

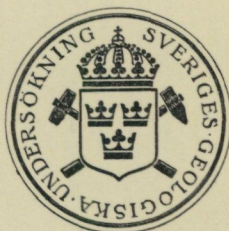
LEIF WASTENSON

KARTERING AV BERGHÄLLAR
MED HJÄLP AV FLYGBILDSTOLKNING
EN METODSTUDIE

MED TRE PLANSCHER

SUMMARY:

MAPPING OF BEDROCK OUTCROPS BY AERIAL
PHOTO INTERPRETATION. A METHODOLOGICAL STUDY



STOCKHOLM 1966

LEIF WASTENSON

KARTERING AV BERGHÄLLAR
MED HJÄLP AV FLYGBILDSTOLKNING

EN METODSTUDIE

SUMMARY:
MAPPING OF BEDROCK OUTCROPS
BY AERIAL PHOTO INTERPRETATION.
A METHODOLOGICAL STUDY

MED 3 PLANSCHER

STOCKHOLM 1966

INNEHÅLL

Abstract	2
Förord	3
Inledning	3
Grundvalen för identifikation av berghällar i flygbilder	4
Bildmaterialets upplösningsförmåga — objektets storlek	4
Fotografisk ton — objektets remissionsegenskaper	5
Bergets morfologi	8
Avskärmning och beskuggning	8
Kartering av berghällar inom vissa försöksområden	9
Val av försöksområden	10
Metodik	10
Resultat	16
I. Lilla Edetområdet	16
II. Bärbyområdet	21
III. Hortlaxområdet	23
IV. Vittangiområdet	28
En specialundersökning av identifieringsmöjligheternas beroende av hållstorlek och flyg- bildsskala	30
Tidsåtgång vid flygbildstolkning av berghällar	38
Sammanfattning och rekommendationer	40
Summary: Mapping of bedrock outcrops by aerial photo interpretation. A methodological study	43
Litteratur	44

Abstract

At the Department of Physical Geography of the University of Stockholm investigations of the uses of aerial photo interpretation in topographical and geological mapping and geomorphological studies have been going on since 1963. The first subject of these studies was outcrops of bedrock. Interpretations have been made in different kinds of aerial photographs of four experimental areas, in order to find the best conditions for the interpretation of outcrops. The results have been compared with strict field checks and different kinds of geological maps.

Kartorna i fig. 7, 8 och 10 för spridning godkända i rikets allmänna kartverk den 31. 12. 1965.

Redaktör: Jan Lundqvist

Stockholm 1966

Kungl. Boktryckeriet P. A. Norstedt & Söner

Förord

År 1963 initierades vid Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet systematiska undersökningar av flygbildstolkningens möjligheter och räckvidd vid topografisk och geologisk kartering ävensom vid studier av geomorfologisk art. Undersökningarna torde få intresse även för andra verksamhetsfält, t. ex. det skogliga och det militära.

Som första objekt för dessa studier har valts att undersöka flygbildstolkningens möjligheter vid kartering av berghällar.

En assistentbefattning för det ifrågavarande forskningsprojektet har med anslag från Statens naturvetenskapliga forskningsråd inrättats vid Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet för tvåårsperioden 1/7 1964—30/6 1966. Den nu redovisade undersökningen har sedan 1/7 1964 utförts inom ramen för denna tjänst. Fältarbetena har möjliggjorts genom anslag och stipendier från matematisk-naturvetenskapliga fakulteten vid Stockholms universitet, C. F. Liljevalch J.:s stipendiefond och Svenska sällskapet för antropologi och geografi.

Specialfotograferingar har utförts av Norrbottens flygflottilj, Luleå. Rikets allmänna kartverk har välvilligt ställt instrument till förfogande. Sveriges geologiska undersökning har möjliggjort publicering av detta arbete.

Professor G. Hoppe — initiativtagare till undersökningen — har följt arbetets fortgång och bistått mig med värdefulla råd och anvisningar. Fru B. Hansson och fru E. Kuldver har utfört samtliga reproduktionsritningar. Vid tillkomsten av planscherna har kartredaktör O. Hedblom givit värdefull hjälp.

Till samtliga personer och institutioner, som bidragit till detta arbetes tillkomst, ber jag att få rikta ett varmt tack.

Inledning

De metodiska studierna av flygbildstolkningens möjligheter har inletts med studier av ett relativt enkelt objekt, nämligen blottade bergytor. En kartering av berg i dagen är av vikt vid t. ex. berggrundskartering, jordartskartering, skogskartläggning och kartering för olika slag av projekteringsverksamhet. Vid berggrundskartering torde det som regel vara angeläget att få så stort antal berghällar som möjligt karterade utan hänsyn till hällarnas storlek och detaljkonfiguration. Även små hällar kan vara av avgörande betydelse för fastställande av bergartsgränserna. Vid t. ex. malmletning i hällfattiga områden är enstaka småhällar av stort intresse. Vid jordartskartering söker man ge en bild av fördelningen av olika jordarter och berg i dagen. Berghällar anges i dessa kartor som regel endast när de upptar en verklig yta i kartan. Graden av generalisering är beroende av kartskalet och tätheten i fältobservationerna. Vid skogskartläggning avskiljes i regel bergimpedimenten från den produktiva skogsmarken.

Denna undersökning syftar till att förutsättningslöst söka belysa tolkningsvillkoren för berghällar i flygbilder. Undersökningen tar bl. a. fasta på skal-faktorns betydelse. Betydelsen av negativ- och positivmaterialets beskaffenhet belyses i viss utsträckning. Jämförelser har vidare gjorts mellan resultatet av flygbildstolkning med de möjligheter till areellt betraktelsesätt som den medger och tidigare utförda geologiska karteringar, väsentligen baserade på närmare undersökta rutter i terrängen. — I det inledande avsnittet diskuteras vad som gör berghällar identifierbara i flygbilder och därefter presenteras karteringar av berg i dagen i fyra försöksområden med varierande flygbildsmaterial. Jämförelser mellan tidigare geologiska karteringar och flygbildstolkning göres med noggrannhetsberäkningar, som grundar sig på jämförelser med egna omfattande fältkontroller. Dessutom har en undersökning genomförts i syfte att fastställa gränsen — vad beträffar storleken hos berghällar — för hundra procentig identifiering i flygbilder av olika bildskalor m. m. Eventuella skillnader i identifieringsmöjligheter av olika bergarter beroende på skillnad i t. ex. bergartens struktur och remissionsegenskaper kommer inte att belysas i denna undersökning. Avslutningsvis redovisas tidsåtgången för kartering av berghällar enligt olika metoder.

Grundvalen för identifikation av berghällar i flygbilder

Berggrundsblottningar identifieras i flygbilder främst med hjälp av berggrundsytans morfologi och fotografiska ton. Olika faktorer, som inverkar på möjligheten att identifiera berghällar, kommer i det följande att behandlas.

Bildmaterialets upplösningsförmåga — objektets storlek

Upplösningsförmågan hos objektiv och negativmaterial sätter en gräns för hur små föremål, som kan avbildas i en bild. För moderna objektiv sättes denna gräns vid 0.01—0.02 mm (Hallert 1964, s. 87). I praktiken torde man — beroende på t. ex. vibrationer i flygplan, rörelseoskärpa och vanskligheter i den fotografiska bearbetningen — kunna räkna med 0.03 mm. Det innebär, att minsta synliga detalj i bilder, tagna med moderna objektiv, i flygbildsskalan 1: 10 000 är 0.3 m och i skalan 1: 30 000 0.9 m. Den monokulära synskärpan är ungefär 0.08 mm, varför man för att kunna tillgodogöra sig den fotografiska bildens detaljrikedom bör betrakta bilden under förstoring (Hallert 1964, s. 87). Upplösningsförmågan begränsar alltså möjligheten att i bilden se de mycket små berghällarna; redan av detta skäl påverkar därför valet av negativskala i viss utsträckning noggrannheten i karteringen av berg i dagen.

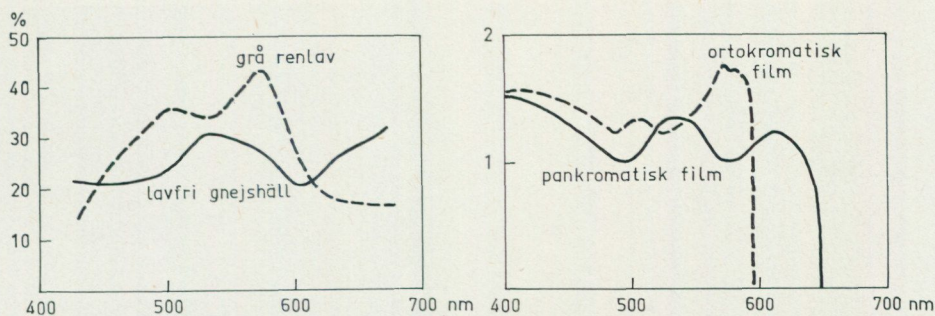


Fig. 1 a. Remissionskurvor för grå renlav (*Cladonia rangiferina*) och lavfri håll av röd gnejs. Kurvorna har uppmätts under identiska ljusförhållanden med Pulfrichfotometer.

Remission curves of Cladonia rangiferina and lichen-free red gneiss rock. The curves were measured under identical light conditions with a Pulfrich photometer.

Fig. 1 b. Schematisk figur av färgkänsligheten vid olika ljusvåglängder hos ortokromatisk och pankromatisk filmemulsion (efter Leitz Mitteilungen).

Schematic diagram of the sensitivity to different wavelengths of orthochromatic and panchromatic film emulsions.

Fotografisk ton — objektets remissionsegenskaper

Den fotografiska tonåtergivningen, gråtonen, bestäms av det fotograferade föremålets remissionsegenskaper och den använda film-filterkombinationen. De i vårt land vanligast förekommande bergarterna gnejs och granit — och det är dessa som i föreliggande studie huvudsakligen behandlas — får vanligen på pankromatisk och ortokromatisk film en ljus gråton. Den ljusa tonen beror därvid mycket ofta på att hållarna är lavtäckta. Hur ofta kan vara svårt angiva, ty remissionskurvan för icke lavtäckt röd gnejs och renlav är likartade med maxima inom våglängdsområdet 520—580 nm (fig. 1 a). Renlaven remitterar dock större del av ljuset än den ej lavtäckta gnejshällen inom våglängdsområdet 450—600 nm. Kurvorna är uppritade med stöd av remissionsmätningar, som företagits under identiska ljusförhållanden med visuell spektralfotometri. Pulfrichfotometer med 8 interferensfilter har använts. Remissionsmaxima för renlav och gnejs sammanfaller väl med känslighetsmaximum för ortokromatisk respektive pankromatisk filmemulsion (fig. 1 b). Av denna anledning kommer såväl kal gnejshäll som lavtäckt mark att få ungefär samma gråton i ortokromatisk och pankromatisk film. Tyvärr tillåter inte Pulfrichfotometermätningar utanför synliga spektrat och mätningarna säger alltså inte något om remissionen av de infraröda strålarna.

