



Linjekorsningsinventering med flygbilder inom NILS Landskapsrutor i fjällen

Hans Gardfjell, Björn Nilsson, Anna Allard

DEN 29 JANUARI 2019

SLU

Institutionen för skoglig resurshushållning, 901 83 Umeå

Innehåll

INLEDNING	1
BAKGRUND	1
BESKRIVNING AV INVENTERINGEN	2
<i>Studieområde, urval av Landskapsrutor</i>	2
<i>Flygbildsinventeringen</i>	3
Flygbilder	3
Bildtolkningsutrustning	3
Pilotstudie Grövelsjön	4
Metodik och resultat av pilotstudien.....	5
Metodik vid inventeringen av landskapsrutor	6
<i>Linjekorsning</i>	7
RESULTAT	8
<i>Exempel på funna förändringar</i>	10
DISKUSSION	16
REFERENSER	17
BILAGA 1	18
Flygbilder - olika år och olika upplösning.....	18
Exempel på klassen Stig vandringsled.....	20
Exempel på klassen Djurstigar	20
Exempel på klassen Spår av motorfordon.....	21
Exempel på klassen Schaktad/exploaterad mark.....	23
Exempel på klassen Skogsgata.....	24
<i>Olika tidsperioder – olika bildkvalitet</i>	25
<i>Exempel på tolkningsproblem</i>	26

Inledning

Rapporten utgör en av tre delar av data och analys rapporterat från SLU, avdelningen för Landskapsanalys, till Naturvårdsverket angående körspår. Denna rapport behandlar data från THUF på regional nivå (de svenska fjällen), och utgör resultatet från en linjekorsningsinventering via flygbilder i stereo av 30 NILS landskapsrutor (5 x 5 km) över fyra tidsperioder, från 1960-talet till 2010-talet. Övriga delar behandlar data över hela landet från NILS fältinventering samt en mindre lokal studie om effekterna av samebyarnas terrängkörningsplaner.

Naturvårdsverket fick i maj 2018 i uppdrag av regeringen att analysera terrängkörningens påverkan på natur, djur och friluftsliv. Uppdraget syftar till att ge den statliga utredningen ”En modern lagstiftning för en hållbar terrängkörning” ett ändamålsenligt underlag gällande miljöeffekter. Naturvårdsverket ska redovisa sitt uppdrag i juni 2019.

Bakgrund

Inom pågående THUF-kontrakt med Naturvårdsverket (tvåårskontrakt under 2017 och 2018) så finansieras ett utvecklingsprojekt för vidareutveckling av linjekorsningsinventering av körspår, alpina vattendrag och gränsen för fjällbjörkskog. Projektet omfattar 150 kkr. Två teststudier har gjorts tidigare, ett i Västerbotten och ett i Jämtland (Forsman m.fl. 2014, Allard & Åkerholm 2014 och Allard & Gardfjell 2009). Nuvarande projekt baseras på erfarenheterna från de tidigare studierna.

Efter önskemål från länsstyrelserna i fjälläna inkluderades förändringstolkning i projektet, alltså tolkning i både nya och äldre bilder. Detta medger att förändringsanalyser kan göras. I detta projekt har 4 tidsperioder inventerats.

I de tidigare studierna (vilka varit uppdrag från länsstyrelserna i Jämtland och Västerbotten) har även vattendrag och eventuella rätade vattendrag eller diken inventerats. Detta har inte gjorts i detta projekt. Anledningen till att vattendragen har uteslutits är att det bedömts att tidsåtgången då skulle bli för stor och att vattendragen inte heller förändras i någon större utsträckning samt borde kunna utvärderas från NILS fälldata.

Länsstyrelserna har också framfört önskemål om en stratifiering mot känd markanvändning. Förslaget var att använda tre strata: i) områden kring turistorter och tät stugbebyggelse, ii) områden med intensiv renskötsel på kalvfjället (i praktiken kalvningsområdena) och iii) övriga fjällen. Storleken på det stickprov som ryms inom den finansiella ramen för detta projekt bedömdes dock inte vara tillräckligt stort för en sådan stratifiering. Om årets tolkning fungerar bra är målsättningen att ta fram ett förslag till stratifiering.

Naturvårdsverkets uppdrag från Regeringen är uppdelat i fyra delprojekt som löper parallellt. Ett underlag med geografiska data som beskriver påverkan på natur, djur och friluftsliv behövs i flera av delprojekten. Ett ytterligare syfte med denna analys är att ta fram ett brett underlag där data för hela fjällen är med som jämförelse och kontrolldata mot den lokala studien (Allard och Nilsson 2019), och beskriva hur vardagslandskapet varierar över tid.

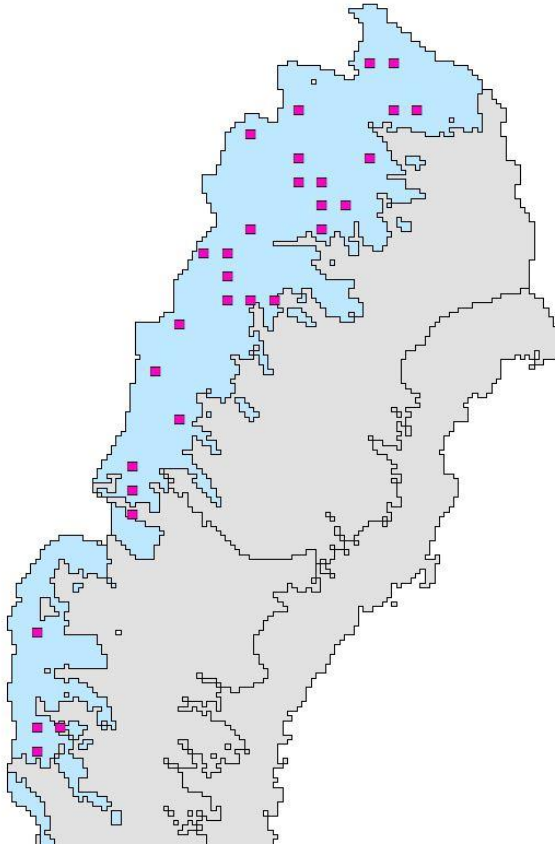
Vi sammanställer här längden körspår av körspår i fjällen med både kalvfjäll, fjällbjörkskog och fjällbarrskog, med ett tidsdjup på närmare 60 år.

Beskrivning av inventeringen

Studieområde, urval av Landskapsrutor

Eftersom det var svårt att bedöma tidsåtgången innan bildtolkningen gjordes tre prioriteringar innehållande 15, 30 respektive 50 NILS-rutor, vilka slumpades ut inom NILS stratum 10 *Fjällen och fjällnära skog*, med villkoret att rutorna skulle innehålla kalvfjäll eller fjällbjörkskog enligt Fastighetskartan, här ingår även barrskog som inte är produktiv (Allard 2012). Enstaka bebyggda områden som är förlagda inom kalvfjäll/fjällbjörkskog är då med i inventeringen. Tanken med de olika prioriteringarna var att så många rutor som möjligt skulle inventeras inom de ekonomiska ramarna. Resultatet blev att 30 rutor inventerades (figur 1).

Figur 1. Översiktskarta med de 30 inventerade NILS-rutorna. NILS stratum 10 är färgat i blått.



Flygbildsinventeringen

Flygbilder

Linjekorsningsinventeringen utfördes i så många nationellt heltäckande bildserier som gick att frambringa. En bildserie eller omdrev, tas under ett antal år av Lantmäteriet, varifrån bilder beställs. Det betyder att vi hade 4 tidsperioder: ca 1960, ca 1980, NILS inventeringsvarv 1 ("2000-tal") respektive i de modernaste tillgängliga bilderna ("2010-tal"). Detta innebär i praktiken att de inventerade bilderna är från nedanstående fotograferingsår (tabell 1). Olika tidsperioder innebär olika egenskaper hos flygbilderna, vilket ger en del svårigheter att komma över, för diskussion kring bildkvaliteter, se bilaga 1.

Tabell 1 Fotograferingsår för flygbilder i studien

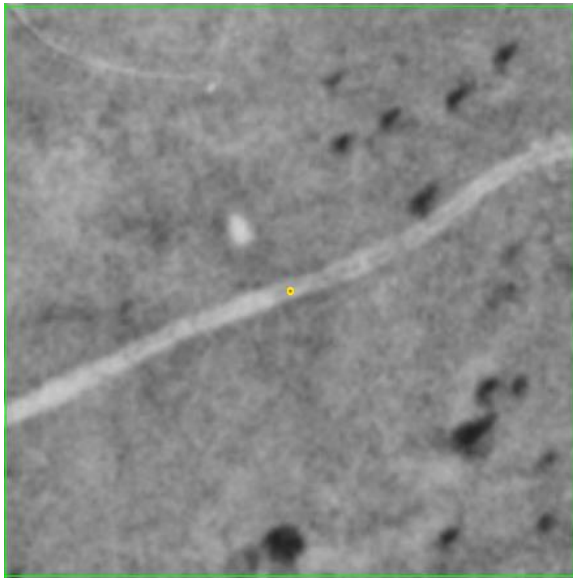
Tidsperiod	Fotograferingsår	Medelår	Kommentar
1960-tal	1956 – 1969	1964	Svartvita, analog fotografering
1980-tal	1975 - 1996	1981	IRF, analog fotografering från höghöjd
2000-tal	2002 - 2009	2004	IRF, både analog och digital fotografering
2010-tal	2010 - 2018	2014	IRF, digital fotografering

Bildtolkningsutrustning

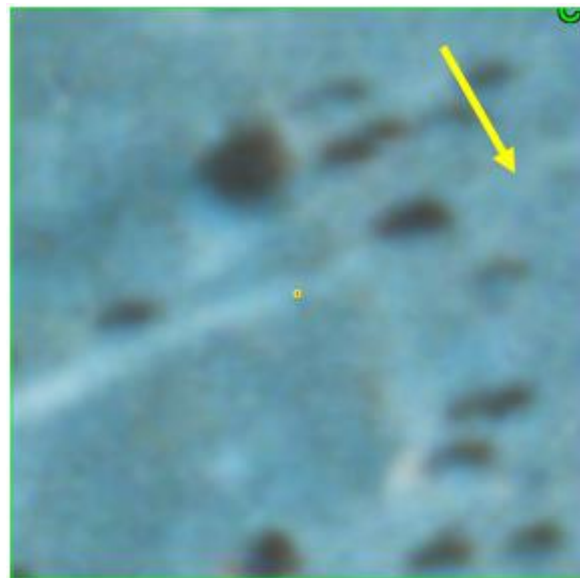
Bildtolkningen har gjorts i s.k. digitala fotogrammetriska arbetsstationer, DAT/EM Summit Evolution i kombination med ArcMap. Summit Evolution medger att man samtidigt kan stereobetrakta flera stereomodeller samtidigt, t.ex. bilder från olika årtal, vilket är mycket värdefullt om man vill bedöma om förändringar skett mellan fotograferingarna. Stereobetraktning (3-D) är också en fördel vid bildtolkning jämfört med enkelbilder, t.ex. tolkning i ortofoto.

Pilotstudie Grövelsjön

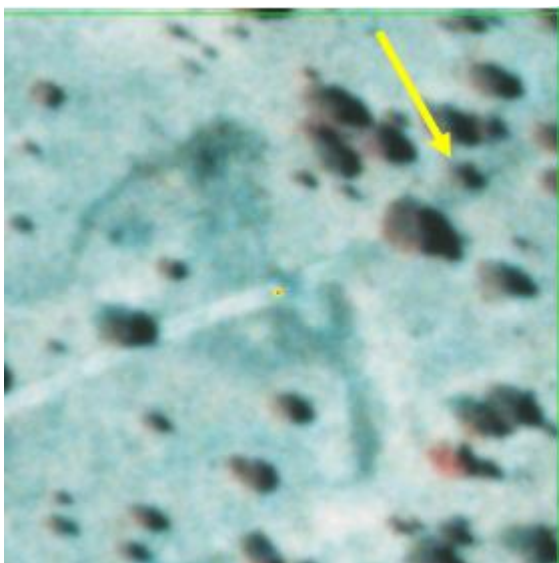
En pilotstudie gjordes för att reda ut vilka problem vi stod inför, samt vilka spår som kunde inventeras, över NILS Flagskeppsruta vid Grövelsjön i sydligaste delen av fjällkedjan, med 4 tidsperioder. Att inventeringen innefattar bildtolkning i bilder med olika egenskaper ger utmaningar i jämförelsen mellan de olika tidsperioderna. Dels var det skillnad i bildegenskaperna i höghöjdsbilderna från 1980-talet (som skannats i efterhand), vilket ger en suddigare bild, men de är ändå i IR-färg, och dels är bilderna från 1950'/1960-talet svartvita. Eftersom studien går ut på att hitta körspår och stigar har skillnader i markupplösning troligen större betydelse än spektrala skillnader (se figur 2a-d). I figur 2 syns en brukningsväg tydligt i nedre delen av bilden, oavsett årtal. Den övre delen är dock tydlig bara 1956, och återigen 2017 (figur 2 a och 2d). Vetskapen om att den finns där före och efter gör att vi vågar sätta en inventeringspunkt på de mittre årtalen, där den delen av vägen är mer suddig (figur 2 b-c).



Figur 2a. Bild från 1956 från flyghöjden 4 600 m. Exempel på en brukningsväg som framträder tydligt i den svartvita bilden.



Figur 2b. Samma område fotograferad 1979 från 9 200 m med IR-färgfilm. Brukningsvägen är suddig men kan skönjas vid pilen.

