll av delar av tolkningarna komma till.

För variabeln trädsikt kunde ingen fältverifiering göras inom detta projekt. Istället får personvariationen visa på någon slags säkerhet. Översiktlig fältkontroll av begränsade delar av tolkningen inom NILS bastolkning företogs under 2005 och en 2006 och skogsdata beträffande täthet och höjder befanns vara tillfredsställande, dock utan att ha gjort detaljerade studier.

Landskapet antas bestå av fläckar (patcher) av olika storlek och form. Dessa fläckar karteras i NILS ned till en viss minsta storlek, i normalfallet 0,1 ha, och en viss minsta bredd, i normalfallet 10 m. En konsekvens av detta antagande blir en viss underskattning av biotyper som i normalfallet utgörs av små fläckar, t ex vindblottor och högörtängar i fjällen.

4.1 Natura 2000-habitat

De samhällen som delvis skiljer sig mellan flygbildstolkningen och fältinventeringen vad gäller Natura 2000-typ av vegetation är framförallt Fjällbjörkskog, Klippvegetation /rasbranter, Gräsmarker och Subarktisk videbuskmark.

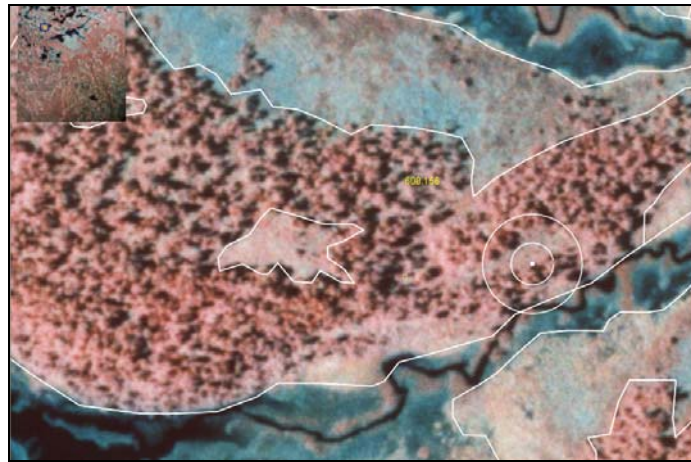
Att fjällbjörkskog misstämmer är inte så förvånande, det är ju som med andra träddata att hela 20 m ytan bedöms med avseende på trädtäckning i fältinventeringen för att avgöra kriteriet på 10 % trädtäckning och bara aktuell polygon i flygbildstolkningen och därför blir det svårare att få värdena att överensstämma, exempel visas i figur 11.

Även för Natura 2000-habitat så bestäms typen i fältinventeringen via hela den inre cirkelytan och den inte är delad medan i flygbildstolkningen bestäms typen efter den större cirkeln, men bara inom den delen av själva polygonen som går genom bedömningsytan, annan mark tas inte hänsyn till. Svårigheten att tydligt dra gränser mellan gräsmark och rished visade sig också för variabeln fältsikt. Klippvegetation, annan substratmark och rasbranter är aningen sammanblandade. Vid flera tillfällen har det varit snötäckt i flygbilden medan det var barmark när fältpersonalen var på plats. På en ruta i ett högalt område har fältpersonalen bedömt täckningsgraden till klippvegetation (alltså under 10 % täckning av graminider eller annan växtlighet), men i flygbilden bedöms denna täckningsgrad till över 10 %, även vid omtolkning. Exempel från denna NILS-ruta visas i figur 12.

GPS visar ofta någon till några meter fel och ifall GPS visar på ena eller andra sidan om polygongränserna (rosa streck i figur 12) så kommer Natura 2000-habitatet att ett annat. Vid ett antal tillfällen har fältpersonalen rapporterat in att GPS reagerar märkligt och att man vet att punkten blir fel, men de har inte haft möjlighet att göra något åt en sådan situation. I figur 12 kan ses bart substrat (klippvall i detta fall) som återges i blåa färger och det rosa skimmer som finns ovanpå de två polygonerna till vänster och ovan mittpunkten är grästäckning i olika

täckningsgrad, båda över 10 %. Till höger om mittpunkten är det risvegetation som ger den brunaktiga färgen. Om mittpunkten hamnar på den blåare ytan i rismarken till höger kan Naturatypen bli Klippvegetation och annars rished, medan de två till vänster och ovan bör bedömas till gräsmark. Denna provyta är bestämd till klippvegetation i fält och till gräsmark i flygbildstolkningen.