Bergtyor avtecknas på infrabilder med en relativt mörk gråton, vilket

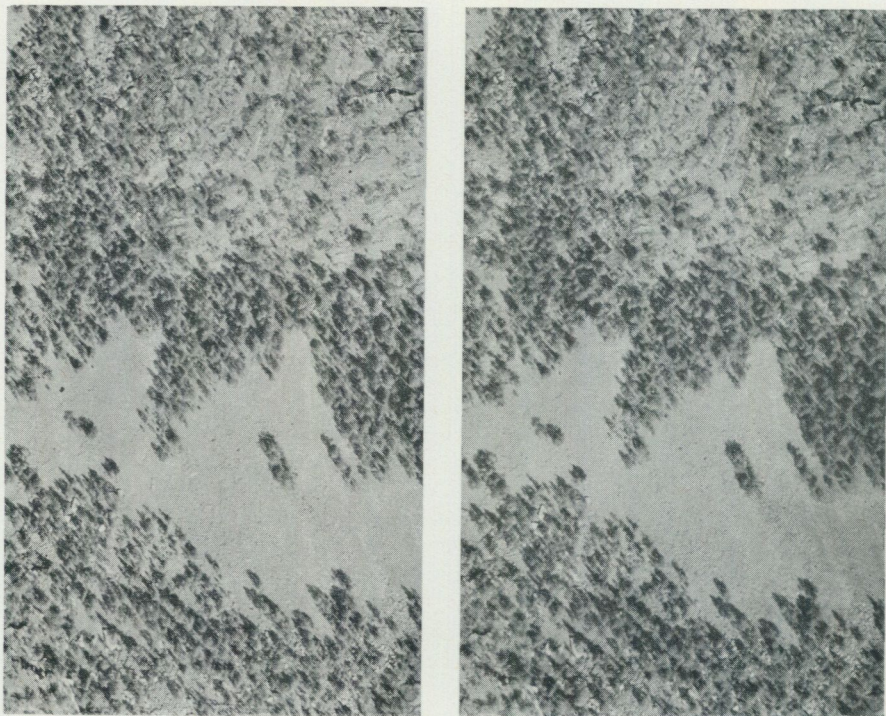


Fig. 2 a.

Foto: Norrbottens flygflottilj

29/8 1963

Kamera: Williamson F45 mark 2

f = 15 cm

Kopiering: Armestabens fotodetalj

Film: Ilford Hyperpan (pankro)

Flyghöjd: 750 m

Ung. skala: 1 : 5 000 (negativ)

1 : 3 300 (reproduktion)

Fig. 2. Stereobildpar av ett bergområde inom Hortlaxområdet. Bilderna illustrerar skillnaden mellan pankromatisk och infrarödkänslig film vad gäller möjligheten att identifiera berg i dagen. Flygbilderna godkända för publicering av Försvarsstaben.

Stereograms of an area of bedrock outcrops in the Hortlax area. The stereograms illustrate the possibilities of identifying outcrops of bedrock in aerial photographs from panchromatic and infrared sensitive film.



Fig. 2 b.
 Foto: Norrbottens flygflottilj
 18/6 1963
 Kamera: Williamson F52
 f = 90 cm
 Kopiering: Armestabens fotodetalj
 Film: (infra)
 Flyghöjd: 3 000 m
 Ung. skala: 1 : 3 300 (negativ och
 reproduktion)

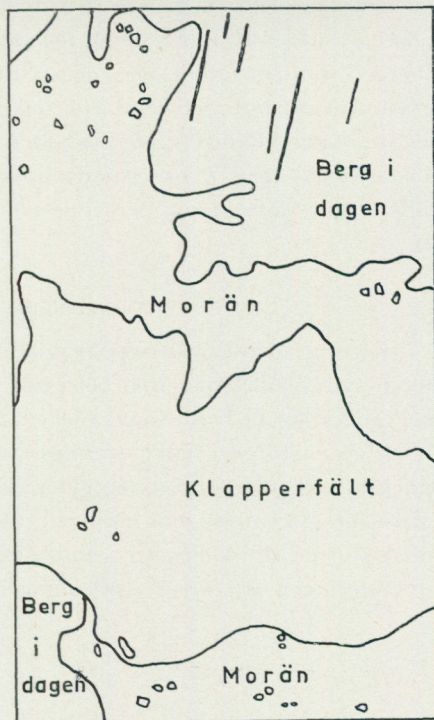


Fig. 2 c.
 Tolkningsnyckel
 Interpretation key
 Berg i dagen — bedrock outcrops
 Morän — till
 Klapperfält — cobbles

i barrskogsområden — som också tecknas mörka — i hög grad försvårar identifieringen (fig. 2 b). Inom områden med förhärskande ljus gråton, t. ex. uppodlade områden, ökar identifierbarheten möjligen något vid användande av infrabilder. Skuggan blir på infrabilder kompakt svart och ogenomtränglig. Vid stereobetraktning i pankromatiska bilder är skuggan däremot till stor del genomträngbar. Detaljer framträder också klarare än i infrabilder. Vid fotografering med pankromatisk film användes ofta ett minus-blåfilter, vilket minskar slöjbildningen i bilderna och ökar tonskillnaderna, men ger minskade möjligheter att se in i kraftigt beskuggade områden. Sammanfattningsvis kan sägas att pankromatisk och ortokromatisk film sålunda är att föredra vid identifiering av berghällar i skogsområden framför den infrarödkänsliga filmen.

Många objekt ger ungefär samma gråton som berghällarna, varför feltolkningar lätt kan göras om identifieringen sker enbart med hänsyn till gråtonen. Klapperstensfält framträder t. ex. i pankromatiska bilder med i stort sett samma ljusa gråton som berget (fig. 2 a) och även myrmark och jordtag kan ge en liknande fotografisk ton. Små lavklädda morän- eller grusytor kan vara svåra att skilja från lavklädda hållar.

Bergets morfologi

Berggrundsyntans morfologi och läge i terrängen är ofta av avgörande betydelse för identifieringen. Av betydelse är både de större formerna, vilka framträder vid tolkning i stereoskop, och detaljmorfologin, t. ex. skrovligheter och sprickmönster i berget, som förstärkes av skuggan till en *textur* i bilden. Denna textur är ofta av avgörande betydelse vid tolkningen. Mindre rundhällar, som framträder som små ljusa ytor på flygbilder kan, om sprickmönstret inte framträder, lätt förväxlas med t. ex. grunda jordtag. Sprickmönstret framträder dåligt på bilder tagna under moln beroende på avsaknad av skugga.

Avskärmning och beskuggning

I skogsområden kan mindre berghällar vara svåra att upptäcka om skugglängden är stor. Skugglängden är beroende på tidpunkten för fotograferingen och det geografiska läget. Träd, byggnader o. d. avskärmar ofta detaljer på markytan så att de är osynliga i fotograferingsriktningen. Avskärmningens tilltagande mot bildens ytterkanter gör att bergytor där kan undgå upptäckt. All tolkning bör därför ske så centralt som möjligt i bilden och i stereoskop. Avskärmningen blir vidare större i storskaliga än i småskaliga bilder. Inom områden med lövskog bör fotograferingen ske före lövsprickningen för att öka inblickbarheten.

Kartering av berghällar inom vissa försöksområden

I föregående kapitel har kortfattat behandlats några av de faktorer, som påverkar identifierbarheten av berghällar i flygbilder. Det krävs ett mycket rikt differentierat flygbildsmaterial för att kunna isolera de olika faktorerna och studera dem oberoende av varandra. För att belysa betydelsen av exempelvis regionala skillnader i terrängtyp skulle dessutom de metodiska studierna behöva bedrivas i ett relativt stort antal försöksområden. Nya film-filterkombinationer borde vidare prövas med objektens remissionskurvor som grund. Först då skulle man kunna få fram de verkligt optimala tolkningsmöjligheterna för berg i dagen. Undersökningsprogrammet har emellertid av tids- och kostnadsskäl måst begränsas, vilket gått ut över bl. a. just antalet försöksområden och försök med olika film-filterkombinationer. Den spektrala remissionen hos objekt av geologiskt och geomorfologiskt intresse kommer att behandlas i en senare undersökning.

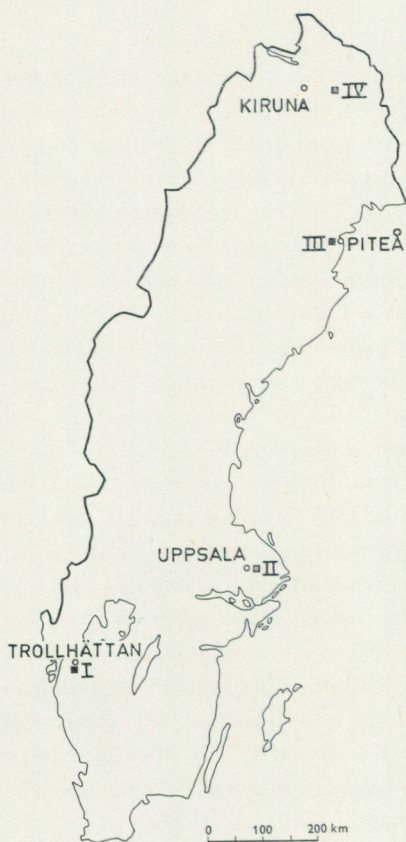


Fig. 3. Översiktskarta över försöksområdenas läge
 I. Lilla Edetområdet
 II. Bärbyområdet
 III. Horulaxområdet
 IV. Vittangiområdet

Map showing the location of the experimental areas.

Val av försöksområden

Utgångspunkterna vid valet av försöksområden har varit följande:

1. Områden med redan befintligt väl differentierat flygbildsmaterial borde av kostnadsskäl utnyttjas för att inskränka behovet av specialfotograferingar.
2. En regional spridning av försöksområdena vore önskvärd även om antalet områden måste hållas lågt.
3. För att kunna göra jämförelser med tidigare geologiska karteringar, borde områden väljas så att olika geologiska karttyper blev representerade.

Enligt dessa principer har följande fyra försöksområden utvalts:

- I. Ett område om ungefär 30 km² i Götaälvdalen kring *Lilla Edet* i Älvsborgs och Göteborgs och Bohus län.
- II. Ett område om ungefär 8 km² kring *Bärby* i Uppsala län.
- III. Ett område om ungefär 150 km² kring *Hortlax* sydväst om Piteå i Norrbottens län.
- IV. Ett område om ungefär 60 km² mellan Svappavaara och *Vittangi* i Norrbottens län.

Områdenas ungefärliga läge framgår av fig. 3.

Metodik

Inom varje försöksområde har kartering av berghällar utförts genom flygbildstolkning av bilder i olika skalor, flertalet kontaktkopior på papper men också i viss utsträckning diapositiv; jämförelser har också i begränsad omfattning kunnat göras mellan olika filmslag. För varje bilduppsättning har en hällkarta framställts. Inom varje försöksområde har flygbildstolkningen gått från småskaliga bilder till successivt allt storskaligare. För att begränsa inverkan av en eventuell minnesbild av en tidigare flygbildstolkning inom samma försöksområde har som regel minst en vecka förflutit mellan tolkningarna i de olika bildmaterialen. I samtliga fall har tolkningen skett på bildmaterial i den ursprungliga negativskalan. Med hänsyn till resultaten har det i denna studie inte ansetts motiverat att pröva förstoringer.

Flygbildstolkningen har vad gäller papperskopior i samtliga fall utförts i Old Delft Scanning Stereoscope med möjlighet till 4.5 gångers förstorning. De blottade bergytorna har efter identifiering markerats direkt på flygbilden. Vid karteringen inom Bärbyområdet och Vittangiområdet har vid tolkningen ytor med svaga indikationer för berg markerats på särskilt sätt. Inom Lilla Edet- och Hortlaxområdet har däremot endast en markering använts; osäkra fall har alltså antingen accepterats eller ratats. Tolkningen har skett så centralt som möjligt i bilderna för att begränsa verkan av avskärmning och underlätta överföringen till underlagskartan. De på flygbilder markerade berghällarna har inom Lilla Edet-, Bärby- och Hortlaxområdena överförts till kartskanan 1:10 000 med ekonomiska kartan som underlag. Överföringen har skett med hjälp av Zeiss' bildomtecknare (fig. 4). Inom Vittangiområdet har i flygbilderna markerade hälltytor överförts till eldledningskartor i skalan 1:20 000.