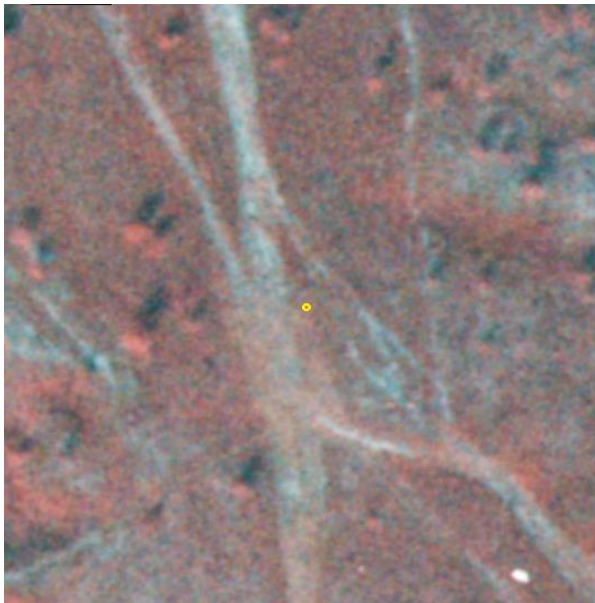


Figur 2c. Bild fotograferad 2003 från 4 600 m med IR-färgfilm.

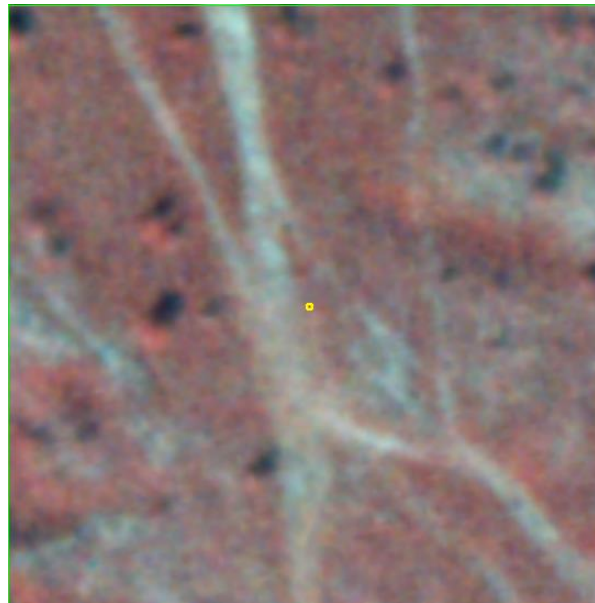


Figur 2d. Bild tagen 2017 från flyghöjden 7 400 m (UltraCam Eagle), de ger en markpixel på ca 0,48 m.

Figur 3 visar skillnaderna mellan de olika markupplösningarna. Bilderna är fotograferade 1994 med bara några dagars mellanrum och vegetationens utveckling samt vådrets inverkan är så lika varandra som möjligt.



Figur 3a. Exempel från flygbild fotograferad från normalhöjd vid Grövelsjön 1994-08-08, den analoga benämningen på bilder från denna flyghöjd var 1: 30 000. Stigar och träd framträder tydligt, och är skarpare än i höghöjdsbilden till höger.



Figur 3b. Utsnitt över samma område som i figur 3a, men från en flygbild fotograferad från höghöjd vid Grövelsjön 1994-08-11. Den analoga benämningen på bilder från denna flyghöjd var 1: 60 000. Långsmala objekt som har annan färg än omgivningen framträder tydligt, men inte med skarpa kanter. SÅ gör även de ytor som sticker upp lite geografiskt och både får mer vind och har tunnare jordlager, vilket ger dem mer bar mark och de blir blåare i IR-färgbilder.

Metodik och resultat av pilotstudien

En 5 km stor ruta delades i två delar och inventerades alternerande av två bildtolkare i de olika flyghöjderna (4 600 m och 9 200 m). På det viset inventerades varje sida en gång, antingen i den högre eller lägre flyghöjden, vilket också medgav en sorts test mellan bildtolkare. Samma metodik och klassindelning användes i pilotstudien, men förenklades något till den senare "skarpa" inventeringen av NILS-rutor. Studieområdet ligger vid Grövelsjöns fjällstation och är relativt påverkat av turism både vinter och sommar.

Resultat från denna studie redovisas inte närmare här, men gav att man kunde se ca 85 % av objekten i bilderna från 9 200 m jämfört med bilderna från 4 600 m. Enbart det ena bildmaterialet studerades vid tolkningen av respektive flyghöjd. Så ett av resultaten var att vid den skarpa inventeringen skulle fler objekt i höghöjdsbilderna kunna karteras, om man samtidigt hade tillgång till bilder med bättre upplösning. Vid en förändringatolkning får man (ofta) objekten "utpekade" via andra tidsperioder, vilket gör att man kan ana dem även i den högre flyghöjden, så som visas i figur 2. Risken finns ju förstås att man inte ser: 1) igenväxande objekt som kunnat vara synliga i en lägre flyghöjd eller 2) objekt som är smalare än tydligt upptäckt och som enbart finns vid den tidsperiod där man har bilder av högre flyghöjd.

Metodik vid inventeringen av landskapsrutor

Vid bildtolkningen har nedanstående klasser använts. Bildexempel på hur de olika linjetyperna kan se ut finns i Bilaga 1. För att registreras som ett objekt har minimilängden 20 m använts (motsvarar minimilängden i NILS flygbildsinventering). En transportled som tillfälligt delar sig i flera spår ska betraktas som en led som består av flera objekt, dvs. man karterar bara en linjekorsningspunkt. Undantag är om avståndet mellan spåren överstiger 20 m på en sträcka som överstiger 20 m. Vissa rutor ligger på gränsen till produktiv skogsmark. Om det är uppenbart att aktivt skogsbruk bedrivs görs ingen inventering. Körspår på hyggen eller gallringsvägar karteras alltså inte.

Tabell 2. Klasser och koder i linjekorsningsinventeringen.

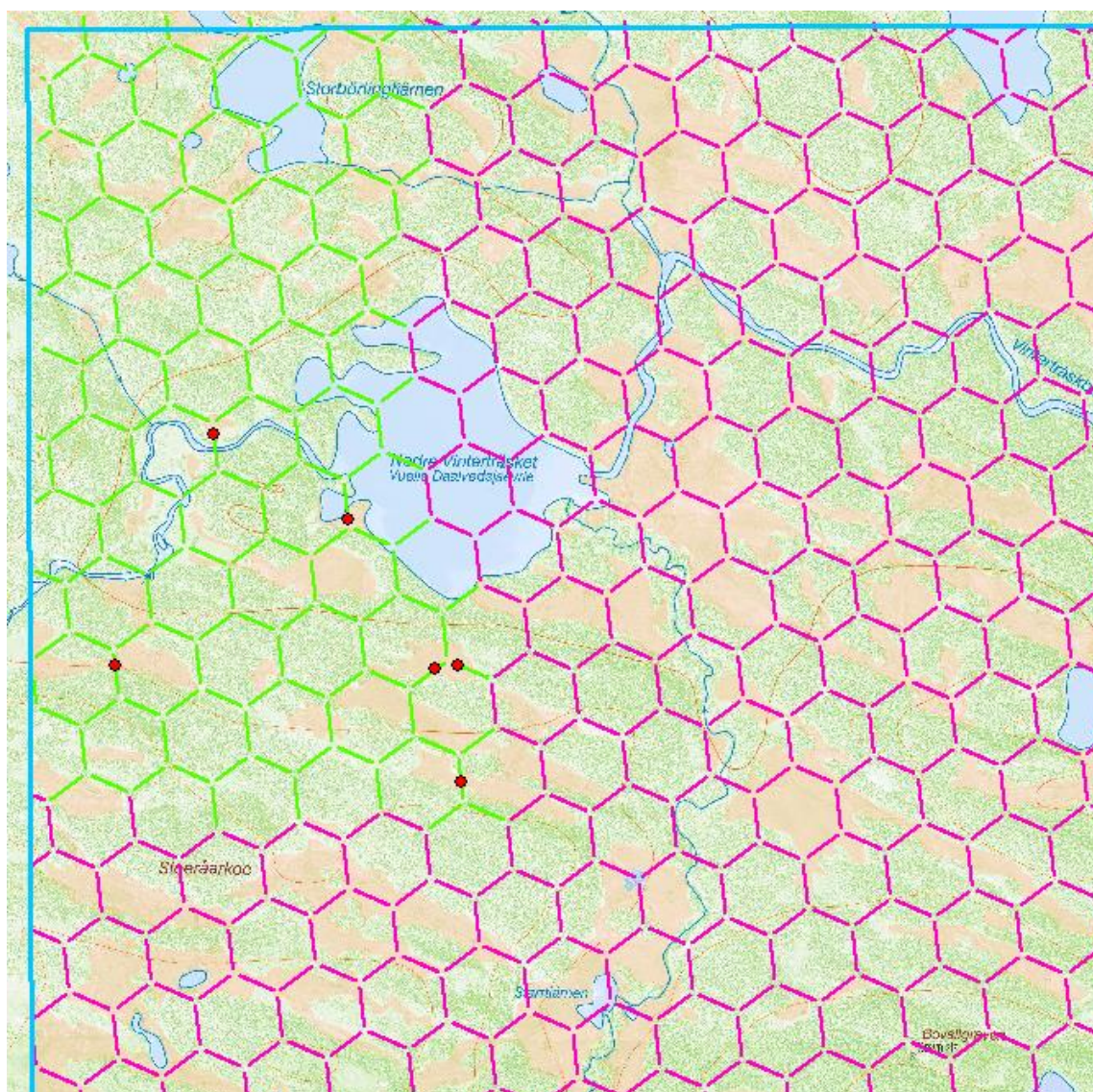
Kod	Linjeobjekt	Synlighet ¹	Typ ²
1	Stig, vandringsled < 2 m	1 - 3	1 - 3
2	Stig, vandringsled 2-6 m	1 - 3	1 - 3
3	Stig, vandringsled 6-10 m	1 - 3	1 - 3
4	Stig, vandringsled > 10 m	1 - 3	1 - 3
101	Djurstig < 2 m	1 - 3	1 - 3
102	Djurstigar 2-6 m	1 - 3	1 - 3
103	Djurstigar 6-10 m	1 - 3	1 - 3
104	Djurstigar > 10 m	1 - 3	1 - 3
5	Spår av motorfordon < 2 m	1 - 3	1 - 3
6	Spår av motorfordon 2-6 m	1 - 3	1 - 3
7	Spår av motorfordon > 6 m	1 - 3	1 - 3
8	Spår av motorfordon > 10 m	1 - 3	1 - 3
9	Brukningväg, dubbla körspår	1 - 3	1 eller 3
10	Anlagd väg < 10 m	1 eller 3	1 eller 3
11	Anlagd väg ≥ 10 m	1 eller 3	1 eller 3
12	Väg under byggnation	1 - 3	1 eller 3
20	Skogsgata (utan stig/ledning)	1 - 3	1 eller 3
21	Spång, kavelbro	1 - 3	1 eller 3
40	Linbana, släplift, skidlift	1 - 3	1 eller 3
50	Kraftledning utan ledningsgata	1 - 3	1 eller 3
51	Kraftledning med ledningsgata	1 - 3	1 eller 3
52	Markledning, pipeline	1 - 3	1 eller 3
60	Schaktad/exploaterad mark < 10 m	1 - 3	1 eller 3
61	Schaktad/exploaterad mark 6-10 m	1 - 3	1 eller 3
62	Schaktad/exploaterad mark > 10 m	1 - 3	1 eller 3
		1 - 3	1 eller 3
<p>1) <i>Synlighet 1</i> = objektet är i huvudsak tydligt i bilderna. <i>Synlighet 2</i> = objektet är svårare att definiera exakt i bilderna, inte säkert att mineraljorden är blottad. <i>Synlighet 3</i> används om det är troligt att ett objekt finns men inte går att se i bilderna t.ex. p.g.a. slagskugga.</p> <p>2) <i>Typ 1</i> = ett objekt. <i>Typ 2</i> = flera objekt. <i>Typ 3</i> = osäker typ av linjeobjekt eller osäkert antal objekt.</p>			

Kommentarer till klassindelningen:

Synligheten och breddklassen bedöms i på en 5 m lång sträcka på vardera sidan om linjekorsningspunkten. Om exempelvis en skugga eller ett träd skymmer punkten på ett i övrigt enhetligt objekt kan man bortse från detta, om inget tyder på att "bedömningssträckan" avviker från objektet i övrigt.

Linjekorsning

Linjekorsningen har utgått från en grid med hexagoner, vilka bildar ca 2200 linjer om 95 m, per landskapsruta inom urvalet. Varje inventeringslinje inventeras i bilderna och en punkt karteras där ett linjeobjekt korsar inventeringslinjen, se figur 4. Detta görs dessutom från alla fyra tidsperioder. När inventeringslinjerna kontrolleras kan man i databasen ändra ett värde för kontroll för att enklare kunna hålla reda på vilka linjer som inventerats (se exempel). Detta minskar risken för att man glömmer linjer eller gör samma linje flera gånger. Exempel från olika typer av linjeobjekt finns i bilaga 1.



Figur 4. En punkt karteras där ett linjeobjekt korsar inventeringslinjerna. Punkten klassificeras därefter till rätt klass enligt tabell 2.

Över 2200 linjer per ruta ska kontrolleras i fyra tidsperioder. För att enkelt kunna hålla ordning på vilka linjer som inventerats kan man i databasen ändra ett "klarkollvärde" som gör att linjen ändrar färg och därmed visar att linjen är färdiginventerad.

Resultat

De tydligaste förändringarna enligt flygbildsinventeringen är att spåren från motorfordon ökat. Överhuvudtaget har mängden linjeobjekt ökat från 1294 för 1960-talsperioden till 3243 för den senaste perioden, 2010-talet, se tabell 3.