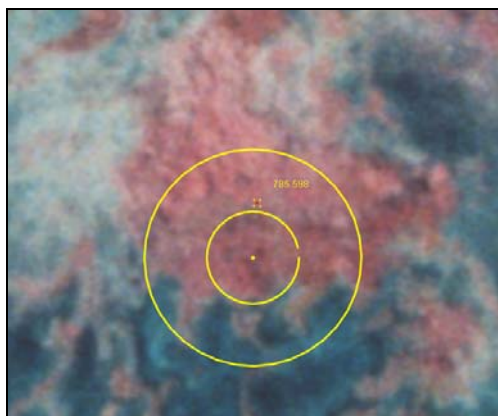
Subarktiska videbuskmarker är också en typ som verkar svår, bild från sådana visas figur 13 och 14. Det finns ingen litteratur på hur tät buskarna behöver stå i en rished för att synas, den gräns som används i fält (20 % täckningsgrad) är med största trolighet alltför snäv och i tolkningen har därför en täthet på 50 % använts.



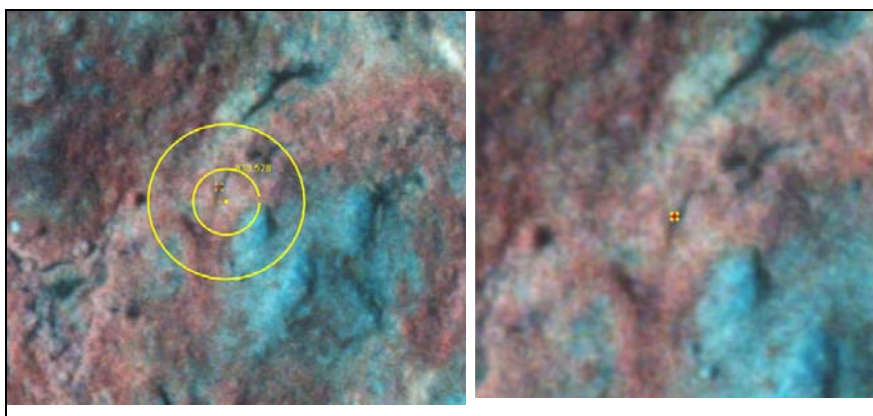
Figur 11. Exempel på område som får en trädäckning i fält och där polygonen i helhet får en högre täckningsgrad, vilket kan ge den bedömningen Fjällbjörkskog i flygbild men Gräsmark i fält.



Figur 12. Exempel på täckning av graminider i ett högalpint område. De två cirklarna med ett grönt kors i mitten representerar provytan från fältinventeringen, vars koordinater speglats in i flygbilderna. Ifall GPS visar på ena eller andra sidan om polyongränserna (rosa streck) blir Natura 2000-typen annorlunda vald. Denna provyta är bestämd till klippvegetation i fält och till gräsmark i flygbildstolkningen.



Figur 13. Exempel på videbuskmark i fjällen. Detta är ett mycket tätt videsnår i ett större kärrområde. Det är bedömt till kärr i fält och till Subarktisk videbuskmark i flygbild. Detta täta buskskikt missas inte i fält men om man faktiskt var vid sidan om, när man mätte in koordinaterna, blir valet kärr. En annan yta, på samma NILS-ruta som inte visas här var helt enkelt feltolkad, vid inspektion så borde den tolkats till kärr som fältinventeringen gav vid handen.



Figur 14. Exempel på svårigheter med videbuskmarker. Denna provyta är bedömd till kärr i flygbilden men till videbuskmark i fält. Precis där provytan ligger syns väldigt få buskar i bilden, den högra bilden är provytecenrum utan cirklarna. Det finns dock mer buskar till både höger och vänster om

4.2 Punktgittermetodens kvaliteter

Punktgittermetoden är operativt användbar, vissa kompletterande fältstudier behövs. Metoden har följande generella kvaliteter.

1. Metoden är enkel att implementera.
2. Punktgittermetoden är en kostnadseffektiv metod för att fånga landskapsdata. Den är snabbare än polygontolkning.
3. Datafångst från en 5 x 5 km ruta kan göras på 1-3 dagar, beroende på antal punkter i gittret.
4. Det är enkelt att bearbeta och analysera punktgifterdata.
5. Precisionen i arealskattningarna kommer att kunna enkelt beräknas.
6. Tolkningen i punktgifter kan verifieras genom jämförelse med NILS fältdata.
7. Metoden är lämplig för förändringsstudier. Exempelvis kan den utgöra ett snabbt och effektivt sätt att statistiskt uppdatera information om area av vegetationstyper från vegetationskartorna över de svenska fjällen.
8. Metoden kan fånga upp ovanligare naturtyper i 5 x 5 km ytan förutsatt att många punkter tolkas.
9. Metoden kan användas för urval av objekt för riktade fältinventeringar till ovanligare habitat.
10. Resultaten från metoden kan utgöra viktiga data för annan forskning, exempelvis som träningsdata till satellitbildsklassificeringar.