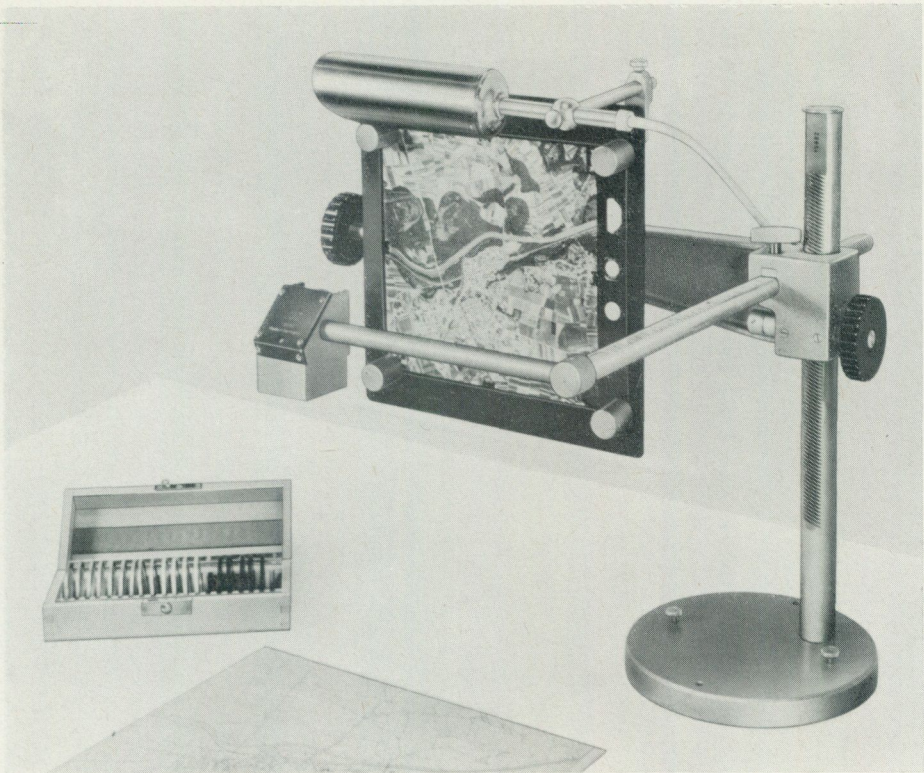


Fig. 4. Bildomtecknare (Fabr. Zeiss Aerotopo).
Aero-Sketchmaster.

Tolkningen från diapositiv har utförts i Wild B8 Aviograf (fig. 5). Detta är ett instrument, som är avsett för detaljkartering av modeller framställda ur approximativa lodbilder. En fördel vid kartering i detta instrument är, att överföringen sker direkt till underlagskartan med hjälp av pantograf, samtidigt som man vid identifieringen med ett mätmarke följer konturen av berghällan i stereomodellen. Kartering från diapositiv har skett inom en del av Hortlaxområdet i skala 1 : 30 000 och inom hela Bärbyområdet, såväl i skala 1 : 7 000 som 1 : 30 000.

Gränsdragningen av hällytorna kan ibland vålla svårigheter. Berggrunden dyker ofta successivt ned under de lösa avlagringarna, som ibland till och med kan bestå av dess förvittringsprodukter. Gråtonen kommer då att visa successiva övergångar, vilket gör att gränsdragningen försvåras. Det är dock svårigheter, som man inte heller undgår vid markkartering. Felen har inte någon nämnvärd betydelse, då berggrunden oftast inte ligger på större djup inom sådana felavgränsade områden och en generalisering ändock är nödvändig beroende på kartskalet. Gränsdragningen underlättas väsentligt, om tolkningen sker under stereoskop. Förutom felkällorna vid själva gränsdragningen kan smärre fel uppstå vid över-

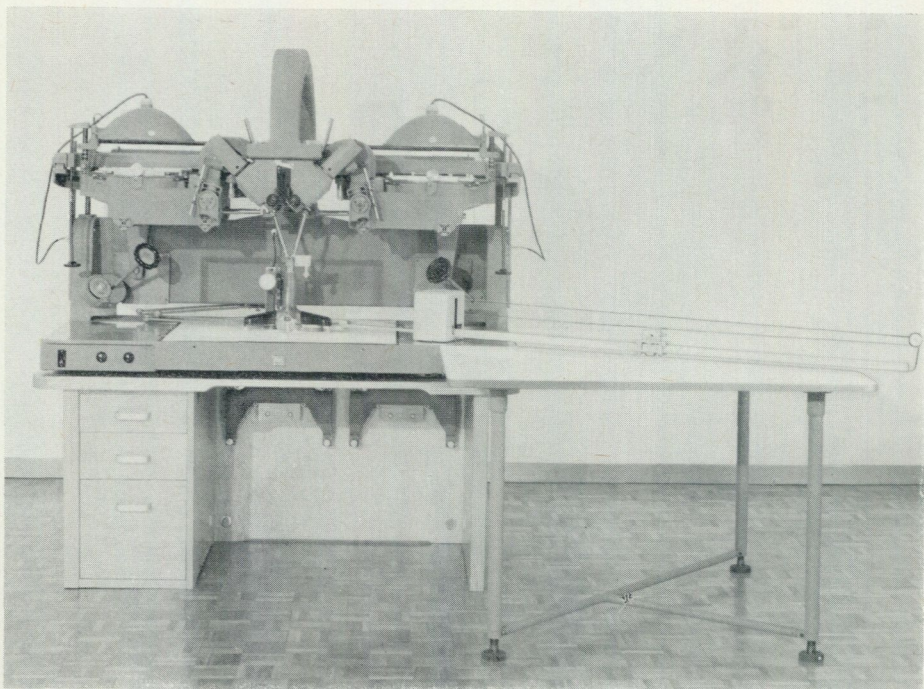


Fig. 5. Wild B8 Aviograf.

föringen till underlagskartan. Dessa torde dock vara obetydliga vid den direkta överföringen med pantograf och den möjlighet till noggrann orientering av diapositivbilderna, som finns vid kartering i Wild B8. Överföringen med bildomtecknaren är givetvis en betydligt primitivare metod, då överföring och bildtolkning sker i två skilda arbetsmoment. Orienteringsnoggrannheten kan vara mindre god och optiken i bildomtecknaren är heller icke att beteckna som fullgod.

Sedan flygbildstolkningen och överföringen till skalan 1:10 000 genomförts har som nästa moment en detaljerad hällkarta grundad på långt i detalj gående fältobservationer upprättats för vart och ett av Lilla Edet-, Bärby- och Hortlaxområdena. Inom Vittangiområdet har inga egna fältarbeten utförts. Vid upprättandet av »fältkartorna» har tillvägagångssättet varit följande. Ett grundmaterial har erhållits genom sammanförande av observationerna på de olika »tolkningskartorna» till en enda ritfilm per försöksområde. Alla ytor, som vid någon flygbildskartering tolkats som berg i dagen kom alltså med på underlaget till »fältkartan». Bergytor kartlagda vid tidigare geologiska karteringar inom respektive områden inlades även på ritfilmen. Ritfilmen lades sedan direkt ovanpå motsvarande blad av ekonomiska kartan, som har den fördelen förutom den detaljrikedom, som kartskalen medför, att man även i skogsområden kan få stöd för lokalbestämningen i detalj, genom att ägo gränser finns markerade. Vid fält-

karteringen uppsöktes varje yta, som fanns markerad på ritfilmen. Genom detta förfarande kom försöksområdena att genomkorsas på ett mycket effektivt sätt. Berghällarnas detaljkonfiguration infördes på ritfilmen i fält med den noggrannhet, som ekonomiska kartan tillåter. Småhällar med inbördes avstånd mindre än 10 meter sammanfördes till en hälllyta. Med berghäll menas här bergblottningar utan eller med ett mindre än c:a 10 cm djupt jordlager. Vanligen är hällarna till större delen täckta av bl. a. lavar och mossor. Icke oväntat påträffades vid genomströvandet av terrängen mellan de vid tolkningarna markerade ytorna en del nya hälllytor, som inte upptäckts vid någon av flygbildstolkningarna. Inom Lilla Edetområdet var antalet helt nya ytor 17, inom Bärbyområdet 33 och inom Hortlaxområdet 21. I samtliga fall rör det sig om småhällar. Fältkontrollen är total i den meningen att varje tolkad bergyta har kontrollerats i fält. Detta utesluter inte att det finns berghällar, som överhuvud inte har upptäckts. Enligt mitt bedömande torde det i så fall endast röra sig om småhällar i relativt ringa antal. — Om man önskar hålla arbetsinsatsen inom rimliga gränser torde det användas tillvägagångssättet vara det lämpligaste — i varje fall vid metodstudier av här aktuellt slag — för att erhålla en »fältkarta» av relativt hög noggrannhetsgrad. Det skall tilläggas att fältkontrollerna krävde en arbetsinsats på 8 dagar inom Lilla Edetområdet, 6 dagar inom Bärbyområdet och 12 dagar inom Hortlaxområdet. Inom Vittangiområdet har som nämnts inga egna fältkontroller utförts.

Fel förekommer i fältkartan. Ett har redan antytts: varje kvadratmeter kan omöjligens granskas i fält utan oskälig arbetsinsats. På rundhällarnas läsidor är, för att ytterligare belysa vanskligheterna, gränsen mellan fast berg och storblockig morän emellanåt tämligen diffus, då blocken där kan ha flyttats endast obetydligt från sina moderklyft; gränsdragningen kan här även i fält bli mycket besvärlig. Felen torde dock inte vara av någon nämnvärd betydelse.

För att ge en uppfattning om noggrannheten i flygbildstolkningen i de olika flygbildsmaterialen har varje särskild flygbildstolkning sammanställts med motsvarande fältkartering till kartor i skalan 1:10 000, som avser att bl. a. demonstrera felen och generaliseringsgraden i flygbildstolkningen. Av detta kartmaterial är det här endast möjligt att presentera en liten del, med en publiceringsskala på 1:20 000. Noggrannheten i icke publicerat kartmaterial kommer att belysas på annat sätt.

Resultatet av flygbildstolkningen kommer i de följande avsnitten även att jämföras med tidigare utförda geologiska karteringar. Det är därför lämpligt att som en bakgrund något kommentera dessa. Generaliseringsgraden vid den geologiska karteringen är givetvis beroende av den skala i vilken kartan skall publiceras. När det gäller jordartskartor eller kombinerade jord- och bergartskartor återges som regel endast blottade bergytor av sådant omfång, att de vid ytriktigt återgivande upptar en verklig yta på kartan. Sättes denna gräns för reproducerbarhet vid en cirkelyta med 1/2 mm diameter kommer för respektive skalor följande gränsvärden att gälla:

Kartskala	Minsta reproducerbara yta
1: 400 000	cirka 32 000 m ²
1: 200 000	» 8 000 »
1: 100 000	» 2 000 »
1: 50 000	» 500 »
1: 20 000	» 80 »
1: 10 000	» 20 »

För berghällar mindre än dessa gränsvärden står valet mellan att utelämna dem från kartan eller att genom generalisering sammanföra dem med eventuellt närliggande berghällar. Man har naturligtvis också möjligheten markera dem med symboler eller att förstora upp dem i kartbilden.

Vad gäller rena berggrundskartor, där det är väsentligt att redovisa samtliga bergtyper, som legat till grund för den geologiska gränsdragningen, är generaliseringar i form av uppförstoringar nödvändiga. Generaliseringar är nödvändiga även i jordartskartorna för att framhålla väsentliga objekt på bekostnad av mindre viktiga företeelser.