En viss del av denna förändring är möjligen en effekt av att de senaste bilderna har högre upplösning, vilket gör att det är enklare att se diffusa spår och att särskilja stigar och körspår från fyrhjuliga fordon i de moderna bilderna, framför allt i bilderna från 2010-talet. En viss sammanblandning mellan körspår och stig/vandringsled finns förmodligen. Och, när det är en blandning eller osäkert, har stig fått den hierarkiskt övervägande registreringen. Det är troligt att spår från tvåhjulingar, både i form av motorcykel och i form av cyklar, registreras som stig. Det är mycket svårt att avgöra cykel/motorcykelspår i terrängen. Ett sätt är att gå på de långa och raka linjerna, men det finns möjlighet att lura sig, då även en stig kan ha en rak sträckning, om man har en öppen terräng. För att vara säker bör fältbesök läggas till, och det finns inte utrymme för i denna studie, och därför är med stor sannolikhet resultaten från tvåhjulingar underskattade.

Det är också tydligt är att de allra flesta spår från motorfordon finns nedom kalfjället, i fjällbjörkskogen och fjällbarrskogen (icke produktiv barrskog, enligt NILS). Och framförallt där det byggs fjällhemman, dras ledningar, byggs vindkraftverk eller är någon sådan typ av exploatering, se figur 6 för exempel på områden med stark förändring.

En variabel som vi saknar vid sammanställning och analys är att kunna länka dem till typ av mark (skog, bebyggelse, fjällbjörkskog, kalfjäll, myr osv), och det ska vi göra i nästa del.

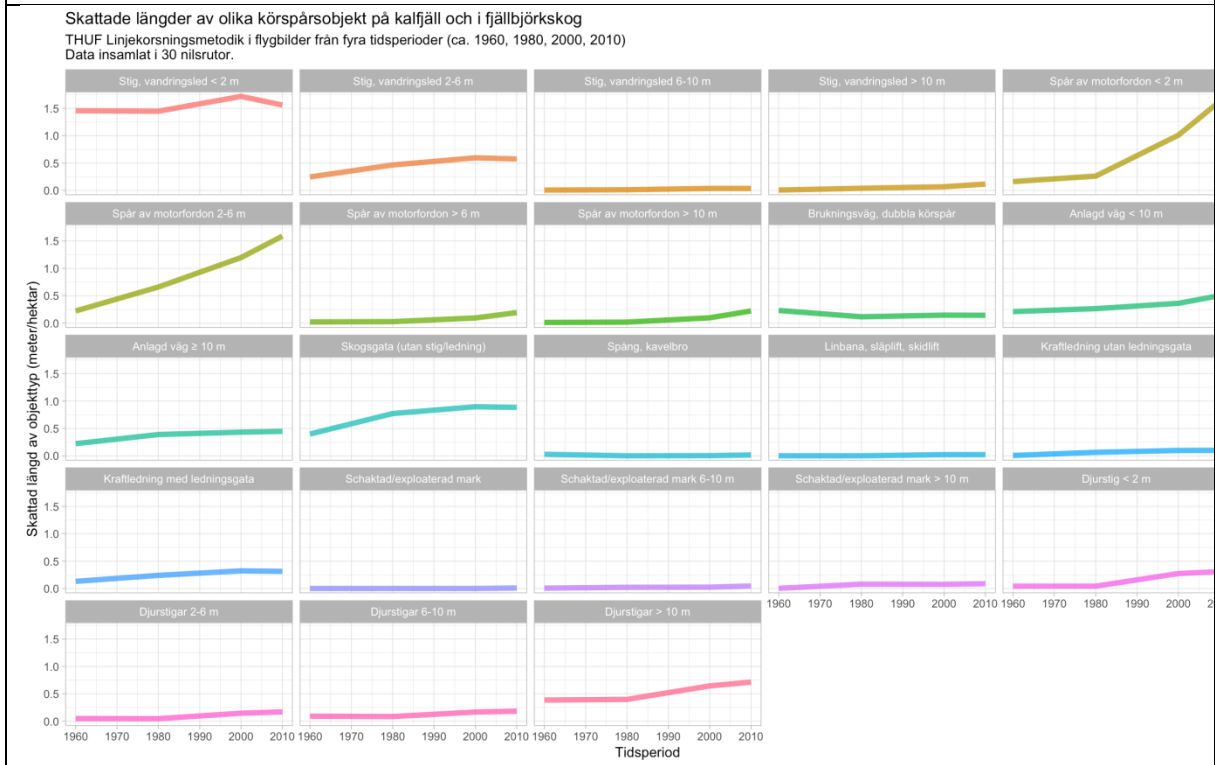
Djurstigarna bör tittas på igen, och vi redovisar inte dem i denna rapport. De syns relativt tydligt i de tidigaste bilderna, nästan inte alls i 1980-talsbilderna, men återigen relativt tydligt i de moderna bilderna. Speciellt om solens instrålning ligger på rätt håll för skuggning (bildexempel med träd visas i bilaga 1).

Tabell 3. Totalt antal punkter registrerade per tidsperiod.

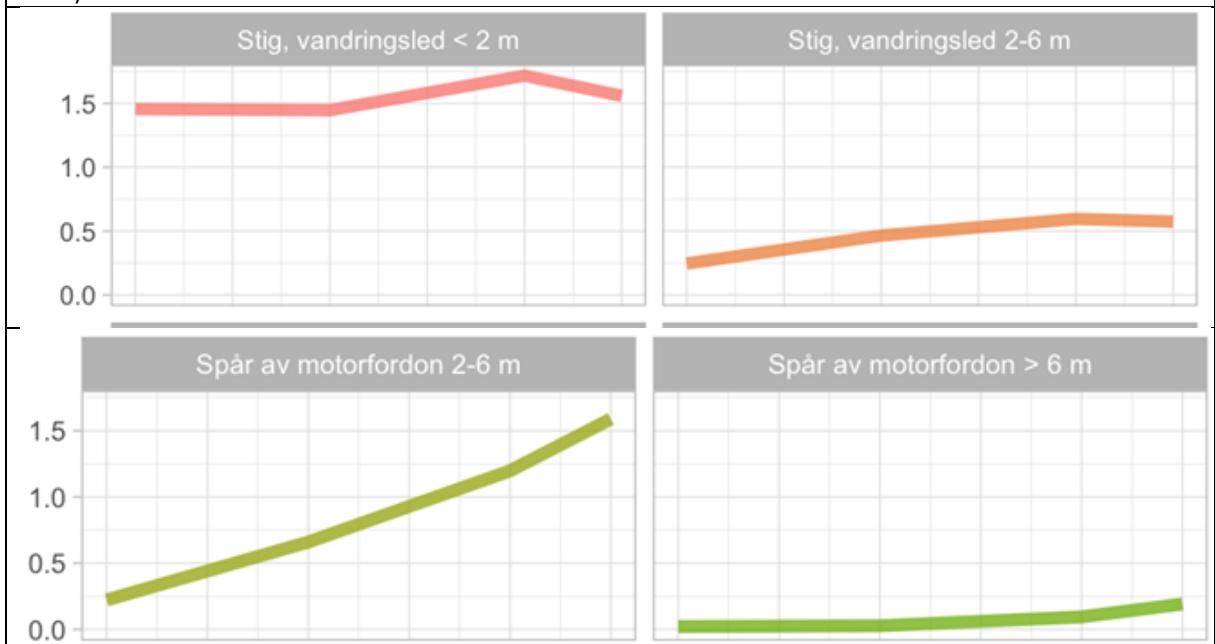
Tidsperiod	Totalt antal linjeobjekt
<i>1960-tal</i>	1294
<i>1980-tal</i>	1792
<i>2000-tal</i>	2772
<i>2010-tal</i>	3243

Vi har slagit ihop resultatet till ett antal kategorier, vilka visas i tabellerna 4-5, där skattade längder visas för de olika kategorierna av linjeobjekt, beräknade som meter per hektar.

Tabell 4. Skattade längder av olika typer av körspår från 4 tidsperioder, (ca 1960,1990,2000 och 2010).



Tabell 5. Vandringsleder och motorfordon, skattade längder från 4 tidsperioder, (ca 1960,1990,2000 och 2010).



Exempel på funna förändringar

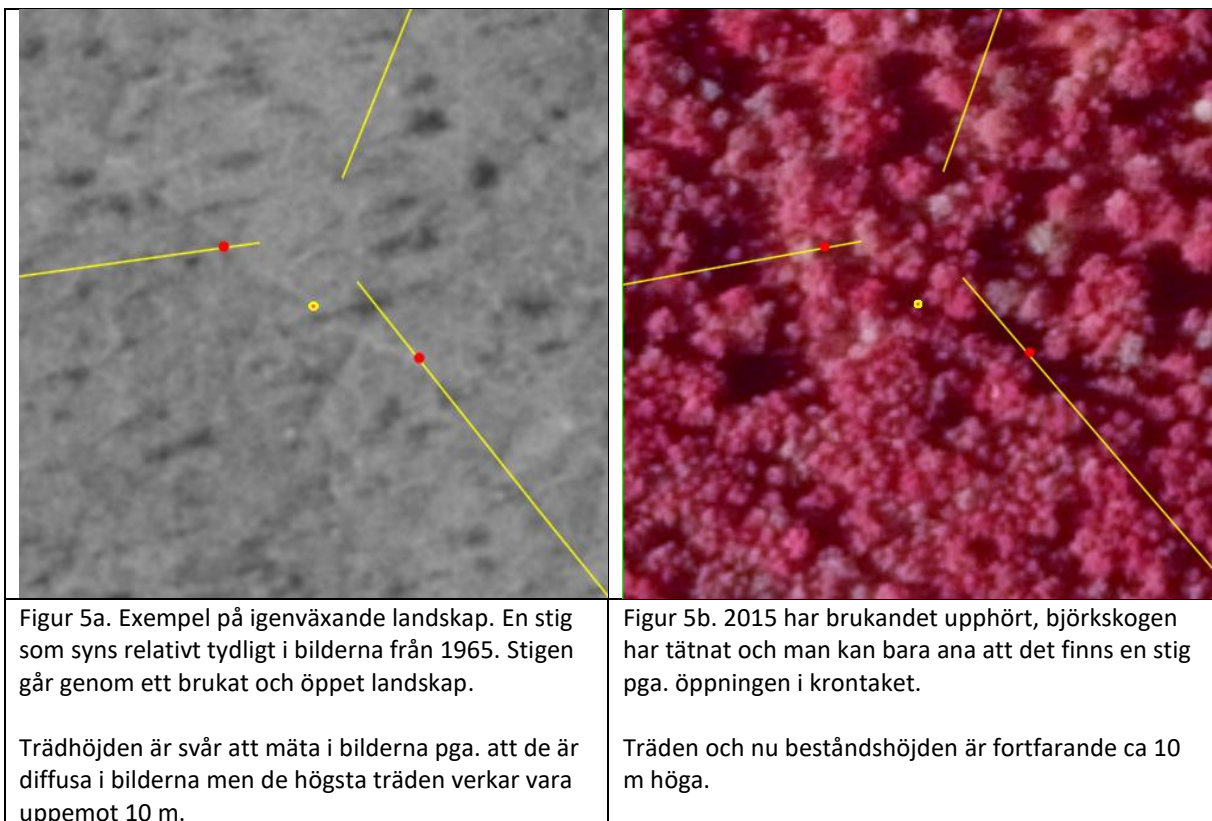
I bilderna ser man ibland att relativt stora förändringar skett under den tidsepok som inventerats, det har hänt en del på ca 60 år. De flesta större förändringarna beror på mänsklig markanvändning och påverkan, som antingen upphörd eller i andra fall tagit fart.

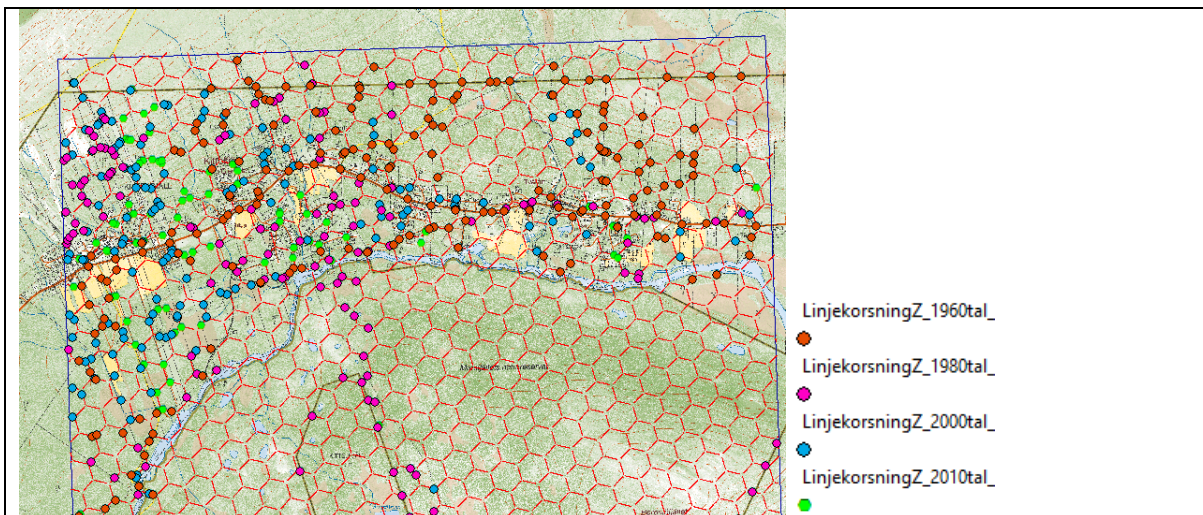
Generellt verkar fjällbjörkskogen tätat väsentligt, vilket också observerats i andra delar av SLU:s rapportering till Naturvårdsverket angående körspår, och att vissa delar av kalfjället har växt igen sedan 1960-talet, se exempel i figur 5a-b.