En fördel gentemot en polygonbaserad metod är att man kan undvika en del av den subjektivitet som är förknippad med avgränsning av polygoner och skenbara förändringar över landskap som kan uppstå till följd av att olika tolkare avgränsar på olika sätt.

4.3 Metodens begränsningar

Vad gäller sammansatta mått på landskapets tillstånd (olika typer av landskapsindex) är en perfekt polygonuppdelning givetvis att föredra framför en punktgittermetod (om man bortser från kostnadsaspekten) då den förra medger att ett stort antal olika index kan beräknas. Emellertid kan flera viktiga index beräknas också utifrån en punktgittermetod, något som till exempel beskrivs i Dramstad et al (2004).

För flygbildstolkning i punktgifter med den metodik som föreslås här förutsätts att det finns välutbildade tolkare. Dels krävs utbildning och erfarenhet i flygbildstolkning enligt NILS detaljerade tolkning (Allard m fl 2003). Därutöver krävs särskilda kunskaper och erfarenheter från tolkning av fjällvegetation i olika delar av landet. I dag finns det endast några få personer i landet med denna erfarenhet. För en van vegetationstolkare krävs det i storleksordning en tilläggsutbildning på minst 1 månad i tolkning av fjällvegetation, inklusive fältbesök.

Det största problemet vid tolkning av fjällvegetation är den småskaliga vegetationsmosaik som framför allt beror på skillnader i topografi och därmed ger upphov till olikheter i vattentillgång, näringstillgång och mikroklimat. Detta gör att det kan vara svårt att avgöra var gränser mellan polygoner ska dras. För att minska risken för personberoende variation är det viktigt att man för delade ytor och tillverkar ett separat skikt för detta, som kan sparas och

användas vid omtolkning. Det är också viktigt att alla tolkare är samtränade. En exempelsamling av bilder bör tas fram.

4.4 Betydelse av antal tolkningspunkter

Möjligheten att fånga upp många vegetationstyper ökar givetvis med antalet tolkningspunkter. I vårt tolkningsexempel hittades i genomsnitt 4,8 st N2000 habitat vid tolkning av 100 punkter och 5,5 habitat vid tolkning av 200 punkter (Tabell 22). Detta kan jämföras med 7 habitat vid tolkning av samtliga 400 punkter. Eftersom endast en hel ruta tolkats är det inte meningsfullt att göra statistiska analyser. Bedömningen är att 100 tolkningspunkter tycks vara tillräckligt för att få hyfsat bra precision i arealskattningarna för de 2-3 vanligaste habitaterna (täcker $\geq 20\%$) inom en enskild $5 \times 5 \text{ km}^2$ ruta. I exemplet nedan gäller detta hedar, gräsmarker och kärr. För att få acceptabel precision för habitat med en täckning ned mot 5-10 % av arealen krävs tolkning av några hundratal punkter.

Tabell 22. Exempel på hur den skattade fördelningen av vegetationstyper (% av arealen) kan variera med antalet tolkningspunkter. Data från 400 tolkade punkter i en NILS-ruta i Vilhelminafjällen, Västerbotten.

Set	1	2	3	4	1+4	2+3	1-4
N2000 habitat	100	100	100	100	200	200	400
Klippvegetation på bergssluttning 8210, 8220	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3
Rasbrant 8110, 8120	6,0	3,0	3,0	1,0	3,5	3,0	3,3
Annan substratmark	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,5
Fjällhed och boreal hed 4060	44,0	39,0	38,0	48,0	46,0	38,5	42,3
Alpin och subalpin gräsmark 6150, 6170	15,0	16,0	26,0	23,0	19,0	21,0	20,0
Annan gräs/ängsmark	5,0	5,0	4,0	6,0	5,5	4,5	5,0
Högörtäng 6430	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3
Kärr	19,0	27,0	19,0	13,0	16,0	23,0	19,5
Subarktisk videbuskmark 4080	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,3
Annan buskmark	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	0,3
Nordisk fjällbjörkskog 9040	6,0	6,0	3,0	7,0	6,5	4,5	5,5
Annan skog	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	1,5	0,8
Sjö och vattendrag	3,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,5	2,3
Total	100	100	100	100	100	100	100
Antal vegetationstyper	9	9	10	8	10	10	13
Antal N2000 habitattyper	6	4	4	5	7	4	7