I publiceringsskalan 1: 20 000 kan, enligt vad som tidigare sagts, berghällar större än 80 m² återges ytriktigt. Av det utnyttjade geologiska kartmaterialet är Jordartskartan över Götaälvdalen (SGU, Ser. Ba, Nr 20, 1959) publicerad i denna skala. Lilla Edetområdet ligger till en del inom ifrågasvarande karta. Det skall tilläggas att flygbilder över området fanns vid den geologiska karteringen.

Kombinerade jord- och bergartskartor i skalan 1: 50 000 är och kommer såvitt hittills är bekant att förbli en vanlig geologisk karttyp i Sverige. SGU:s serie Aa med topografiska kartan av äldre typ som underlag och den 1964 påbörjade serien Ae med nya topografiska kartan som underlag publiceras i denna skala. I stort sett synes följande regler, publicerade i »Beskrivningen till geologiska kartbladet i Stockholm NO» (SGU, Ser. Ae, Nr 1) gälla. »Den geologiska huvudkartan i skala 1: 50 000 visar främst markbeskaffenheten i ytan enligt följande allmänna regler. Där berget går i dagen visar kartan bergartstypen. Jordtäckta områden redovisas med den närmast under markytan (vid 2 à 3 dm djup) liggande jordlagret» (H. Möller och G. Stålhös 1964, s. 7). I skalan 1: 50 000 kan berghällar med en yta av cirka 500 m² återges utan uppförstoring. Denna karttyp representeras i här föreliggande undersökning av kartbladet »Uppsala» (SGU, Ser. Aa, Nr 199). Försöksområdet vid Bärby ligger nämligen inom detta.

»Jordartskarta över Norrbottens län nedanför lappmarksgränsen» (SGU, Ser. Ca, Nr 39, 1961), inom vilken Hortlaxområdet ligger, har tagits som exempel på en geologisk översiktskartering i skalan 1: 200 000. Kartläggningen, som påbörjades år 1946, åsyftade en översiktlig framställning av jordartsfördelningen. Karteringen bedrevs såsom ruttkartering med topografiska kartor (generalstabskarta 1: 100 000) som underlag (Fromm 1965, s. 8). I beskrivningen till kartbladet behandlas karteringsmetodiken mycket

utförligt. Flygbildstolkning har i begränsad utsträckning förekommit, varvid »olika geologiska företeelser, som kunde identifieras på flygbilderna (t. ex. rullstensåsstråk, kalottberg, ändmoräner m. m.) inlades på orienteringskartor i rekognosceringsskalan. Rekognosceringsrutterna kunde sedan anpassas så, att dessa preliminära tolkningar kontrollerades och kompletterades. Det genomsnittliga avståndet mellan marschrutterna uppgick till mellan 1 och 5 km. I områden med mera växlande geologisk byggnad, med andra ord huvudsakligen i trakterna närmast kusten, måste rutterna läggas tätare, d. v. s. med ca 1—3 km inbördes avstånd.» — »Rutterna har i första hand lagts efter vägar, stigar, bilbasvägar, rågångar m. m., men även kompassgång i terrängen har förekommit i betydande omfattning.» (Rutterna finns redovisade på fig. 1 i Fromm 1965, s. 9.) — »Med hjälp av rekognosceringsresultaten uppritades därefter det slutliga kartkonceptet på kartunderlag i skalan 1: 100 000 med stöd av samtidig genomgång av flygbilder över området. Fältiakttagelser och flygbilder kompletterade därvid varandra på ett utmärkt sätt.» (Fromm 1965, s. 10). Som framgår av dessa utdrag ur beskrivningen över kartläggningens utförande har flygbildstolkningen till stor del företagits efter det att rekognosceringsresultatet varit klart. Beträffande kartering av berg i dagen sägs bl. a. följande i kartbladsbeskrivningen: »På jordartskartan avses med beteckningen 'berg i dagen' sammanhängande ytor av blottat berg, tillräckligt stora att utan alltför våldsamt överdrift återges på kartskalan. Då det är omöjligt att genom ruttkartering och flygbildsgranskning återge en rättvisande fördelning av de mindre hållarna i hela terrängen, ej blott utmed rekognosceringsstråken, ha småhällar ej markerats särskilt.» — »Hällområdena ha utom genom direkt iakttagelse vid rekognosceringen identifierats på flygbilder under jämförelse med generalstabskartans beteckningar för berg i dagen. Dessa senare äro dock ej alltid fullt adekvata. Inom kustområden med nyare generalstabsblad i 1: 100 000 äro större bergblottningar ganska fullständigt återgivna, men därutöver användes ofta bergbeteckningen för kala klapperfält eller mycket blockrik mark. Inom detta område har dock denna överrepresentation kunnat korrigeras med hjälp av flygbilderna.» (Fromm 1965, s. 93).

Principerna för kartering av berg i dagen i »Berggrundskarta över urberget i Norrbottens län» (SGU, Ser. Ca, Nr 41) framgår av följande citat: »Vid översiktskarteringen av de sydöstra delarna av länet har som underlag tjänat kartorna i skala 1: 100 000. Genom det mera utvecklade vägnätet, vilket möjliggjort tätare observationer, har karteringen inom dessa områden i allmänhet en större grad av noggrannhet.» (Ödman 1957, s. 6). Det skall här inskjutas, att Hortlaxområdet ligger inom denna del av kartan. »Fotokartorna och de rektifierade fotobilderna har visat sig utmärkt väl lämpade som underlag och efter någon övning lär sig kartören att utan större svårighet lokalisera hållarna» — »Vid fältkarteringen har routerna företrädesvis lagts över berg och utmed floddalar, där erfarenheten visat, att största utsikterna till blottningar föreligger. Lokala stenskravel har i regel registrerats och på kartan betecknats som

fast berg.» — »På översiktskartan är observerade hållar och lokala block införda och betecknade med grågrön färg. Avsikten med detta är i främsta rummet att redovisa de verkliga observationer, på vilka den geologiska gränsdragningen bygger, och sålunda att ge läsaren av kartan en möjlighet att bedöma graden av noggrannhet.» (Ödman 1957, s. 7) — »En viss generalisering av hållbeteckningen har varit nödvändig av ritnings- och reproduktionstekniska skäl. Så t. ex. har tätt liggande småhållar sammanslagits och inom de stora kalhällområdena i lågfjällen har hållbeteckning endast inlagts omkring de besökta lokalerna. Mycket stora hållkomplex har för övrigt ibland styckats upp i mindre enheter.» (Ödman 1957, s. 8).

Över Vittangiområdet föreligger vid SGU:s malmbyrå upprättade, ännu ej publicerade hållkartor i skalan 1 : 20 000. Dessa avser att registrera varje hållblottning i terrängen. De minsta hållarna återges i kartorna uppförstorade till reproducerbar yta. Hållkarteringarna har utförts som ruttkarteringar och underlaget för karteringarna har varit enkelbilder i skalan 1 : 10 000 utgörande uppförstorningar från flygbildsnegativ i skalan 1 : 30 000. En viss bildläsning i enkelbilder har förekommit och i viss mån bestämt hur rutternas skulle läggas. Någon egentlig flygbildstolkning i stereoskop har ej förekommit. Kartorna är mycket detaljerade och fältarbetena torde varit tidskrävande.

Resultat

I. LILLA EDETOMRÅDET

Försöksområdet ligger i Götaälvdalen i trakten av Lilla Edet och är som tidigare nämnts delvis beläget inom området för jordartskartan över Götaälvdalen (SGU, Ser. Ba, Nr 20). Dess storlek är ungefär 30 km². Bergarten är i hela området en röd gnejs och inom ett litet område öster om Göta älv vid Lilla Edet förekommer ögongnejs.

Av gnejsens mineralogiska beståndsdelar är ortoklasen den vida övervägande. Oligoklas saknas alldeles eller är endast i mycket ringa mängd närvarande. Kvartsen är ofärgad, genomskinlig, glimmern svart, någon gång mörkt blågrön (E. Sidenblad, 1870 s. 22).

Området domineras av fjord- och älvsediment, men bergblottningar är dock ganska vanligt förekommande ute på sedimentslätterna. Göta älvs dalgång begränsas på båda sidor av bergsområden, som är särskilt iögonfallande öster om Lilla Edet. Tvärdalar förenar sig här och var med sedimentslätten och vidgar den. De mindre bergs- och moränholmarna ute på sedimentslätten domineras av lövträd om de överhuvud taget är trädbevuxna. De större berg- och moränområdena är däremot huvudsakligen bevuxna av barrskog, som ofta är tät. Skogtäcknadens inflytande på tolkningsmöjligheterna är föremål för undersökning av författaren.

Ett rikt differentierat flygbildsmaterial över området finns tillgängligt på

Rikets allmänna kartverk. Flygbildstolkning av berghällar har för hela försöksområdet skett på papperskopior från pankromatisk film i negativskalorna 1: 20 000 och 1: 30 000. De delar av försöksområdet som fotograferats i skalorna 1: 6 000 och 1: 13 000 har även flygbildstolkats i dessa skalor. Data om det använda bildmaterialet redovisas i tabell 1. Det bör observeras, att bilderna i skalan 1: 6 000 tagits under moln och före lövsprickningen, medan övriga bilder fotograferats vid molnfri himmel och efter lövsprickningen. Fotograferingen av bildmaterialet i skalan 1: 20 000 är utförd 1954 med en kamera med sämre prestanda än de vid övriga fotograferingstillfällen använda moderna kameror (tabell 1).

Tab. 1. Data om använt flygbildsmaterial inom Lilla Edetområdet

Data of used air photo materials in the Lilla Edet area

Foto Photo- graph- hed by	Bildnummer Photo no.	Kamera f = bränn- vidd (cm) Camera f = focal distance	Flyg- höjd Flying altitude	Skala Scale	Film	Ko- pie- ring Copied by	Fotogr. datum Date of photo	Rel. skuggl. Relative length of shadow
RAK	60 Bg 069: 20—26	Wild RC 5 Ag 29 f = 15	4 600 m	1:30 000	Kodak Plus X	RAK	²⁰ / ₆ —60	0.8
RAK	Ps 54 03 04: 3—8	Zeiss RMK f = 20	4 000 m	1:20 000	Kodak Super XX	RAK	⁹ / ₅ —54	0.9
{RAK ¹	8B 62 110 01: 6—9	Zeiss 21051 f = 15	2 000 m	1:13 000	Kodak Super XX	RAK	²⁷ / ₅ —62	0.8
{RAK ¹	8B 62 110 02: 6—9	Zeiss 21051 f = 15	2 000 m	1:13 000	Kodak Super XX	RAK	²⁷ / ₅ —62	0.8
RAK ¹	7B 63 617 02: 6—15	Wild RC 5 Ag 196 f = 15	900 m	1: 6 000	Kodak Super XX	RAK	²⁵ / ₄ —63	0 ²

¹ del av försöksområdet; a part of the experimental area

² under moln; under clouds

RAK = Rikets Allmänna Kartverk. Geographical Survey Office of Sweden

Av de flygbildstolkade hällkartorna över Lilla Edetområdet har för publicering utvalts den som tolkats på flygbilder i skalan 1: 20 000 (plansch 1). Fältkontroller har i det stora bergsområdet öster om Lilla Edet ej utförts med samma noggrannhet, som inom övriga delar av försöksområdet, varför detta område ej medräknas i de senare presenterade noggrannhetsberäkningarna (se s. 19).