Figur 6 visar en annan typ av förändring, där en fjällby byggs ut, och det blir många, både körspår för byggnation, men också många körspår omkring, på grund av att folk bor och verkar i området. Området var bebott redan vid första tidsperioden, och många stigar och bredare vandringsleder fanns redan då. Någon av de många liftarna fanns också.

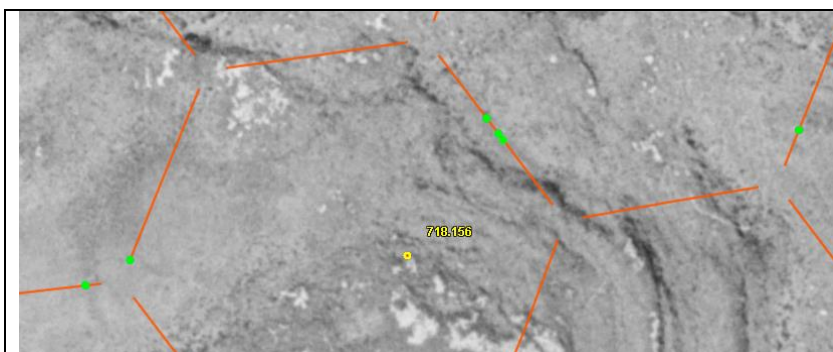
Ytterligare en annan typ av förändring är där forskning pågår, som i närheten av raketkjutfältet norr om Kiruna, där har nya körspår tagits upp och breddats med tiden, se figur 7.

Några områden har inte förändrats alls, det är vissa områden som ligger långt bortom leder, vägar eller bebyggelse, exempel på ett sådant lågalpint område visas i figur 8, men också högalpina områden där höjden och exponeringen gör att man är där, och om man varit där så syns inga spår.

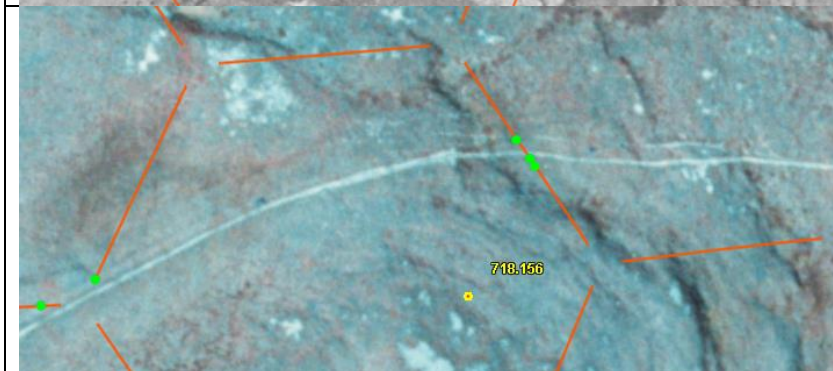




Figur 6. Exempel på område med stor ökning av körspår i närheten av en fjällby som byggs ut för turism.



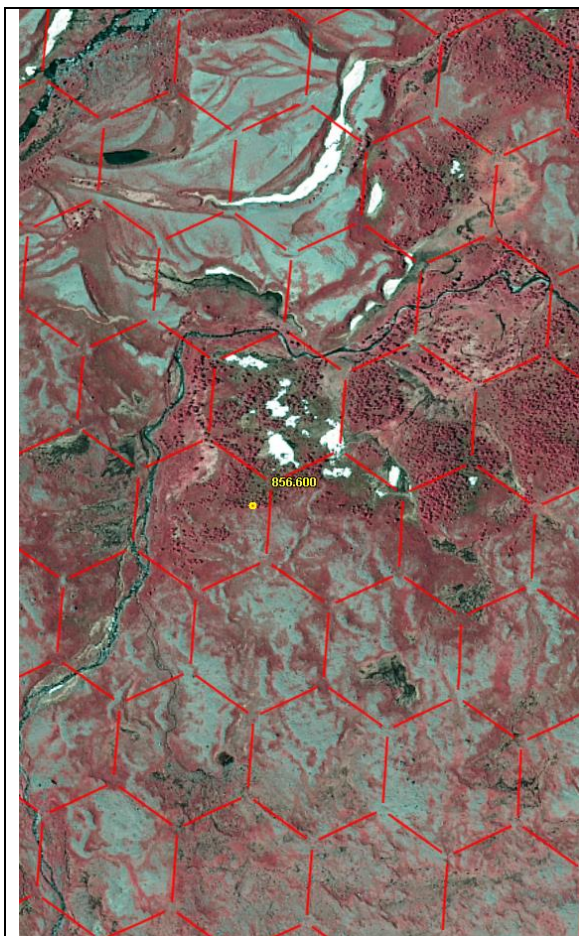
Figur 7a. Exempel på område med ökande körspår. En sandig mark utan större spår 1963.



Figur 7b. Vi har hoppat över 1980-talsbilderna, men år 2003 var det flera körspår utmed "leden" mot raketskjutfältet.



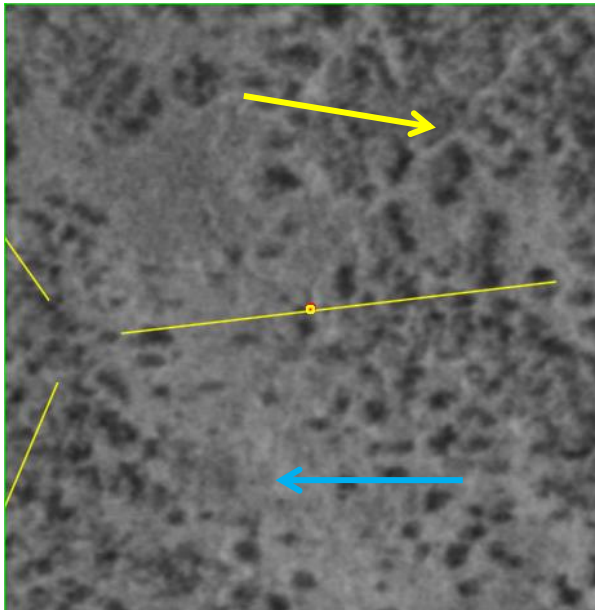
Figur 7c. år 2016 har breddats lite till.



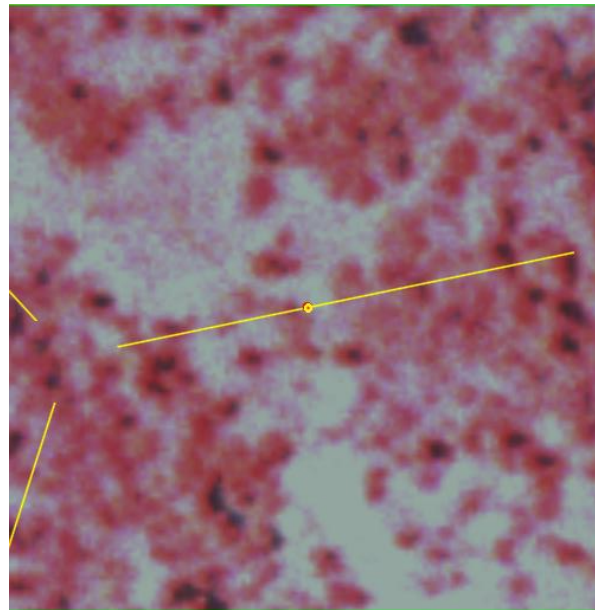
Figur 8. Exempel på område som inte har förändrats alls, inga linjekorsningspunkter registrerades under någon de fyra tidsperioderna. Ytan ligger i Bunnerfjällen, och har varken vägar eller vandringsleder eller bebyggelse nära.

Exempel finns på variation, inom samma område där det finns både ytor som växt igen och andra platser där träden försvunnit, exempel i figur 9a-d. Om detta beror på naturliga processer eller mänsklig påverkan är oklart.

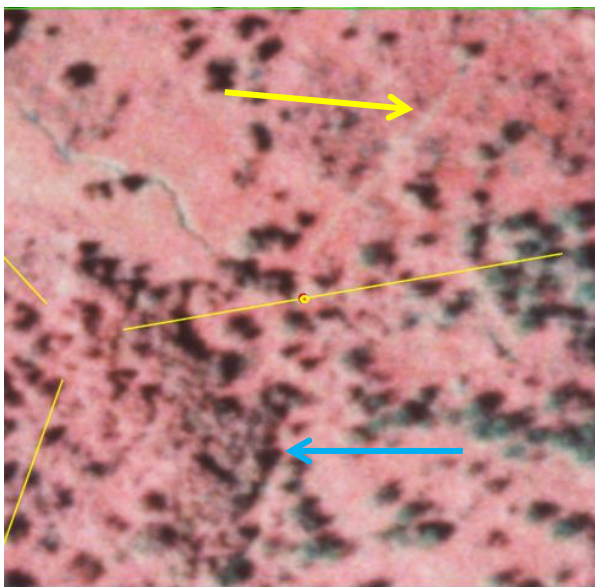
I andra fall är det uppenbart att förändringen beror på mänsklig påverkan. Vid bildtolkningen är man dock inte alltid säker på varför åtgärden gjorts, se exempel i figur 10a-d. I figur 11a-d finns ett exempel på tidigare betesmark som växt igen, och stora förändringar syns på grund av upphörd markanvändning.



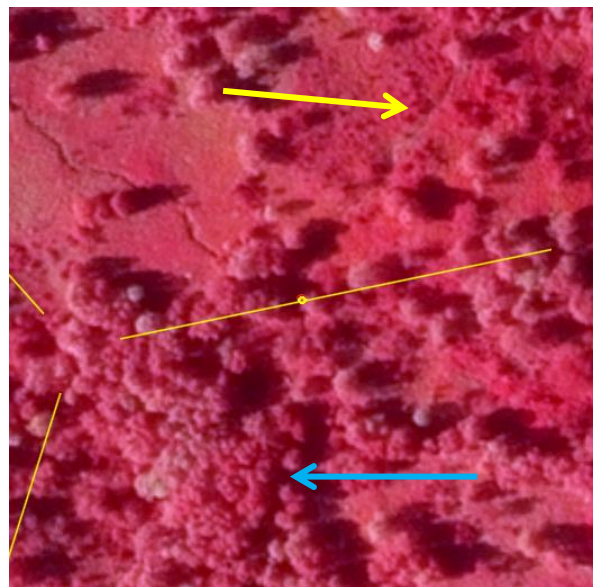
Figur 9a. I flygbilden från 1965 syns en stig som korsar inventeringslinjen vid den gula punkten och går uppåt mot höger in genom en ca 7-8 m hög björkskog (gul pil), Neråt i bilden går den i öppen mark vid den blå pilen.



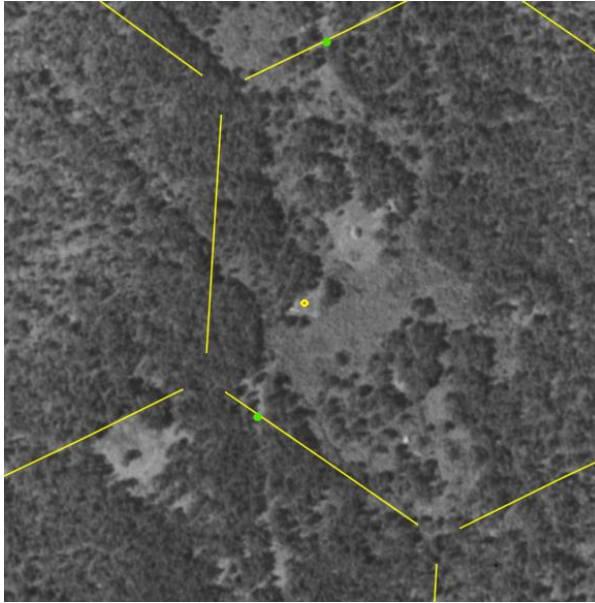
Figur 9b. Flygbilden från 1982 har mycket låg kvalitet och man kan bara ana stigen som ett ljus stråk genom bilden, bl.a. tack vare att man har de övriga bilderna som stöd.



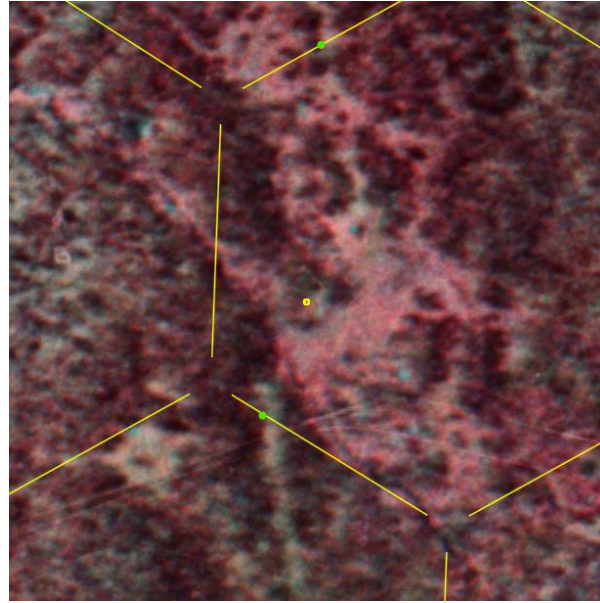
Figur 9c. I bilden från 2003 ser man att träden är borta vid den gula pilen och att det nu finns ett björkbestånd vid den blå pilen.