4.4 Förslag till uppföljningskoncept av Natura 2000 i fjällen

I nuläget görs i NILS detaljerade fältnätningar och flygbildstolkning inom en central $1 \times 1 \text{ km}^2$ ruta. Det ger ett bra dataunderlag för vanligare vegetationstyper, exempelvis rishedar och fjällbjörkskogar. För att få ett tillräckligt statistiskt underlag för att följa miljötillståndet för mindre vanliga Natura 2000 habitat behövs data från NILS $5 \times 5 \text{ km}^2$ rutor. För ovanliga habitat, t ex palsmyrar och alpina pionjärsamhällen med brok/svedstarr, krävs dock andra metoder. NILS-utlägget är inte dimensionerat för att ge data för enskilda Natura 2000 områden. Av de totalt 144 rutor som finns i NILS fjällstratum har 126 rutor kalfjäll (Esseen m fl 2004). Sett till hela NILS stickprov så rör sig andelen kalfjäll 4,15 %.

För att täcka in även kalkrika områden görs en förtätning av utlägget inom områden med kalkrik berggrund, exempelvis kan enkel berggrundsindelning fungera som stratifieringsunderlag. Detta kräver kompletterande flygfotografering med exempelvis 20-40 områden. Minst 200 punkter tolkas per ruta, helst 400. Ett annat alternativ är att göra stratum av specifika fjällområden för utlägg av punktgifter.

Eftersom det inte är möjligt att särskilja kalkfattiga och kalkrika områden i flygbilderna föreslås fältkontroll av N2000 habitat i en andel av de tolkade punkterna för de habitat där detta är intressant, d v s hedar och gräsmarker, klippvegetation, och rasbranter, förutsatt att de går att besöka. I ett andra skede görs riktade fältinventeringar till ett urval av de kalkrika habitaterna. De variabler som registreras i den riktade inventeringen är samma som i NILS ordinarie fältinventering eller ett subset av dessa. Med denna metodik kommer data som insamlas för uppföljningen av Natura 2000-rapporteringen till EU, att vara kompatibelt och jämförbart med NILS data från såväl fjällen som landet i övrigt. Både den ordinarie NILS-inventeringen och den riktade inventeringen kompletteras med registrering av typiska arter.

I en uppföljning enligt detta koncept används den helt övervägande delen av kostnaderna för datafångst. Rutiner för verifiering av tolkningen mot fältdata tas fram. Själva beräkningen av arealer och dess förändringar går snabbt och borde kunna göras till låg kostnad.

Vid återinventeringen är det mycket viktigt att man har samma bedömningsyta som första gången, detta förutsatt att polygongränserna inte flyttats. Av denna anledning bör polygongränserna registreras i ett digitalt linjeskikt, såsom skett inom detta projekt.

Eftersom det finns äldre bilder i 1:60 000 från hela fjällkedjan så ges möjlighet till retrospektiva studier av vegetationsförändringar i fjällen. Dessa bilder finns i form av diapositiv och tolkas normalt i ett analytiskt stereoinstrument med zoomoptik (exempelvis Zeiss P3). Metodik för punktgitertolkning av dessa bilder bör utprovas i ett särskilt projekt. Det finns också behov av studier om eventuella systematiska fel.

Med tanke på de problemområden som framkommit vid tolkningstesterna, måste man ta fram ett antal tolkningsnycklar och dessutom exempelsamlingar med bilder. Tolkare måste utbildas och under utbildningen måste de få vara i fält själva, efter tolkning och med chans till omtolkning efteråt. Det behövs också en förståelse för att förhållandena i fjällkedjan ändras med berggrund och regnmängder men även med latitud och altitud. Då kan förväxlingar så långt som möjligt undvikas.

4.5 Behov av fortsatt arbete

Det bör utföras ett antal tester med både tolkning och fältkontroll för att anpassa metodiken ytterligare. Det finns behov av att få fram en klar skiljelinje mellan gräsmarker, rismarker och hur man tydligt avskiljer backkärren från de två tidigare klasserna, med exempelsamlingar. Exempelsamling behöver också göras för att få tydliga gränser mellan substratmarker och de glesa skikten av vegetation på vindhedar och på högalpina områden.