Flygbildstolkningen visar inom betydande delar av kartan (plansch 1) en anmärkningsvärt god överensstämmelse med verkligheten. I andra fall (t. ex. inom 2 b och 3 e) uppvisar bildtolkningen klara brister. Ett skäl härtill är att, som i redan tidigare sammanhang anförts, ingen särskild markering använts för »svaga indikationer» utan att ett definitivt ställningstagande alltid skett i positiv eller negativ riktning. Risken för misstag ökar givetvis härmed. Vid kartering för praktiska ändamål bör givetvis tveksamma fall markeras och fältkontrollerna

koncentreras till dessa ytor. Felen i bildtolkningen i den aktuella bildskalan 1: 20 000 består vanligen i att mindre hållblottningar förbigåtts (t. ex. inom 4 a—c) eller att fel i gränsdragningen av de större hållområdena förekommit (t. ex. inom 3 e). Inom 4 a torde felet bero på att bortschaktat material från en grustäkt delvis deponerats på bergblottningar, vilket något förvillar bilden. Total feltolkning av en yta, d. v. s. att ytan markerats som berghäll utan att berg i dagen överhuvudtaget finns inom markeringen, förekommer mera sällan. Det är även då fråga om små ytor (t. ex. inom 7 a). Sådana feltolkningar förekommer vanligen där jordtäcket är tunt och torde kunna undvikas om ytor med »svaga indikationer» markeras på särskilt sätt. I plansch 1 lämnas vidare en jämförelse mellan den av förf. utförda flygbildskarteringen och den kartbild av berg i dagen som ges i SGU:s jordartskarta. Markeringen från jordartskartan har överförs till flygbildskartan med hjälp av bildomteknare. Jordartskartan ger en överdriven bild av förekomsten av berg i dagen. Ett väsentligt skäl härtill är uppenbarligen mycket stora generaliseringar som i t. ex. 9 d och 10 c. Författarens markkontroller har även omfattat ett antal sondborringar inom områden, som i jordartskartan felaktigt har betecknats som berg i dagen. Några av dessa sondborringars lokaler redovisas i plansch 1. Vid lokal C borrades till hela 3.5 meters djup utan att berggrunden påträffades.

Då av kostnadsskäl endast en liten del av det på flygbildstolkningar baserade kartmaterialet kan publiceras, har det varit angeläget att på annat sätt belysa tolkningsmöjligheterna i olika bildmaterial. För att så långt möjligt objektivt fastställa vilket bildmaterial, som givit de bästa karteringsresultaten, har försök gjorts att kvantifiera noggrannheten från två skilda utgångspunkter. Det är vid karteringen angeläget, att å ena sidan så många av de befintliga hållarna som möjligt registreras, å andra sidan också att gränsdragningen av de blottade bergytorna göres så noggrant som möjligt för att tillåta en adekvat ytredevisning. Genom att antalet karterade resp. icke karterade verkliga bergytor räknats, utan hänsyn till detaljkonfigurationen, har resultaten av det förstnämnda önskemålet prövats. Det andra har beaktats genom att i kartorna ytan mätts av områden

1. där överensstämmelse föreligger mellan den flygbildstolkade och den fältkontrollerade kartan,
2. där den flygbildstolkade kartan saknar existerande berghällsyta och
3. där den flygbildstolkade kartan oriktigt anger berghäll.

Det skall beträffande den sistnämnda angreppslinjen konstateras, att den är i hög grad tidsödande på grund av det stora antalet ytor. De större av dessa har uppmätts med planimeter, de mindre med den s. k. rutnätsmetoden, varvid transparent millimeterpapper har använts. Metodiken har tillämpats för samtliga de på flygbildstolkning i bildskalorna 1: 6 000, 1: 13 000, 1: 20 000 och 1: 30 000 baserade hållkartorna. Det skall understrykas, att tolkningarna överlag skett på papperskopior, medan försök med tolkning i diapositiv icke företagits inom detta område. Liknande noggrannhetsberäkningar har därtill gjorts på försöksområdet

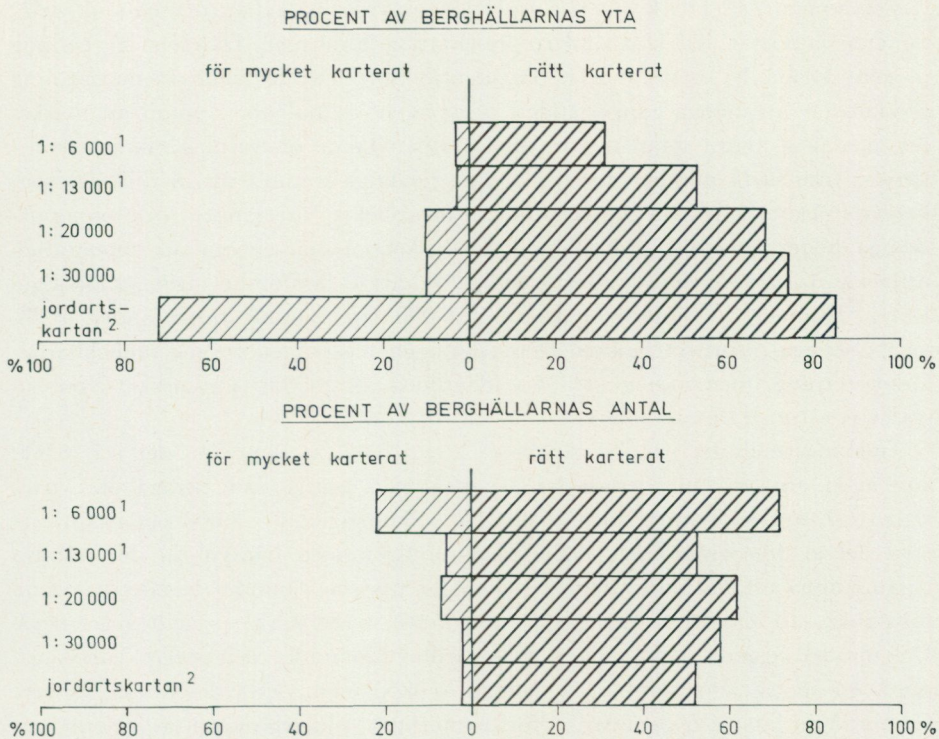


Fig. 6. Karteringsnoggrannhet av berghällar inom Lilla Edetområdet.

The precision in mapping bedrock outcrops, using different photographic materials, in the Lilla Edet area. The upper diagram shows the precision measured as the interpreted area as a percentage of the total area of real outcrops. The lower diagram shows the precision measured as the interpreted number as a percentage of the real numbers of outcrops. The right-hand part of the diagrams shows the percentage of correctly interpreted outcrops and the left-hand part shows the area which was misinterpreted as outcrops as a percentage of the real bedrock outcrops. The diagrams also illustrate the precision in SGU, ser. Ba, Nr 20.

¹ Endast delar av försöksområdet är flygbildstolkat i denna skala.

Only a part of the experimental area has been interpreted on this scale.

² SGU, Ser. Ba, Nr 20 publicerad i skalan 1 : 20 000.

Published on a scale of 1 : 20 000.

andel av SGU:s jordartskarta. Det stora bergsområdet öster om Lilla Edet har emellertid som tidigare nämnts uteslutits på grund av brister i fältkontrollen.

Resultatet av noggrannhetsberäkningarna redovisas i fig. 6. Antalet karterade berghällar respektive ytan av dessa i procent av verkligt förekommande hälltytor har använts som måttenhet på noggrannheten. I högra delen av diagrammen — »rätt karterat» — redovisas överensstämmelse mellan flygbildstolkning respektive jordartskartan och den fältkontrollerade kartan. Resterande procental upp till 100 % markerar frekvensen av existerande hälltytor som saknas i flygbildstolkning och jordartskarta. I vänstra delen av diagrammet — »för mycket karterat» — registreras frekvensen av karterade hälltytor som ej existerar i verkligheten.

Tolkningen i bildskalan 1:6 000 uppvisar påtagliga brister vad ytriktigheten beträffar; en klar underrepresentation föreligger. Däremot är en hög procent av antalet existerande hällar identifierade. Denna skenbara motsättning förklaras av att många gånger endast delar av större hälltytor kommit att markeras, medan å andra sidan mindre hällar i betydande omfattning riktigt identifierats. Icke så få mindre ytor har vidare felaktigt kommit att identifieras som bergtytor. Detta kan i sin tur bero på att överblicken i terrängen förloras i storskaliga bilder genom en förvillande detaljrikedom och genom att topografien utflackas i stereomodeller av storskaliga bilder i jämförelse med småskaliga. Därtill kommer att bilderna i skalan 1:6 000 som nämnts tagits under moln, varför skugga i stort sett saknas. Detta möjliggör visserligen en god inblickbarhet i skogsterräng, men möjligheten att identifiera berghällarna minskar, eftersom sprickmönstret framträder sämre.

Tolkningsresultatet i bildskalan 1:13 000 är sämre än det i 1:6 000 vad avser antalet identifierade hällar, men klart bättre både ifråga om ytriktighet och antalet rena felkarteringar. Då tolkningen i 1:13 000 endast utförts i en del av försöksområdet, skulle man möjligen med hänsyn till det relativt ogynnsamma utfallet jämfört med tolkningar utförda i mindre bildskalor kunna misstänka, att denna del av någon anledning skulle vara speciellt svårtolkad. Delområdet ligger huvudsakligen inom sedimentområdet och större barrskogsområden är sparsamt företrädda, medan lövskog inom detta delområde är mer företrädd än inom övriga delar av försöksområdet. Vid tolkningen av delområdet för 1:13 000 i bildskalan 1:30 000 erhöles praktiskt taget samma procent riktigt karterad hälltyta (71 %) som inom hela försöksområdet (73 %). Någon rimlig förklaring till det förhållandevis svaga tolkningsresultatet i bildskalan 1:13 000 har inte stått att finna. Fotograferingen har visserligen skett efter lövsprickningen, men bilderna i skalan 1:30 000 är å andra sidan tagna nästan en månad senare.

Tolkningsresultaten av berg i dagen i bildskalorna 1:20 000 (återgiven i plansch 1) och 1:30 000 är mycket likartade och påfallande goda. Båda uppsättningarna har fotograferats efter lövsprickningen. Möjligt är, att tidigare på året utförda fotograferingar i dessa skalor skulle givit ännu bättre tolkningsresultat.

Sammanfattningsvis kan konstateras att en kraftig generalisering vid gränsdragningen i regel ger stor överrepresentation av berget, men också hög procent-siffra för rätt karterad bergtyta. Vid flygbildstolkningen blir generaliseringen helt naturligt kraftigare i småskaliga än i storskaliga bilder. Mot fördelen med stor del rätt karterad bergtyta måste därför vägas nackdelen av överrepresentationen.

Karteringsnoggrannheten har även beräknats för *Jordartskarta över Göta-älvdalen* och även här har de egna fältkarteringarna använts som referens. 85 % av befintlig bergtyta har karterats. Detta har dock till en del skett genom mycket kraftiga generaliseringar (plansch 1). Överrepresentationen av berg i dagen är nästan lika stor som den rätt karterade ytan. Bildtolkningen i såväl 1:20 000

som 1: 30 000 ger en mer rättvisande bild av förekomsten av berg i dagen än vad jordartskartan gör.

II. BÄRBYOMRÅDET

Försöksområdet ligger ca 1 mil öster om Uppsala och har en storlek på ungefär 8 km². Den basiska hornbländerika s. k. Uppsalagraniten är den dominerande bergarten inom försöksområdet, men även sur och intermediär urgranit förekommer. Ett litet område med diorit ligger omedelbart norr om Bärby station vid Roslagsbanan. Försöksområdet är småkuperat och mellan bergs- och moränkullarna finns företrädesvis leror. Inom trädbevuxna områden dominerar barrskog.

Uppsalagraniten är en grov till medelkornig bergart, som karakteriseras av kvartskornens blå färg. Dess halt av SiO₂ och mikroklin är vanligen mycket högre än den som normalt känneteckna basiska urgraniter, men i gengäld innehåller bergarten oftast betydande mängder hornblände och har dessutom som främsta mineral en för graniter ovanlig basisk plagioklas. Huvudmineral utöver de båda redan nämnda äro kvarts, biotit och mikroklin (Lundegårdh, 1956, s. 42).