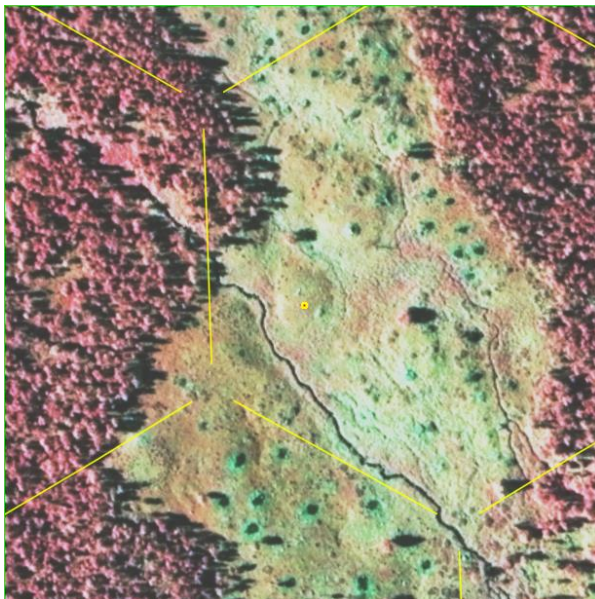
Figur 9d. 2015 är det fortfarande öppen mark vid den gula pilen och skogen har tätat ytterligare vid den blå pilen. Träden är nu ca 10 m höga vid den blå pilen.



Figur 10a. I flygbilderna från 1966 ser man en stig/led som passerar ett område som möjligen är en tidigare bosättning eller dyl. Björkskogen är ca 8 m hög.

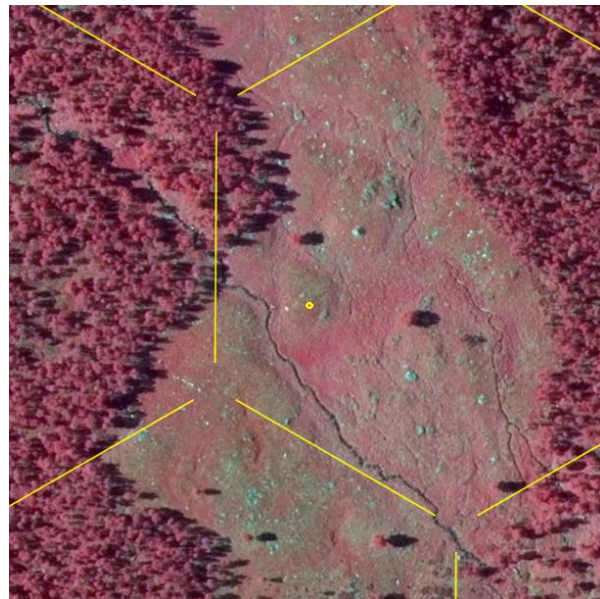


Figur 10b. Även 1976 får man samma intryck. Stigen syns fortfarande förbi det lillahuset centralt i bild..



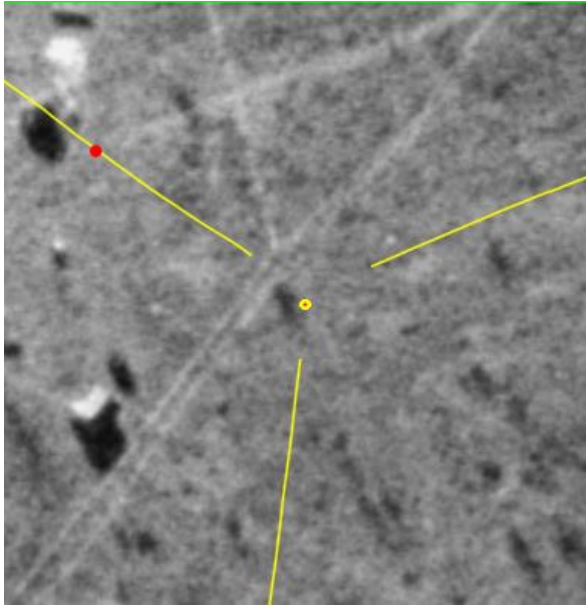
Figur 10c. År 2008 har man uppenbarligen huggit ner de flesta björkarna i området och området ser ut nästan som ett hygge,

De mörka punkterna (de som inte är skuggor) är antagligen rishögar eller möjligen fläckar med aska från bränning av ris. Ingen stig syns.

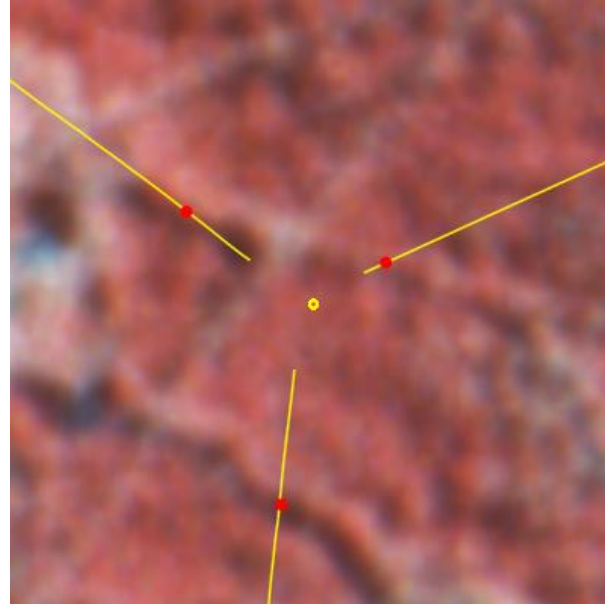


Figur 10d. I bilderna från 2015 syns inte längre de mörka fläckarna, de är bortplockade. Ingen stig syns. Björkskogen är ca 10 m hög, men inga buskar och ungträd har kommit upp.

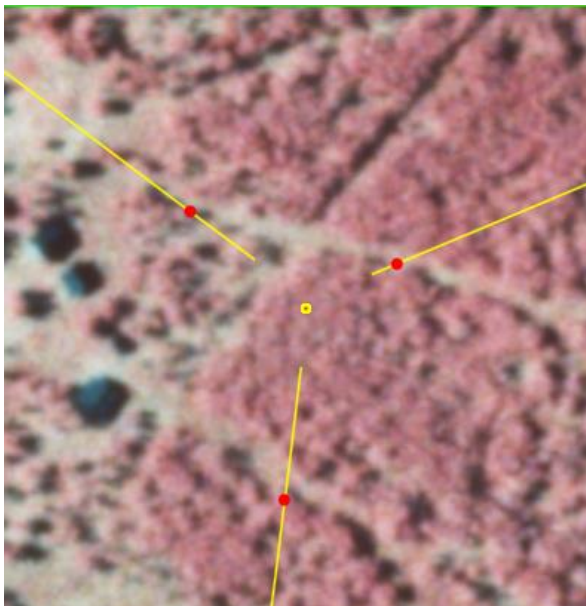
Området ligger inom Pieljekaise nationalpark.



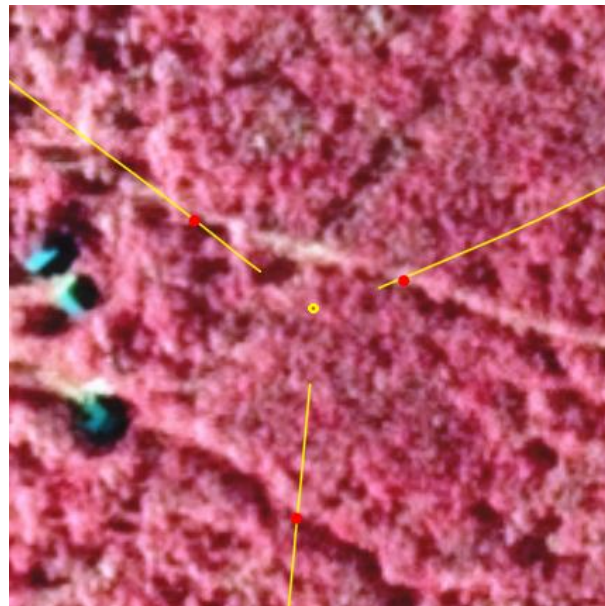
Figur 11a. 1958 är marken kring den gula punkten betesmark.



Figur 11b. 1987 har marken vuxit igen med björkskog. Det är lite svårt att bedöma både höjden och tätheten på skogen pga. bildkvaliteten, men de högsta träden verkar vara ca 7 m.



Figur 11c. 2003 är björkskogen ca 6-7 m.



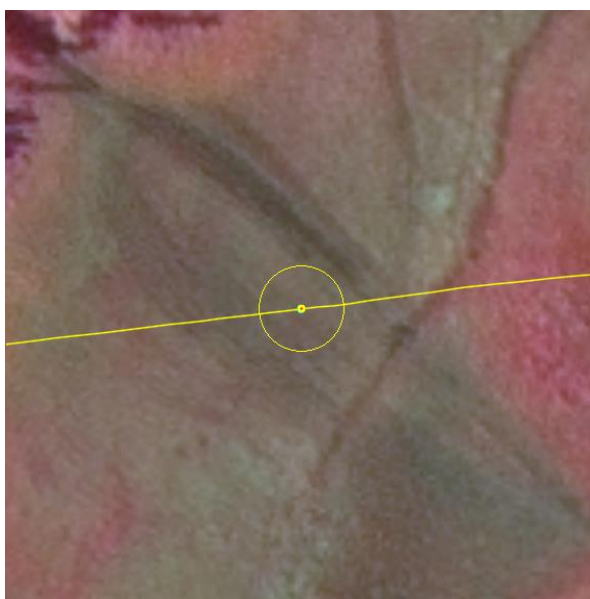
Figur 11d. 2016 ger ett liknande intryck som 2003. Inga stora förändringar har skett.

Diskussion

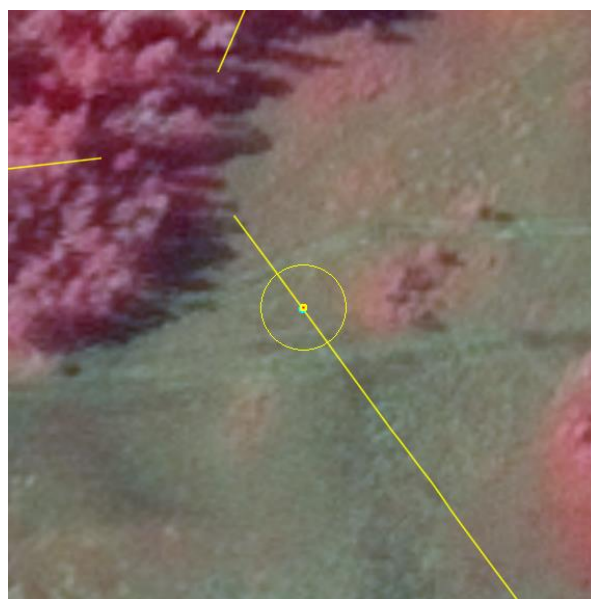
En uppgift att göra vid fortsättning är att sätta en marktillhörighet för varje punkt, så att resultaten kan beskrivas efter vart transportlederna befinner sig, då vi har observerat att det stora flertalet befinner sig nedan kalfjället. Eftersom vi använt oss av hela landskapsrutan på 5 x 5 km finns inte flygbildstolkade inventeringsdata för ytbjekt som kan matchas med punkterna. Framförallt så vill vi ha uppdelning i kalfjäll, fjällbjörkskog och den barrskog som räknas som icke-produktiv. När Nya Marktäckdata, NMD kommer för fjällen kan detta vara ett alternativ för klasstillhörighet.

Klassificeringssystemet för linjekorsningspunkterna innebär att man ska betrakta en led som delar upp sig i flera spår, som ett brett spår på en enda led, introducerar ibland tveksamheter vid karteringen av korsningspunkterna – och i förlängningen vid analysen av dem. Här finns en utvecklingspotential av analysen, där dessa breda spår sätts till en schablon av antal/längd per hektar av spåren. Exempel på sådana körspårsområden, med klasstillhörighet > 10 m visas i figur 12 a-b. I figuren 12a syns ett område med körspår över en myr, där man kört vid sidan av tidigare spår, för att inte riva upp för mycket per körning, och mer än 6 spår är synliga, men linjekorsningsinventeringen sätter då en punkt, med den bredaste klasstillhörigheten. Figuren 12b, å andra sidan visar två spår över en annan myr, där man också kan bedöma dem som tillhörande samma ledsträcka, med 10 meters mellanrum, vilket ligger under klassificeringssystemets definition för att separera spåren. På så vis betyder dessa två punkter helt olika antal spår, och ger olika längd per hektar i skattningar. Även djurstigar omfattas av denna aspekt, de förekommer ofta som en stor mängd smala stigar sida vid sida, och som med nuvarande karteringssystem sätts som exempelvis tre punkter med klasstillhörigheten > 10 m brett område. Figuren 13 visar hur man måste gruppera spåren efter hur man bedömer att de tillhör olika sträckningar av spår, i ett område med multipla körspår, som verkar vara av två huvudsträckningar, men blandar sig ute på den öppna myrytan.

Ett alternativ är att överväga att istället för nuvarande princip kartera varje stig/körspår och hellre ha en glesare hexagongrid om tidsåtgången skulle bli för stor. Men troligen skulle inte karteringstiden öka speciellt mycket eftersom man med nuvarande instruktion ibland måste kontrollera avstånden mellan spåren och vart de tar vägen.



Figur 12a. Ett brett (> 10 m) påverkat område med flera körspår mer eller mindre över hela den påverkade zonen. Cirkelns diameter = 10 m.



Figur 12b. Här delar sig leden tillfälligt i två separata körspår som ligger ca 10 m från varandra. Denna korsningspunkt får samma klass som i bilden till vänster.



Figur 13. Exempel på myrmark med flera körspår av olika synlighet. Nuvarande klassificeringssystem gör att det inte alltid är enkelt att avgöra vilka spår som ska registreras. I exemplet har två punkter registrerats, vilka visas som röda punkter på en inventeringslinje i gult relativt tvärs genom bilden. Den vänstra punkten har fått klassificeringen *Spår av motorfordon > 10 m* och den högra punkten *Spår av motorfordon 2-6 m*. Det finns möjlighet att visa vilka spår som är tydliga och vilka som är diffusa (och kanske är på väg att växa igen). Båda punkterna har klassats som tydliga. Flera diffusa spår finns i området, t.ex. vid de gula pilarna, men dessa har ansetts höra till antingen den vänstra eller högra leden (vilket kan diskuteras, då det inte alltid är helt lätt att se vart de tar vägen inne bland träden). Stora cirkelns diameter = 10 m.