En studie behöver göras för att kunna bestämma gränserna för subarktiska videbuskmarker, där dels den svenska tolkningen av definitionen idag inte ger vägledning och dels finns ingen litteratur på hur tätt ett videbuskskikt behöver vara för att tydligt kunna urskiljas i fält. Sammanblandning sker med rishedar, kärr och fjällbjörkskog.

Ett utbildningspaket bör sättas samman för tolkning av fjällens vegetation, och som är relevant för de svenska fjällens olika delar, med olika naturgeografiska förutsättningar.

5 LITTERATUR

- Abenius, J., Aronsson, M., Haglund, A., Lindahl, H. och Vik, P. 2004. Uppföljning av Natura 2000 i Sverige, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Allard, A., 2001. Vegetation changes in mountainous areas - A detailed study by aerial photo-based remote sensing and spectral radiometry. Licentiatavhandling, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet, 88 pp.
- Allard, A., 2003. Vegetation changes in mountainous areas: a monitoring methodology based on aerial photographs, high-resolution satellite images, and field investigations. Avhandling nr 27, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.
- Allard, A., Ihse, M, och Nordberg, M-L, 1998. Vegetationsförändringar i fjällen -metodstudier i norra fjällen med hjälp av IRF-flygbilder och satellitbilder. Forskningsrapport nr 109, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet.
- Allard, A., Nilsson, B., Pramborg, K., Ståhl, G. och Sundquist, S. 2003. Instruktion för bildtolkningsarbetet vid Nationell Inventering av Landskapet i Sverige, NILS. Inst för skoglig resurshushållning och geomatk, SLU, Umeå.
- Andersson, L., Rafstedt, T. och von Sydow, U. 1985. Fjällens vegetation. Norrbottens län. En översikt över Norrbottensfjällens vegetation baserad på vegetationskartering och naturvärdering. Statens Naturvårdsverk, Solna.
- Axelsson, H. och Möller, S. G., 1962. Studier av möjligheten att bestämma några skogliga faktorer med hjälp av mätning i flygbilder, Nämnden för skoglig fotogrammetri, Skrift nr 8, 1962.
- Dramstad, W., Lågbu, R., Fjellstad, W. & Tomter, S. 2004. En basrekräftig utveckling - mulige indikatorer for jord- og skogbruk. NIJOS rapport 5/04.
- Einenvoll, O., 1968. Photographic interpretation in the registering of reindeer grazing. Norsk Tidsskrift for Jordskifte og Landmåling, Vol. 60, Nr 1, pp 91-99.
- Ekelund, L., 2003. Flygbildens geometriska egenskaper, i Flygbildsteknik och fjärranalys, Skogsstyrelsen, Jönköping s. 51-64.
- Esseen, P-A., Glimskär., A., Ståhl, G. & Sundquist, S. 2004. Fältinstruktion för Nationell Inventering av Landskapet i Sverige, NILS. Inst för skoglig resurshushållning och geomatk, SLU, Umeå.
- Ihse, M., 1978. Flygbildstolkning av vegetation i syd- och mellansvensk terräng - en metodstudie för översiktlig kartering. Statens Naturvårdsverk PM 1083.
- Ihse, M. & Allard, A. 1995. Vegetationsförändringar i renbetesfjäll. Metodstudier i södra fjällen med hjälp av IR-färgbilder. WWF, Rapport nr 2:95.
- Ihse, M., Rafstedt, T. & Wastenson, L. 1993. Flygbildstolkning av vegetation, i Flygbildsteknik och fjärranalys, Skogsstyrelsen, Jönköping s. 247-284.
- Ihse, M. & Wastenson, L. 1975. Flygbildstolkning av fjällvegetation - en metodstudie för översiktlig kartering. Statens Naturvårdsverk PM 596.
- Liljelund, L-E. & Lindahl, H. 2003. Rapportering av regeringsuppdrag om basininventering, Missiv till Miljödepartementet, Naturvårdsverket 2003-10-30, 29 s.

- Marklund, L., Nilsson, B., Egberth, M., Holmgren, J., Högström, M., Walter, F., Allard, A., Skånes, H., Olsson, H. och Sundquist, S., In press. Utveckling av metodik för flygbildstolkning inom NILS landskapsrutor (5x5 km), Inst för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå. Arbetsrapport 173.
- Rafstedt, T. 1984. Fjällens vegetation. Jämtlands län. En översikt över Jämtlandsfjällens vegetation baserad på vegetationskartering och naturvärdering. Statens Naturvårdsverk, Solna