Dioriten är här delvis amfibolitisk eller uralitporfyritisk, delvis sekundärt rödfärgad och helt gråvit, plagioklaskvartsdominant (Lundegårdh, 1956, s. 41).

Bärbyområdet ligger inom det geologiska kartbladet »Uppsala» i skalan 1: 50 000 (SGU, Ser. Aa, Nr 199). På Rikets allmänna kartverk finns bildmaterial i tre olika negativskalor över detta område. Flygbildstolkning av berghällar har skett på kontaktkopior från negativ i skalorna 1: 20 000 och 1: 30 000. Dessutom har tolkning skett i diapositiv i skalorna 1: 30 000 och 1: 11 000. De

Tab. 2. Data om använt flygbildsmaterial inom Bärbyområdet

Data of used air photo materials in the Bärby area

Foto <i>Photo-</i> <i>graph-</i> <i>hed</i> <i>by</i>	Bildnummer <i>Photo no.</i>	Kamera <i>f = bränn-</i> <i>vidd (cm)</i> <i>Camera</i> <i>f = focal</i> <i>distance</i>	Flyg- höjd <i>Flying</i> <i>altitude</i>	Skala <i>Scale</i>	Film	Ko- pie- ring <i>Copied</i> <i>by</i>	Fotogr. datum <i>Date of</i> <i>photo</i>	Rel. skuggl. <i>Relative</i> <i>length</i> <i>of</i> <i>shadow</i>
RAK ¹	60 Ic	Wild RC 5	4 600 m	1:30 000	Kodak	RAK	²⁴ / ₈ —60	0.9
	112: 12—13	Ag 29 f = 15			Super XX			
RAK ¹	60 Ib	Wild RC 5	4 600 m	1:30 000	Kodak	RAK	²⁸ / ₈ —60	0.9
	109: 15—17	Ag 29 f = 15			Super XX			
RAK	C 45	Zeiss RMK	4 050 m	1:20 000	Rapid	RAK	²¹ / ₆ —45	1.0
	57: 02—07	f = 20						
RAK ¹	63 580	Wild RC 5	1 680 m	1:11 000	Kodak	RAK	⁴ / ₈ —63	1.2
	21: 01—07	f = 15			Super XX			
RAK ¹	63 580	Wild RC 5	1 680 m	1:11 000	Kodak	RAK	⁴ / ₈ —63	1.2
	22: 01—06	Ag 196 f = 15			Super XX			

¹ diapositiv och papperskopior har använts; *diapositives and paper prints have been used*
RAK = Rikets Allmänna Kartverk. *Geographical Survey Office of Sweden*

sistnämnda tolkningarna har skett i Wild B8 Aviograph. Data om det använda bildmaterialet redovisas i tabell 2.

I plansch 2 presenteras två hällkartor baserade på de nyssnämnda tolkningarna i diapositiv i skalorna 1:30 000 och 1:11 000. I dessa har med frågetecken markerats ytor, som vid tolkningen uppvisat osäkra indikationer för berg i dagen, alltså ett annat och rimligare tillvägagångssätt än i försöksområde I. Den icke uppodlade marken — på kartorna markerad med grå ton — täckes, när det är fråga om större enheter, mestadels av barrskog eller myr, medan de mindre grå »öarna» ute i åkermarken ofta utgöres av hagmark.

Generellt kan sägas, att tolkningen i skalan 1:30 000 måste anses bättre än den i 1:11 000, vilket är anmärkningsvärt och torde bero på att överblicken i terrängen förloras i alltför storskaliga bilder. I fråga om småhällar i skogsmark är dock skalan 1:11 000 överlägsen (t. ex. inom 5 a, 5 b, 6 a och 6 b). I öppnare terräng, speciellt inom hagmarker, är tolkningsresultatet av mindre berghällar ej tillfredsställande i någon av flygbildstolkningarna. Det kan möjligen bero på att torrt gräs på hagmarkerna i vissa fall givit ungefär samma gråton i bilden som de lavklädda berghällarna. En kombination av de båda bildskalorna tycks emellertid ge ett tillfredsställande resultat även i sådana områden (3 e, 4 e, 4 f). De allra minsta hällarna kommer dock ej med. Av de definitivt som berg i dagen tolkade ytorna har i bildskalan 1:30 000 endast tre rena feltolkningar gjorts (3 a, 6 e), d. v. s. ytan har markerats som berghäll utan att berg i dagen över huvud taget förekommer inom markeringen. I skalan 1:11 000 har sex mindre ytor feltolkats som berghällar (6 a, 6 b, 6 c). Det har därvid vanligen varit blockmark, som felaktigt tolkats som berg i dagen. I något fall (6 e i skalan 1:30 000) är skälet i stället att jordtäcket är tunt. 47 % av antalet befintliga berghällar har karterats vid tolkningen i bildskalan 1:11 000 (diapositiv). Procentsiffran för bildskalan 1:30 000 (diapositiv) är 58.

Den geologiska karteringen av berghällar från geologiska bladet »Uppsala» redovisas även i plansch 2, varvid överföring har skett med optisk pantograf. Av planschen framgår, att geologiska kartan ger en kraftigt generaliserad bild av det blottade bergets förekomst. Till en del har detta utan tvekan nödvändiggjorts av publiceringsskalan 1:50 000 och till en del tydligen föranletts av att inritningen i fält skett på underlagskartor i samma skala, där orienteringssvårigheter kan uppstå. Det senare gäller speciellt inom skogsområden. Inom vissa på Uppsalabladet markerade bergblottningar har vid fältkontrollen inte någon håll stått att finna (t. ex. 6 c). 50 % av antalet hällar inom försöksområdet har karterats i »Uppsalabladet» mot 58 % vid flygbildstolkning i 1:30 000 (diapositiv). En motsvarande jämförelse i vad avser ytnoggrannheten har av tids- och kostnadsskäl icke kunnat utföras.

Som ett sammanfattande omdöme av de olika karteringarna kan sägas att tolkningen i 1:30 000 i diapositiv inom Bärbyområdet bäst återger fördelningen av berg i dagen. Detta gäller såväl vid jämförelse med geologiska kartbladet i

»Uppsala» som med här icke redovisade bildtolkningar i papperskopior i 1: 30 000 och 1: 20 000.

III. HORTLAXOMRÅDET

Försöksområdet ligger sydväst om Piteå och sträcker sig från Pitfjärden upp till högsta kustlinjen vid det välkända kalottberget Kalahatten (se översiktskarta i plansch 3). Områdets storlek är cirka 150 km². Bergarten är inom norra delen Linagranit och i södra delen Skiffergneijs. Det lösa jordtäcket inom försöksområdet utgöres till största delen av morän, som ibland är blockrik. Barrskog dominerar över lövskog.

»Linagranitens dominerande beståndsdelar är kvarts, mikroklin och plagioklas. Som framgår av planimetreringen av ett relativt stort antal slippover varierar kvartshalten i regel mellan 15 och 35 vol.-%» (Ödman 1957, s. 79). I tabell på s. 80 i Ödman (1957) redovisas ett prov från en lokal inom försöksområdet (»5 km N om Blåsmark») där den mineralogiska sammansättningen i volymsprocent är 27 % kvarts, 35 % plagiog-

Tab. 3. Data om använt flygbildsmaterial inom Hortlaxområdet

Data of used air photo materials in the Hortlax area

Foto Photo- graph- hed by	Bildnummer Photo no.	Kamera f = bränn- vidd (cm) Camera f = focal distance	Flyg- höjd Flying altitude	Skala Scale	Film	Ko- pie- ring Copied by	Fotogr. datum Date of photo	Rel. skuggl. Relative length of shadow
FV	663	Williamson	10 000 m	1:65 000	Ilford	GIU	⁵ / ₆ —63	1.1
RAK	512: 01—04	F49: 2 f = 15	4 600 m	1:30 000	Hyperpan	RAK	²⁰ / ₈ —58	1.5
	BD 58 219	Wild RC 5						
RAK ¹	c: 06—10	Ag 38 f = 15	4 600 m	1:30 000	Kodak	RAK	²⁷ / ₇ —58	1.0
	BD 58 221	Wild RC 5						
RAK	b: 05—08	Ag 38 f = 15	4 600 m	1:30 000	Kodak	RAK	²⁷ / ₇ —58	1.0
	BD 58 223	Wild RC 5						
RAK	b: 06—08	Ag 38 f = 15	4 600 m	1:30 000	Super XX	RAK	²⁷ / ₇ —58	1.0
	62 Lb	Wild RC 5						
RAK	239: 02—07	Ag 38 f = 15	4 600 m	1:30 000	Gevaert 33	RAK	²² / ₆ —62	0.9
	62 Lc	Wild RC 5						
FV	237: 05—07	Ag 38 f = 15	3 000 m	1:20 000	Ilford	GIU	³⁰ / ₅ —64	1.1
	664	Williamson						
FV	280: 01—56	F49: 2 f = 15	1 500 m	1:10 000	Hyperpan	GIU	³ / ₆ —64	1.1
	664	Williamson						
FV	330: 01—109	F49: 2 f = 15	750 m	1: 5 000	Hyperpan	GIU	²⁹ / ₈ —63	1.8
	663	Williamson						
FV	783: 20—100	F49: 2 f = 15	3 000 m	1: 3 300	Ilford	GIU	¹⁸ / ₆ —63	1.0
	663	Williamson						
	542: 40—157	F52 f = 90			Infraröd- känslig film			

¹ diapositiv och papperskopior har använts; *diapositives and paper prints have been used*