Referenser

- Allard, A. & Åkerholm, M. 2014. Inventering av linjära element i Västerbotten fjäll. Arbetsrapport från SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.
- Allard, A. (red.). 2012. [Instruktion för flygbildsinventeringen vid Nationell Inventering av Landskapet i Sverige, NILS 2007.](#)
- Allard, A. & Gardfjell, H. 2009. Inventering av linjära element i de jämtländska fjällen, Arbetsrapport NILS, <http://www.slu.se/nils>
- Allard A., Löfgren P., Sundquist S., 2004. Skador på mark och vegetation i de svenska fjällen till följd av barmarkskörning, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå, Arbetsrapport 126, <http://www.slu.se/nils>
- Forsman, H., Hagner, Å., Gardfjell, H & Adler, S. 2014. Habitat Inventory by Aerial Photo Interpretation in MOTH – Terrestrial and Seashore Inventory. Rapport från SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.

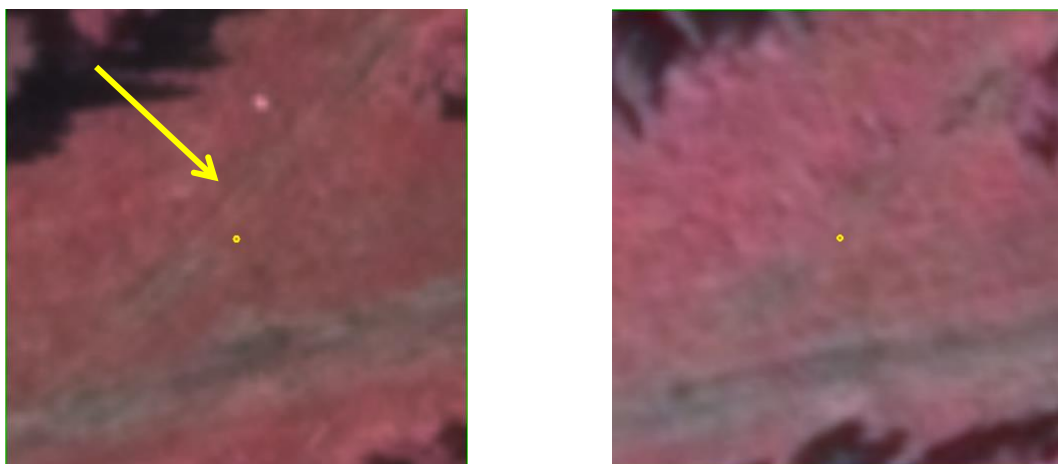
Bilaga 1

Flygbilder - olika år och olika upplösning

Här följer en diskussion kring svårigheter med olika bildmaterial och olika upplösningar, samt andra naturligt förekommande fenomen att tänka på vid en linjekorsningsinventering.

Olika tidsperioder innebär olika egenskaper hos flygbilderna, vilket har viss bäring på jämförelsen, figur 1:2 visar en bildserie. 1960-talsbilderna är svartvita bilder fotograferade från "normalhöjd", ca 4 600 m. 1980-talsbilderna över fjällen är IR-färgbilder (IRF) från "höghöjd", ca 9 200 m., vilket resulterar i Bilderna från 2000-talet (NILS varv 1, fotograferade mellan 2002 och 2009) är IR-färgbilder, fotograferade från normalhöjd, vanligen med analog kamera som sedan skannats till digitalt format, normalhöjdsbilderna från ca 4 600 m får bildskalan ca 1:30 000. Från 2007 förekommer digitalt registrerade bilder, vilka 2008 övergår till helt digitalt registrerade. De digitala kamerorna består av flera hopmonterade kameror (bl.a. för att täcka större områden). "Kamerapaketen" har 4 kameror som registrerar pankromatiska (svartvita) bilder med hög upplösning och 4 kameror där varje kamera enbart registrerar endera röd, grön, blå respektive infraröd strålning med lägre upplösning.

Över fjällen har de digitala bilderna markpixelstorlek på ca 0,5 m (storleken på marken på minsta bildelement), vilket ungefär motsvarar upplösningen i de analoga bilderna från normalhöjd. Upplösningen åstadkoms via att man skärper upp färginformationen i bilderna med en pankromatisk (bättre upplösning) så kallad "panskärpning", vilket kan ske på olika vis och därmed också ge lite olika möjligheter till avbildning av körspår, figur 1:2 visar en sådan process. I figur 1:1 ses två olika varianter av kamera, DMC och Vexcel, som har olika pixelstorlek på just färginformationen (innan panskärpningen), 2 m, respektive 1,5 m, utöver vissa skillnader i hur färger återges. För just körspåren i vår inventering syns därmed bilden från Vexcel-kameran något skarpare än samma spår från DMC-kameran, trots att bägge har samma markupplösning efter att ha genomgått panskärpning.



Figur 1:1. Exempel på hur ett körspår avbildas i bilder från olika kameror. Den vänstra bilden är fotograferad med Vexcel-kamera (Ultracam Eagle, UCE), och den högra fotograferad med DMC-kamera (Zeiss/Intergraph DMC). Bilderna är fotograferade med tre dagars mellanrum. Man kan se att Vexcel-bilden upplevs som något skarpare trots att den angivna markpixelns storlek är densamma (ca 48 cm).



Figur 1:2a. Exempel på hur färgbilden ser ut innan "panskärpningen". Foto: Lantmäteriet 2005.



Figur 1:2b. Den högupplösta pankromatiska bilden som används vid panskärpningen. Det är pixelstorleken i denna bild som brukar anges som måttet på bildens upplösning. Foto: Lantmäteriet 2005.

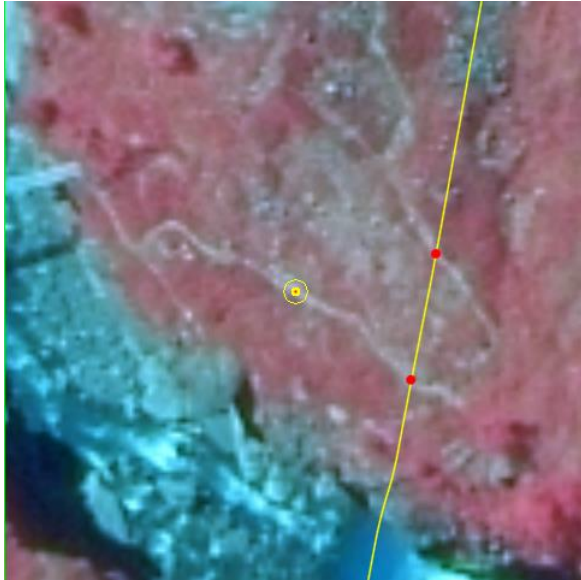


Figur 1:2c. Exempel på panskärpt färgbild där bilderna ovan har kombinerats. Exemplet är fotograferat med Z/I DMC. Foto: Lantmäteriet 2005.

Samma teknik används för att framställa IR-färgbilder.

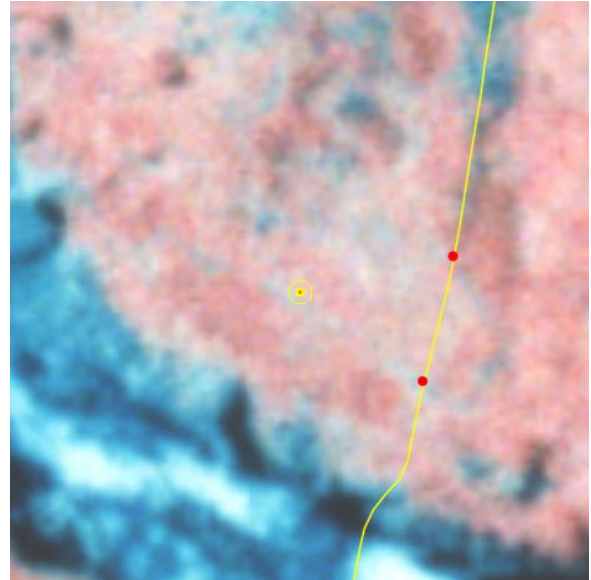
Exempel på klassen Stig vandringsled

Stigar och vandringsleder kan ibland vara svåra att skilja från djurstigar eller körspår. Vissa transportleder är också en kombination. Vid tolkningen får man ofta välja den klass som man tycker är mest sannolik. I figur 1:3a-b finns ett ganska tydligt exempel på en stig/vandringsled.



Figur 1:3 a. Exempel på när det är relativt enkelt att se att stigen är en vandringsled och inte en djurstig. Man kan bl.a. se en bro vid vänster bildkant. Här är en stig klassad som *Stig, vandringsled* < 2 m.

Diameter på cirkeln = 2 m.

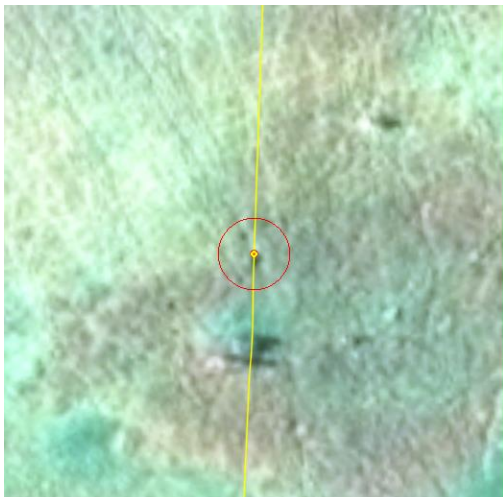


Figur 1:3 a. Stigen är inte lika tydlig i bilden från 2000-talet och skulle kunna missas om man inte även haft tillgång till bilden från 2010-talet.

(Att inventeringslinjen ser krokig ut i bilden beror på att terrängen är kuperad och att bilden inte är ett ortofoto utan en flygbild som har varierande bildskala beroende på kuperingen.)

Exempel på klassen Djurstigar

Många stigar som syns i flygbilderna har klassats som djurstigar. Hur stigar som syns i bilderna uppkommit är inte alltid lätt att veta. I vissa fall kan man se en mängd smala stigar som går mer eller mindre parallellt eller ibland sprider sig som en solfjäder. Dessa har oftast blivit klassade som djurstigar. Exempel finns i figur 1:4



Figur 1:4. Exempel på en punkt som tolkats som *Djurstigar* > 10 m, *Flera objekt*.

Cirkelns diameter = 10 meter.

Exempel på klassen Spår av motorfordon

De flesta spåren från fordon av typen fyrhjulingar har en bredd strax under 2 meter. I exemplet nedan finns några spår över en myr. Spår över myrmark och annan blöt eller fuktig mark blir oftast mörka, se figur 1:5.



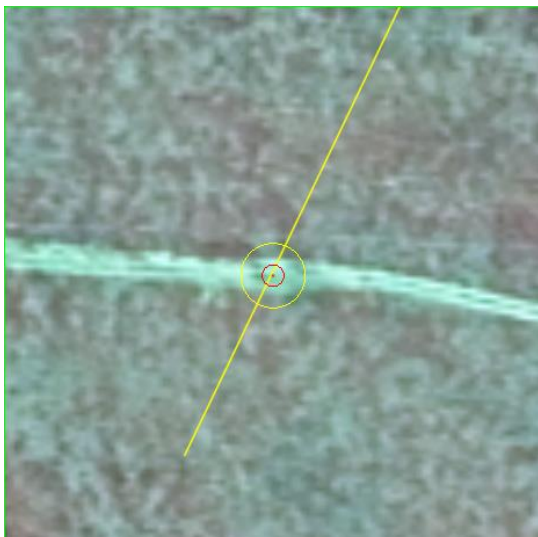
Figur 1:5. Exempel på klass *Spår av motorfordon < 2 m*.

Det högra spåret har tydlighetsklass = 1 *Tydlig*. Det vänstra spåret är ett gränsfall vid korsningspunkten och övergår till 2 *Diffus* mot bildkanten.

Diameter på gula cirkeln = 2 m.

Exempel på körspår över en myr där spåren blir mörka beroende på att endera vatten eller mörk humus syns i spåren.

Om man har kört så att flera spår bildats men så tätt att de i bilderna flyter ihop till ett enda spår används någon av de bredare klasserna. I figur 1:6 finns ett typexempel på *Spår av motorfordon 2-6 m* och *Typ = 1 Ett objekt*.



Figur 1:6. Exempel på klass 6 *Spår av motorfordon 2-6 m*.

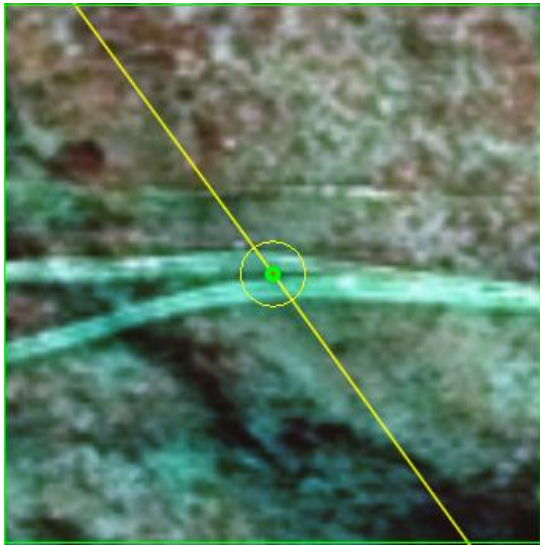
Typ = 1 *Ett objekt*

Diameter på gula cirkeln = 6 m.

Exempel på körspår med blottad mineraljord som gör att spåren blir mycket ljusa.

Detta spår är på gränsen till en brukningsväg. Skillnaden mellan körspår och brukningsvägar är många gånger svåra att avgöra i flygbilder.

Om leden tillfälligt delar sig så att det bildas en vegetationsremsa mellan spåren används *Typ = 2 Flera objekt*. Exempel visas i figurerna 1:7 och 1:8

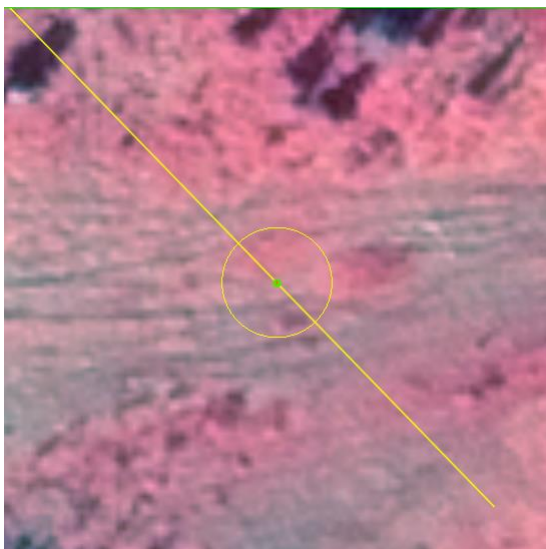


Figur 1:7. Exempel på klass 6 *Spår av motorfordon 2-6 m*.

Typ = 2 Flera objekt

Diameter på gula cirkeln = 6 m.

Även här blottad mineraljord som gör att spåren blir mycket ljusa.



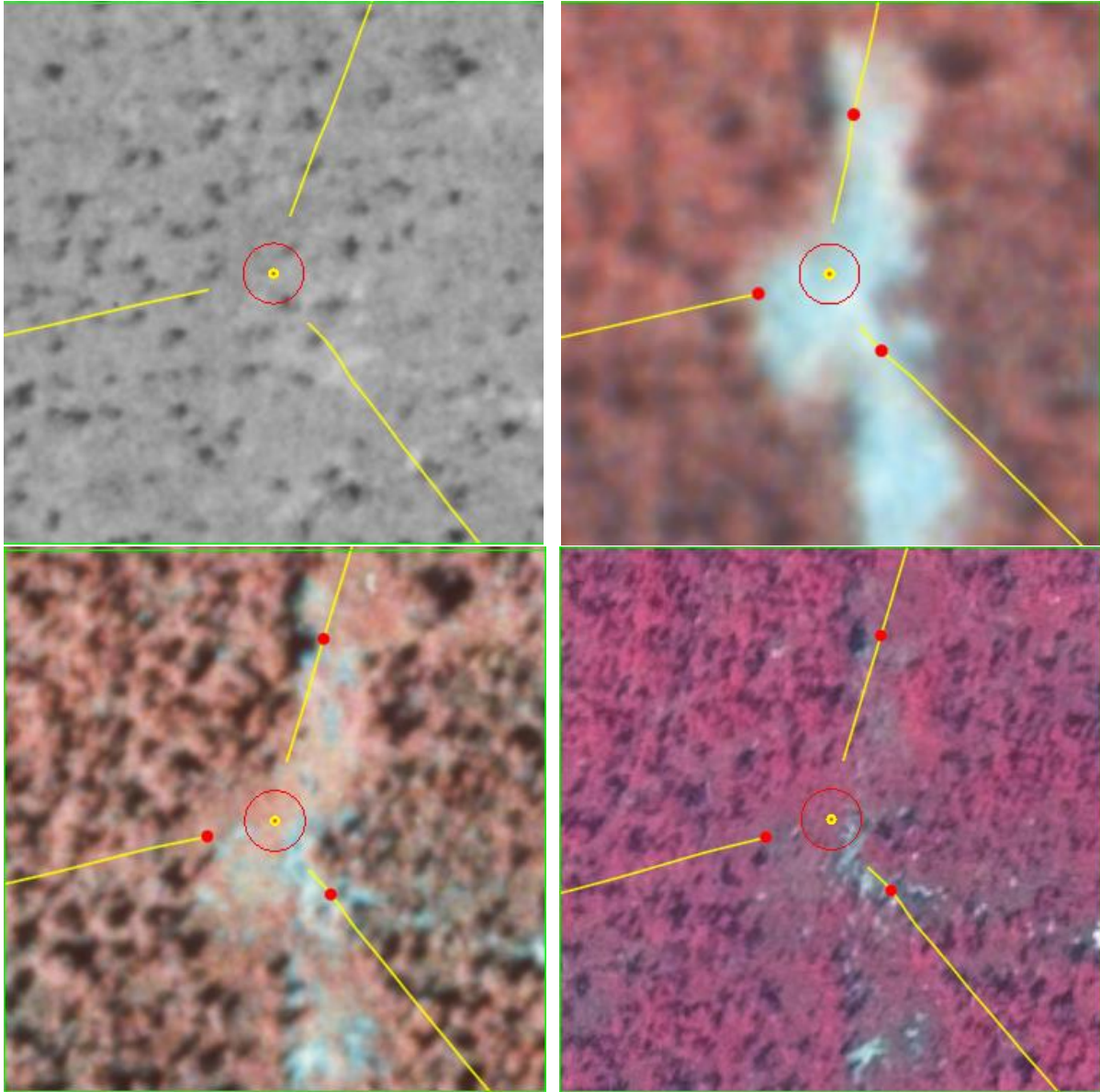
Figur 1:8. Exempel på klass 6 *Spår av motorfordon > 10 m*.

Typ = 2 Flera objekt

Diameter på gula cirkeln = 10 m.

Exempel på klassen Schaktad/exploaterad mark

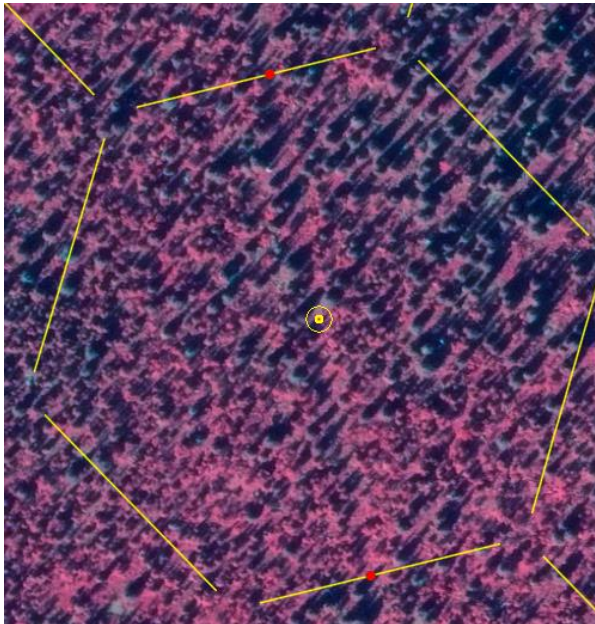
Schaktad eller exploaterad mark med begynnande igenväxning är inte alltid enkel att se i bilderna. Tack vare tillgången till de äldre bilderna har det i vissa fall varit enkelt att identifiera denna typ av mark. Figur 1:9 visar på en schaktning, kanske prospektering efter mineral, som utförts innan bilderna för 1980-talet togs, och som sedan sakta växer igen.



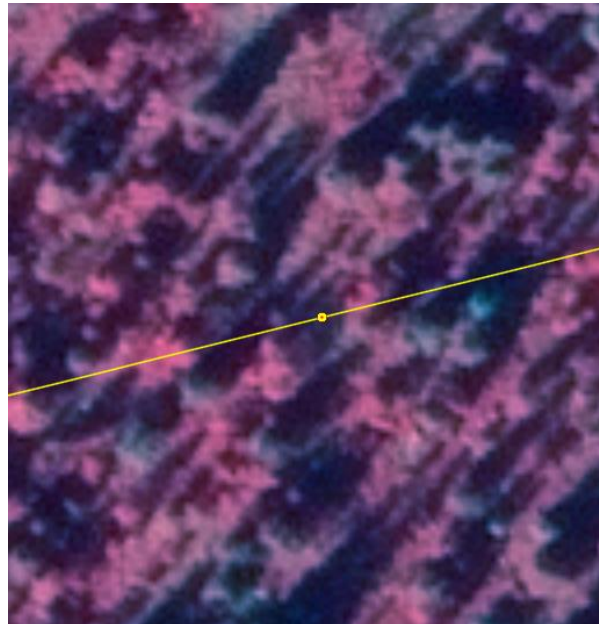
Figur 1:9. Exempel på klassen *Schaktad/exploaterad mark*. Nyligen schaktat 1980 och sedan gradvis igenväxning.

Exempel på klassen Skogsgata

Klassen *Skogsgata* (utan stig/ledning) har använts i de fall man ser en tydlig upphuggen gata i trädbevuxen mark, men man kan inte se något spår på marken. Anledningen till detta är att vi antagit att dessa gator ofta används för transporter, antingen till fots eller med någon typ av fordon. I vissa fall är också dessa gator svårbedömda eftersom de kan vara beskuggade. Kan man se spår på marken eller om det finns en ledning har dessa klasser företräde.



Figur 1:10a. Exempel på klassen *Skogsgata* (utan stig/ledning). I detta fall en upphuggen fastighetsgräns. I flygbilden kan man inte se någon markstörning, se förstora bild till höger.

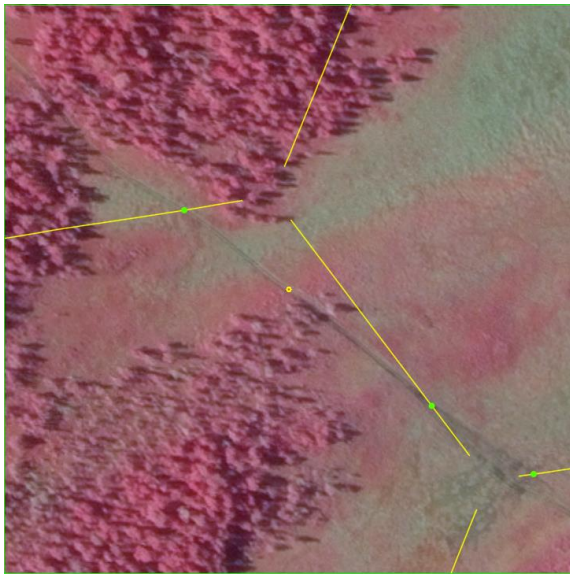


Figur 1:10b. Ingen markstörning syns i den upphuggna fastighetsgränsen. Skuggor försvårar i viss mån bedömningen. Detta är den övre punkten i bilden till vänster.

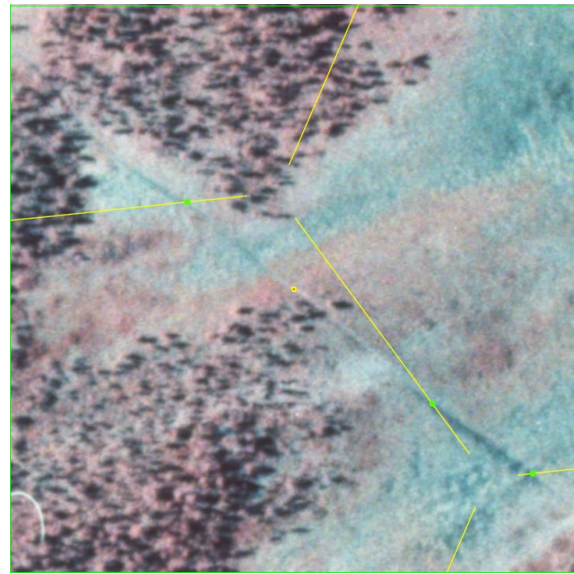
Olika tidsperioder – olika bildkvalitet

Den tekniska utvecklingen har medfört att flygbildernas egenskaper har ändrats under den tidsperiod som denna undersökning behandlar, vilket beskrivits tidigare. Tydliga objekt syns i alla bildmaterialen medan små diffusa objekt kanske inte syns alls i bilderna med lägst upplösning (1980-talet).

Om ett objekt är tydligt i ett av bildmaterialen kan man ofta se att det bör finnas även i ett annat även om det är då är otydligt. I nedanstående exempel är ett körspår mycket tydligt de senare åren, relativt tydligt på 1960-talet men mycket otydligt på 1980-talet. Det har ibland varit så att tolkningen i 80-talsbilderna mer varit en bedömning av sannolikheten att objektet existerar än att det egentligen syns i bilderna. I figur 1:11a-d finns ett exempel på när man bara till nöds kan ana att ett körspår finns 1980. Eftersom man kan se spåret både 1968 och 2003 är dock bedömningen att det borde finnas även 1980.

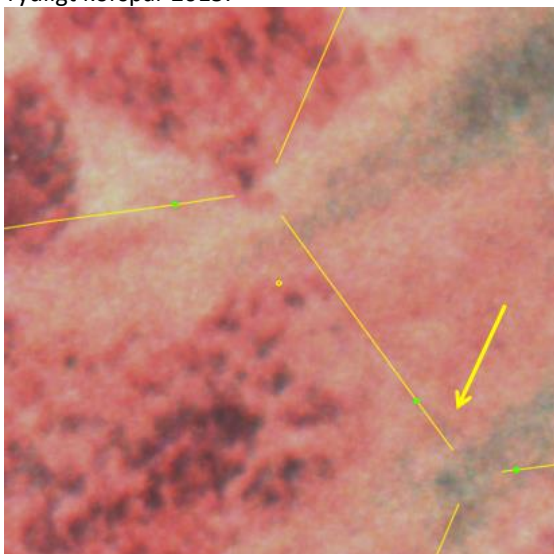


Figur 1:11a. Exempel på ett antal linjekorsningar som registrerats i samtliga årsskikt (gröna punkter).