RAK = Rikets Allmänna Kartverk. *Geographical Survey Office of Sweden*

FV = Flygvapnet. *Swedish Air Force*

GIU = Geografiska Institutionen Uppsala. *Department of Geography, Uppsala*

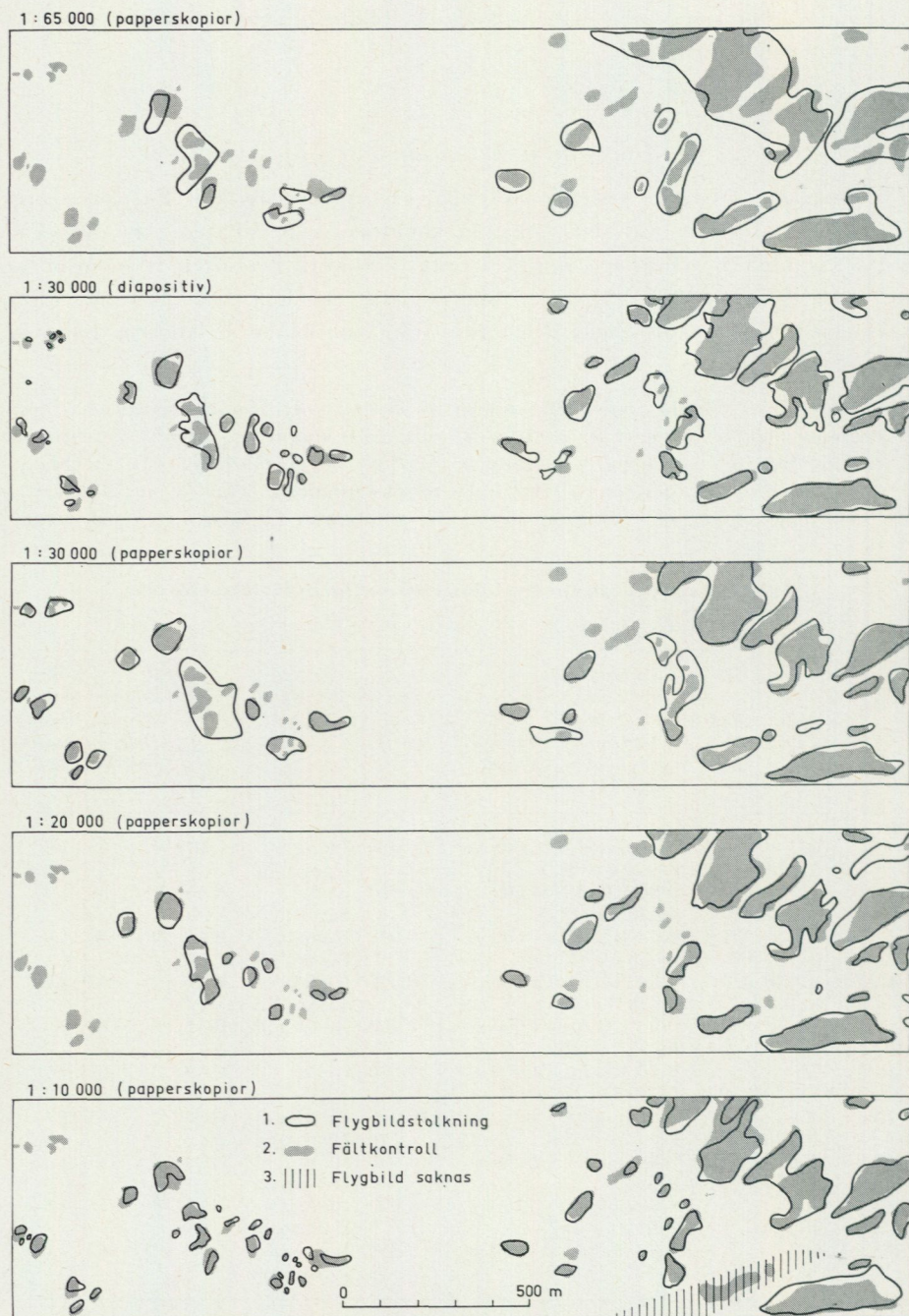


Fig. 7. Flygbildstolkning av berghällar i olika bildskalor inom en provruta från Hortlaxområdet.

Interpretation of bedrock outcrops on different scales within an experimental area of the Hortlax area.

1. Aerial photo interpretation 2. Field check 3. This area is not photographed in the scale 1:10 000.

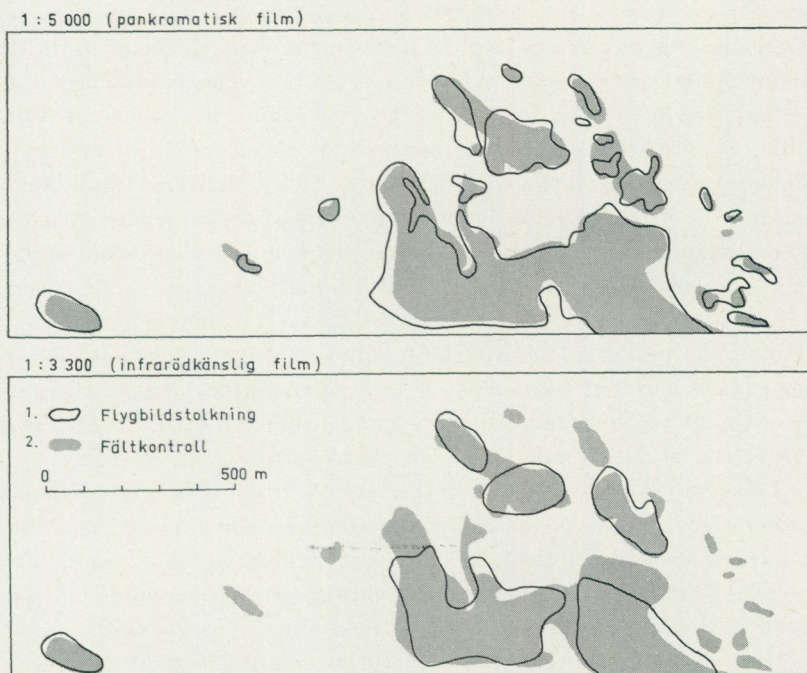


Fig. 8. Flygbildstolkning av berghällar i bildskalorna 1 : 5 000 och 1 : 3 300 i pankromatisk respektive infrarödkänslig film. Provrutan är från Hortlaxområdet.

Interpretation of bedrock outcrops on the picture scales of 1 : 5 000 and 1 : 3 300 in panchromatic and infrared sensitive film, respectively. The area is in the Hortlax area.

1. Aerial photo interpretation; 2. Field check.

klas, 29 % mikroklin, 8 % biotit och 1 % accessoarer. Beträffande skiffergnejsen se Ödman, 1957, s. 31).

Genom tillmötesgående från Norrbottens flygflottilj har specialfotograferingar utförts i betydande utsträckning över Hortlaxområdet. Förutom detta material har bildmaterial från Rikets allmänna kartverk utnyttjats. Flygbildstolkning av berghällar har därför här kunnat ske i ett väl differentierat bildmaterial. I tabell 3 redovisas data om det använda bildmaterialet.

För Hortlaxområdet i dess helhet har flygbildstolkning utförts på papperskopior från pankromatisk film i negativskalorna 1 : 65 000, 1 : 30 000, 1 : 20 000 och 1 : 10 000. För en del av området har dessutom tolkning skett i diapositiv i skalan 1 : 30 000.

För att åskådliggöra hur tolkningsresultatet kan variera med olika bildskalor presenteras i fig. 7 en provruta om ca 1.5 km² ur de olika flygbildstolkade hållkartorna. Man skulle kunna vänta sig, att generaliseringen och misstagen i karteringen blir större ju mindre flygbildsskala som använts. Även andra viktiga faktorer än skalan inverkar dock på tolkningsresultatet, såsom tidigare exemplifierats.

Det framgår, att redan skalan 1 : 65 000 ger en god översiktsbild, även om relativt grova generaliseringar gjorts och en del hållar utelämnats. Tolkningen i 1 : 30 000 i diapositiv ger ett mycket gott resultat och är klart överlägsen tolkningen i samma skala i papperskopior från samma negativ. Tolkningen i skalan 1 : 30 000 i diapositiv och 1 : 10 000 i papperskopior synes av denna provruta vara av ungefär samma kvalitet. Tolkningen i bildskalan 1 : 20 000 är något sämre än i papperskopior i 1 : 30 000. Det skall dock observeras, att de senare fotograferats av Rikets allmänna kartverk med en kamera med högre prestanda än i övriga fall.

En mindre del av Hortlaxområdet — ett 1.5 mil långt stråk — har även flygbildstolkats i papperskopior från en negativskala av 1 : 5 000 respektive 1 : 3 300 i pankromatisk respektive infrarödkänslig film. Tyvärr täcker inte det ifrågasvarande stråket den i fig. 7 presenterade provrutan, varför exemplifieringen i fig. 8 avser en annan provruta inom Hortlaxområdet. Figuren visar, att den infrarödkänsliga filmen är klart underlägsen den pankromatiska vid tolkning av berghållar. Tilläggas skall att provytan är barrskogsbevuxen (jfr s. 8). Skillnaderna i bildskalor torde inte ha någon avgörande betydelse för tolkningsresultatet.

Det har av kostnadsskäl inte bedömts som möjligt, att för någon bildskala presentera tolkningsresultatet för hela det vidsträckta Hortlaxområdet. I plansch 3 presenteras i stället för en del av Hortlaxområdet — omfattande ca 25 km² — resultaten dels från den egna markkarteringen och dels flygbildstolkningen från diapositiv i 1 : 30 000. Jämförelser göres med SGU:s jordartskarta i skalan 1 : 200 000 och SGU:s berggrundskarta i 1 : 400 000 över området. De båda geologiska kartornas hällldata har kunnat hämtas från på SGU befintliga primärkartor i skala 1 : 100 000, vilka välvilligt ställts till förfogande. Överföringen av hällmarkeringarna har skett med optisk pantograf.

Såväl jordarts- som berggrundskartan ger en i hög grad schematisk bild av bergblottningarna. Därvid måste givetvis beaktas, att de uppförstorats inte mindre än fem gånger från den ursprungliga skalan. När det gäller jordartskartan, har dessutom endast sådana berghållar medtagits, som utan uppförstoring är reproducerbara i publiceringsskalan (jfr s. 14). Otvivelaktigt är emellertid de geologiska kartornas avvikelser från den verkliga bilden också i hög grad förorsakad av det glesa observationsnätet. Ändock är försöksområdet relativt lättillgängligt. I berggrundskartan är exempelvis stora hållområden helt utelämnade inom 5 e, f och g och i jordartskartan saknas betydande partier inom 1 d, 3 a och b, 4 a och b och 5 b och c.

Flygbildstolkningen i diapositiv i skalan 1 : 30 000 ger en anmärkningsvärt god överensstämmelse med fältkarteringen. Till detta bidrar den vanligen glesa skogtäcknaden och den goda bildkvalitén. Även småhållar har i denna terräng i stor utsträckning identifierats (t. ex. inom 3 a, 4 a och b). Antalet feltolkningar är få.

Inom Hortlaxområdet har liksom för Bärbyområdet noggrannhetsberäkningar endast tagit fasta på antalet karterade berghållar utan hänsyn till detaljkonfigurationen. Den tidsödande ytmätningen har däremot icke kunnat utföras.

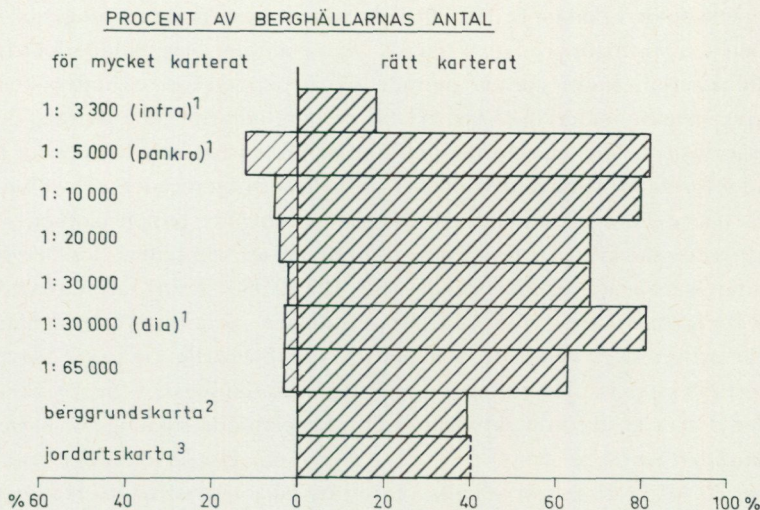


Fig. 9. Karteringsnoggrannhet av berghällar inom Hortlaxområdet.

The precision in mapping bedrock outcrops in different photographic material in the Hortlax area. The precision is measured as the interpreted numbers in percent of the real numbers of outcrops. The right-hand part of the diagram shows the correctly interpreted and the left-hand part the misinterpreted numbers of areas as percentages of the real number of outcrops. The diagram also illustrates the precision of two geological maps.

¹ Endast delar av försöksområdet är flygbildstolkat i denna skala.

Only a part of the experimental area has been interpreted on this scale.

² SGU, Ser. Ca, Nr 41 publicerad i skalan 1 : 400 000.

Published on the scale of 1 : 400 000.

³ SGU, Ser. Ca, Nr 39 publicerad i skalan 1 : 200 000.

Published on the scale of 1 : 200 000.

Beräkningarna har utförts inom hela försöksområdet, alltså inte endast i den del som plansch 3 återger. Detta gäller dock icke om tolkningarna i 1: 3 300, 1: 5 000 och 1: 30 000 (diapositiv), där endast en del av försöksområdet flygbildstolkats. Resultatet av beräkningarna framgår av fig. 9.