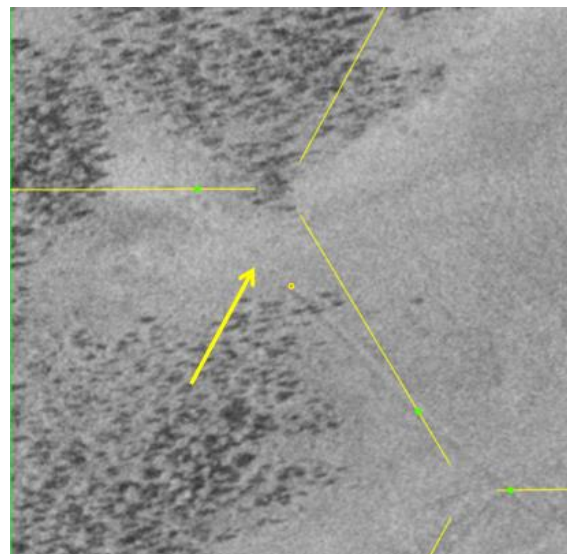


Figur 1:11b. Tydligt körspår även 2003.

Tydligt körspår 2015.



Figur 1:11c. Tolkat som att det finns även 1980 trots att det nästan inte syns i flygbilden. Antydning till spår finns t.ex. vid pilen.

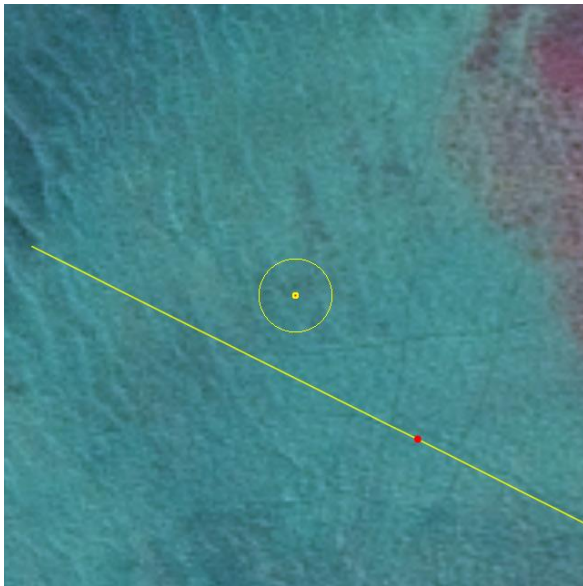


Figur 1:11d. Objektet syns även i bilden från 1968 nedan aningen otydligare vid pilen, vilket ökar sannolikheten att det finns även 1980.

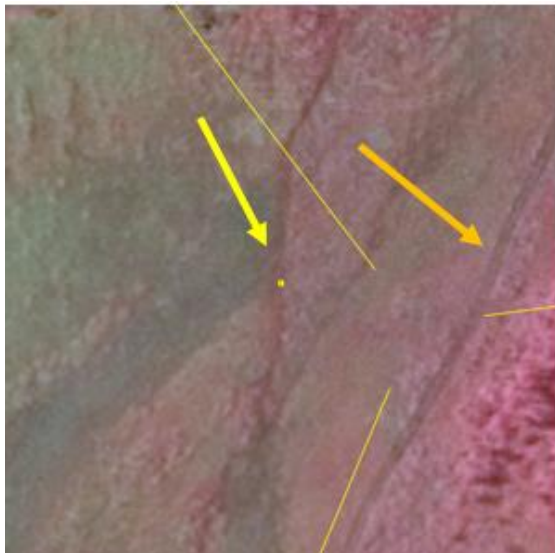
Exempel på tolkningsproblem

Vissa naturliga företeelser kan ibland vara svåra att skilja från stigar eller körspår. Vid tolkningen måste man vara medveten om dessa "fällor". Dels att naturen ibland uppvisar linjära strukturer, som kan misstolkas som stigar, i figur 1:12 syns linjära strukturer i myr som vid första anblick kan se ut som djurstigar. I bilden finns visserligen djurstigar men de löper från nedre mitten och upp mot vänster i bilden.

Figur 1:13 visar på skillnaden mellan körspår och dråg av rinnande vatten genom en myr, dessa dråg kan se ut som en effekt av körspår, men det krävs att det finns spår som "bevisar" att man kört till och från, och att det blivit en vattenväg som inte fanns förut. I detta fall finns inga tillfarter och dråget finns i alla tidsperioder.

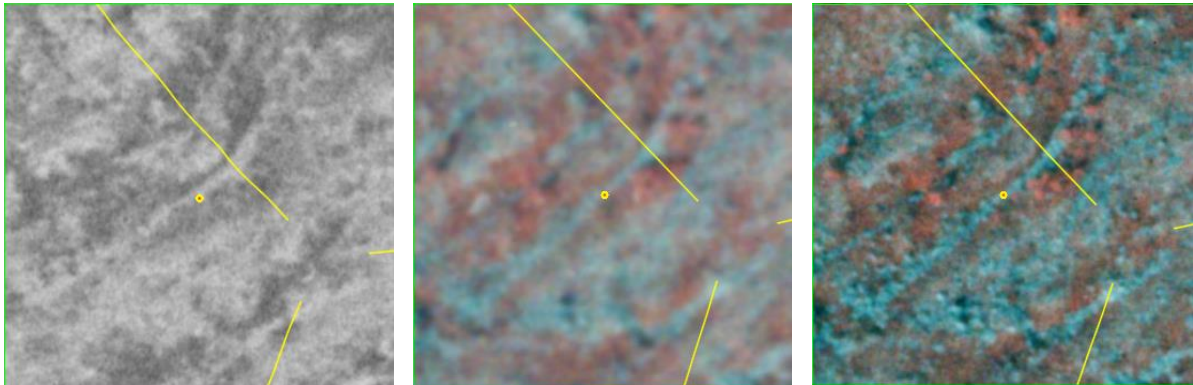


Figur 1:12. Viss struktur på myrmark kan ibland få liknande utseende som stigar eller körspår. "Spåret" vid pilen är bedömt som en naturlig företeelse medan den röda punkten är tolkad som *Djurstigar* 6-10 m, flera objekt (gränsfall till > 10 m).

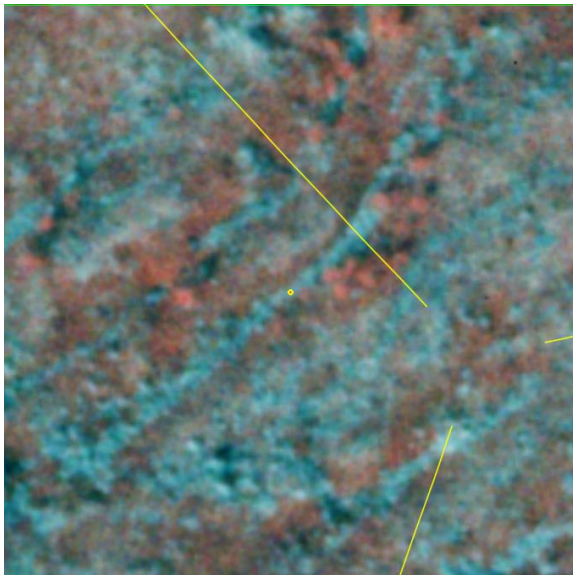


Figur 1:13. Ett dråg går genom en myr, samt ett körspår. Dråget vid den gula pilen är både tydligt och ganska rakt, och påminner lite om ett igenväxande körspår eller en bred stig. Den orangea pilen till höger visar ett nytillkommet körspår.

Ibland kan stensträngar eller andra markförhållanden se ut som om det vore stigar, speciellt i de bilder man har i lägre upplösning. Figur 1:14 får illustrera sådana naturfenomen,.



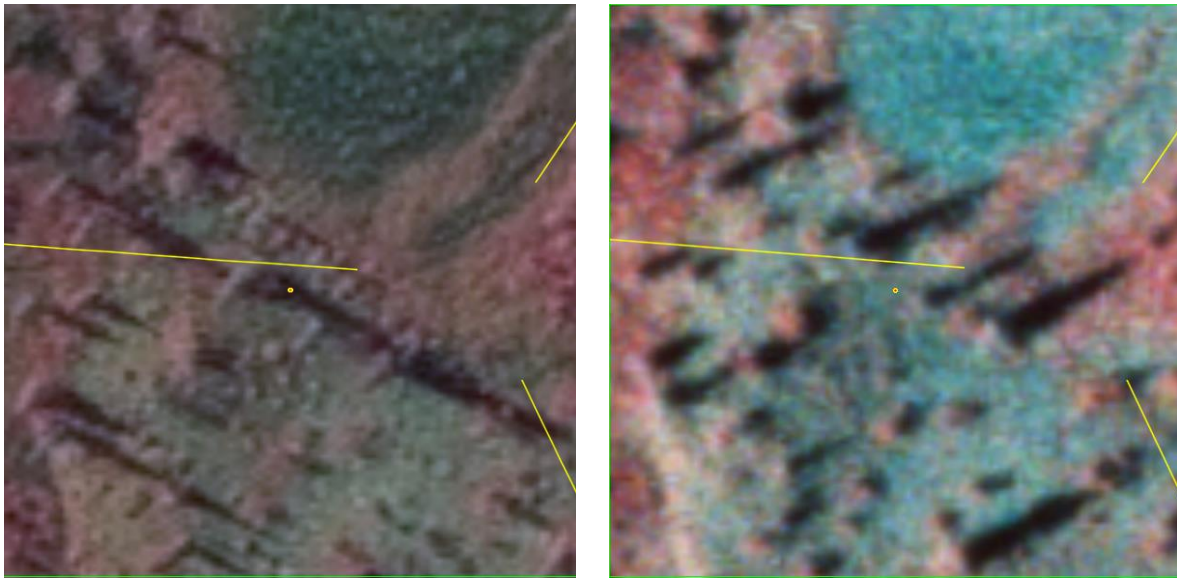
Figur 1:14. Stensträngar kan vid första anblicken se ut som stigar i flygbilderna, särskilt i bilderna med lägre upplösning. Den vänstra bilden är från 1960-talet, den mittere från 1980-talet och den högra är en modern bild från 2010-talet.



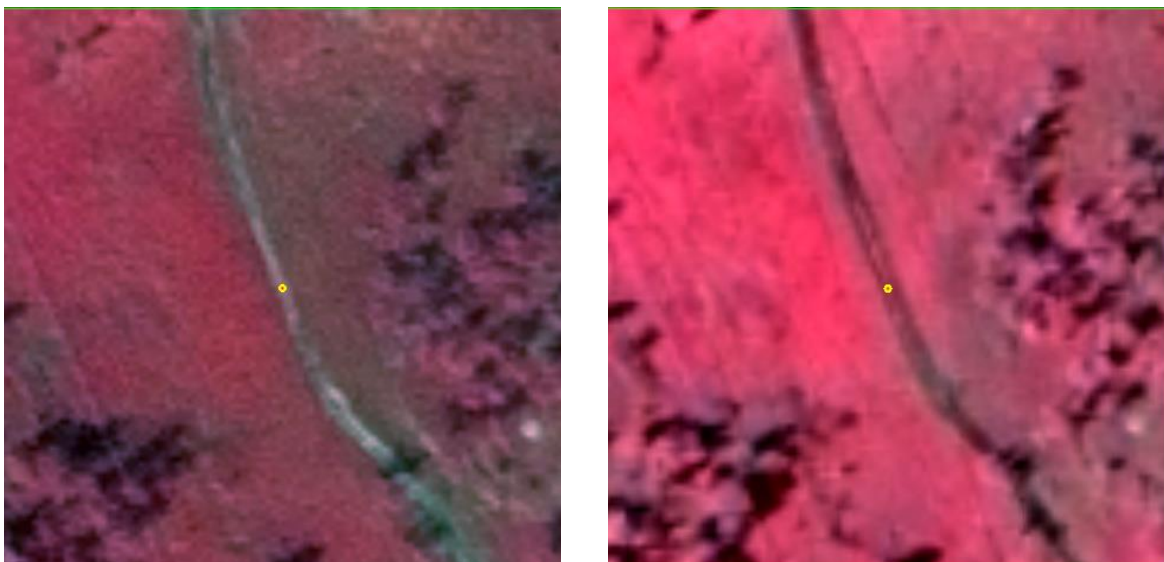
Figur 1:15. Samma utsnitt som den högra bilden i figur 1:14. Vid större inzoomning i den mer högupplösta bilden ser man att det inte är en stig, utan en stensträng som sticker upp aningen ur marken (kanske 10-20 cm).

Tillfälliga fenomen kan ibland uppträda i bilderna som kan misstolkas. Skuggor och vinklar av skuggor kan av ögat uppfattas som linjära element, där får figur 1:16 a-b. Detta är ännu mer uppenbart i skogsmiljöer, särskilt relativt glesa. Där ögat letar efter linjer, uppträder ibland en räkka av skuggor som en möjlig transportled (stig eller annan smal led).

Samma stig/körspår, som utan att ha förändrats, kan ha olika utseende beroende på olika markfuktighet mellan åren. Figur 1:17 visar på ett dubbelt körspår som inte förändrats, men är torrt i den ena bilden och blött eller fuktigt i den andra, vilket ger mycket olika intryck.



Figur 1:16. Ett antal trädskuggor sammanfaller så att de nästan ser ut som ett vattenmättat körspår. I den vänstra bilden. I bilden till höger, tagen några år innan, ser man att det är de långa skuggorna från flera träd, som verkar vara en obruten linje.



Figur 1:17. Stigar och körspår kan avbildas både som mörka eller ljusa linjära objekt i bilderna. Detta beror på om det är mineraljord eller vatten alternativt fuktig vegetation eller humus i spåret. Här är spåret mörkt i högra bilden och delvis ljust i den vänstra.