Tolkningen i skalan 1: 3 300 (infrarödkänslig film) resp. 1: 5 000 (pankromatisk film) har skett inom samma delområde och är således sinsemellan helt jämförbara. Tolkningsresultatet i *infrarödkänslig film i skalan 1: 3 300* är som redan framgått av fig. 8 anmärkningsvärt dåligt. I bilder från *pankromatisk film i skalan 1: 5 000* är tolkningsresultatet betydligt bättre. 80 % av befintliga hållar har identifierats, men det skall påpekas, att antalet feltolkade icke existerande hållar är ganska stort i denna skala (fig. 9).

Rena feltolkningar blir mindre vanliga i *skalan 1: 10 000* utan att frekvensen rätt karterade hållar minskar i jämförelse med skalan 1: 5 000.

Noggrannheten i tolkningen med avseende på antalet karterade hållar i papperskopior från pankromatisk film är likartad i *skalorna 1: 20 000 och 1: 30 000* och något sämre än i skalan 1: 10 000. Om tolkningen i 1: 30 000 i stället sker i *diapositiv* i karteringsinstrument, blir resultatet t. o. m. något bättre

än i papperskopior i skalan 1: 10 000. I diapositiv har en yta av ungefär 25 km² tolkats och som framgår av fig. 9 har 82 % av antalet berghällar identifierats i detta bildmaterial. Inom samma område har i papperskopior under stereoskop från samma negativmaterial endast 69 % av berghällarna identifierats. Motsvarande procentsiffra för hela Hortlaxområdet är 68, varför det i diapositiv tolkade delområdet förefaller vara representativt för hela försöksområdet, och tolkningen i diapositiv måste därför anses klart överlägsen tolkningen i papperskopior.

I fig. 9 redovisas även karteringsnoggrannheten av berghällar hos berggrunds- och jordartskartorna, uppförstorade till 1:10 000 från primärkartorna i 1:100 000. Jordartskartan redovisar, som tidigare nämnts, inte berghällar om de inte är »tillräckligt stora att utan alltför stor överdrift återges i kartskalan» (Fromm 1965, s. 93). Jämförelsen med flygbildstolkningen i fig. 9 är därför, vad gäller denna karta, inte rättvisande. En specialundersökning av karteringen av hällområden större än 8 000 m² (jfr s. 14) inom Hortlaxområdet visar dock, att endast 70 % av dessa större hällar karterats på jordartskartan. Hällar av den storleksordningen har identifierats hundraprocentigt i samtliga inom området använda flygbildsskalor.

IV. VITTANGIOMRÅDET

Försöksområdet bildar ett ungefär 2.5 km brett stråk kring landsvägen mellan Svappavaara och Vittangi och har en yta av ungefär 60 km². Skogtäcknaden

Tab. 4. Data om använt flygbildsmaterial inom Vittangiområdet

Data of used air photo materials in the Vittangi area

Foto <i>Photo-graphy</i> by	Bildnummer <i>Photo no.</i>	Kamera f = brännvidd (cm) <i>Camera</i> f = focal distance	Flyg- höjd <i>Flying</i> altitude	Skala <i>Scale</i>	Film	Ko- pie- ring <i>Copied</i> by	Fotogr. datum <i>Date of</i> photo	Rel. skuggl. <i>Relative</i> length of shadow
RAK	63 Kg	Wild RC 5	4 600 m	1:30 000	Gevaert 33	RAK	³⁰ / ₇ —63	1.4
	289: 07—08	Ag 38 f = 15						
RAK	62 Kf	Wild RC 5	4 600 m	1:30 000	Gevaert 33	RAK	²² / ₉ —62	2.0
	287: 11—13	Ag 38 f = 15						
RAK	62 Kh	Wild RC 5	4 600 m	1:30 000	Kodak	RAK	³ / ₁₀ —62	2.7
	289: 08—10	Ag 38 f = 15			Plus X			
RAK	62 Ki	Wild RC 5	4 600 m	1:30 000	Kodak	RAK	⁴ / ₁₀ —62	2.8
	290: 07—09	Ag 38 f = 15			Plus X			
RAK	62 Kj	Wild RC 5	4 600 m	1:30 000	Gevaert 33	RAK	³ / ₁₀ —62	3.2
	290: 07—09	Ag 38 f = 15			Kodak			
RAK	BD 63 381	Wild RC 5	2 000 m	1:13 100	Kodak	RAK	²⁷ / ₆ —63	1.0
	01 a: 04—11	Ag 196 f = 15			Super XX			
RAK	BD 63 381	Wild RC 5	20 000 m	1:13 100	Kodak	RAK	²⁷ / ₆ —63	1.0
	02 a: 01—11	Ag 196 f = 15			Super XX			

RAK = Rikets Allmänna Kartverk. *Geographical Survey Office of Sweden*

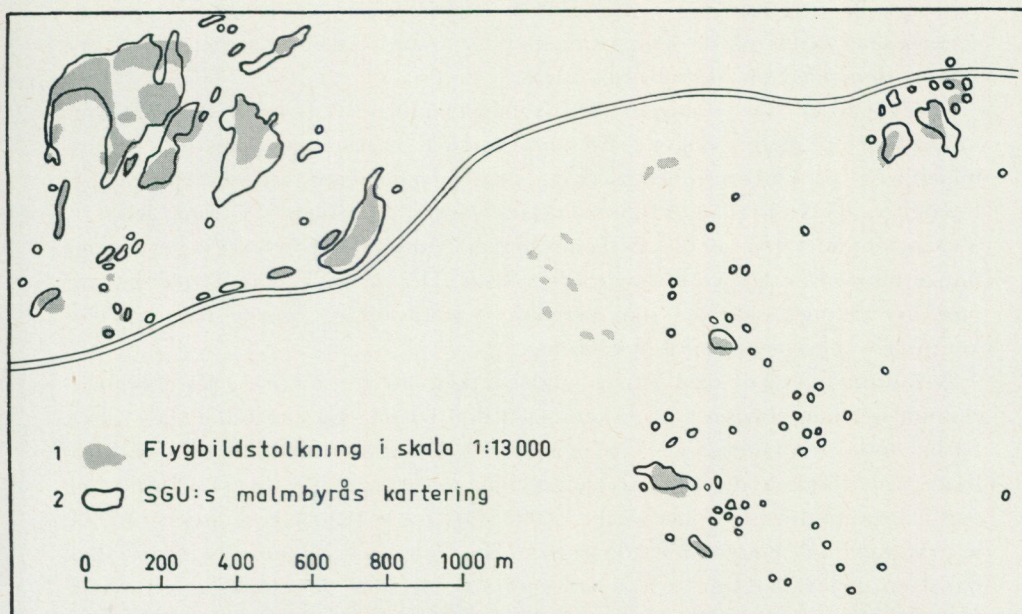


Fig. 10. Hällkarta över provruta från Äijäjänkkä inom Vittangiområdet. Jämförelser mellan flygbildstolkning och SGU:s Malmbyrås kartering i skala 1 : 20 000.

Map of bedrock outcrops in an experimental area within the Vittangi area. 1. Interpretation on aerial photographs in the scale of 1 : 13 000. 2. Detailed field mapping by SGU on the scale of 1 : 20 000.

är mycket gles. Av SGU:s berggrundskarta framgår, att berggrunden är av varierande art inom försöksområdet och bl. a. omfattar granit, kvartsit, diorit och basiska vulkaniter. Vittangiområdet ligger inom de av SGU:s Malmbyrå upprättade detaljerade hällkartorna i skalan 1 : 20 000 (jfr s. 16).

Flygbildstolkning har skett i skalorna 1 : 13 000 och 1 : 30 000. Data om det använda bildmaterialet redovisas i tabell 4.

Arbetsättet har inom Vittangiområdet varit något annorlunda än inom tidigare behandlade försöksområden. Sålunda har författaren inte utfört egna fältarbeten utan flygbildstolkningsresultaten har jämförts med Malmbyrås hällkartor i skalan 1 : 20 000 med hänsyn tagen till en fältkontroll, som utförts av SGU:s kartörer efter flygbildstolkningen på lokaler där avvikelser förelegat.

Jämförelsen ger vid handen, att skalan 1 : 13 000 är överlägsen skalan 1 : 30 000, speciellt vad gäller hällar mindre än ca 2 000 m², som ofta förbigåtts i den sistnämnda skalan. Överensstämmelsen mellan flygbildstolkning i 1 : 13 000 och Malmbyrås hällkarta är ganska god vad gäller hällar större än ca 1 000 m². För publicering har i fig. 10 utvalts en yta på ca 4 km² kring Äijäjänkkä inom Vittangiområdet, i vilken bildtolkning i skalan 1 : 13 000 jämföres med Malmbyrås karta. Det skall observeras, att de minsta av hällmarkeringarna i Malmbyrås kartering är att betrakta som symboler för småhällar och således inte är

ytriktiga. Bortsett från dessa ytor är överensstämmelsen ganska god. Uppmärksamhet skall fästas på de hållpartier som författaren tolkat som berghällar och som ej finns med på Malmbyråns kartor.

Dessa partier har vanligen vid flygbildstolkningen markerats med »svaga indikationer på berg i dagen». Ett antal sådana markeringar finns mitt i kartbilden i fig. 10. Fältkontrollen av SGU:s kartörer har visat, att feltolkningar här föreligger, då ytorna består av lavtäckta jordkullar. Även i övriga delar av Vittangiområdet har av de fältkontrollerade ytorna med beteckningen »svaga indikationer» samtliga visat sig vara feltolkade. Det rör sig genomgående om små ytor. Av de med säkerhet som berghäll flygbildstolkade ytorna har vid fältkontrollen ej påvisats någon feltolkning.

Avslutningsvis skall med skärpa understrykas, att för att nå goda tolkningsresultat bör bildtolkaren vara bekant med den terrängtyp som tolkningen avser. Så har inte varit fallet inom Vittangiområdet. Detta förhållande kan dock ingalunda helt förklara det dåliga resultatet av tolkningen i skalan 1:30 000 och vad gäller mindre hållar även i 1:13 000. Det torde kunna konstateras, att vid upprättande av detaljerade hållkartor av den typ, som Malmbyrån framställer, där även små hållar kan vara av stort intresse, det inte är tillfyllest med enbart flygbildstolkning. Gränsen för hundraprocentig identifiering i olika bildskalor belyses senare i denna uppsats. Redan nu skall dock sägas, att man måste räkna med en viss osäkerhet vid flygbildstolkning av små hållar. Genom att låta flygbildstolkning i stereoskop föregå markkarteringen torde dock områden, där hållar över huvud taget förekommer, kunna inringas. Med stöd härav kan rutterna i fält bättre planeras.

En specialundersökning av identifieringsmöjligheternas beroende av hållstorlek och flygbildsskala

För att fastställa hur identifierbarheten av berghällar i olika storleksklasser varierar vid tolkning i olika flygbildsmaterial har förf. genomfört en specialundersökning inom Lilla Edet- och Hortlaxområdena. Målsättningen har därvid varit att söka fastställa gränsen för hundraprocentig identifiering av berghällar av varierande storlek i olika flygbildsskalor. En jämförelse göres även mellan resultatet av flygbildstolkning och geologiska karteringar. Tolkningarna av berghällarna i flygbilder har skett före fältkontrollen. Med identifiering av en berghäll menas härvid, att ytan tolkats som berghäll och att detta bekräftats vid efterföljande fältkontroll. Om det gällde möjligheten att hitta en hållyta i bilden efter det att den konstaterats i fält skulle resultatet bli ett helt annat, då redan mycket små hållar framträder med ljus gråton i pankromatiska bilder. För identifiering av en berghäll enligt ovan krävs dock andra indikationer än gråtonen

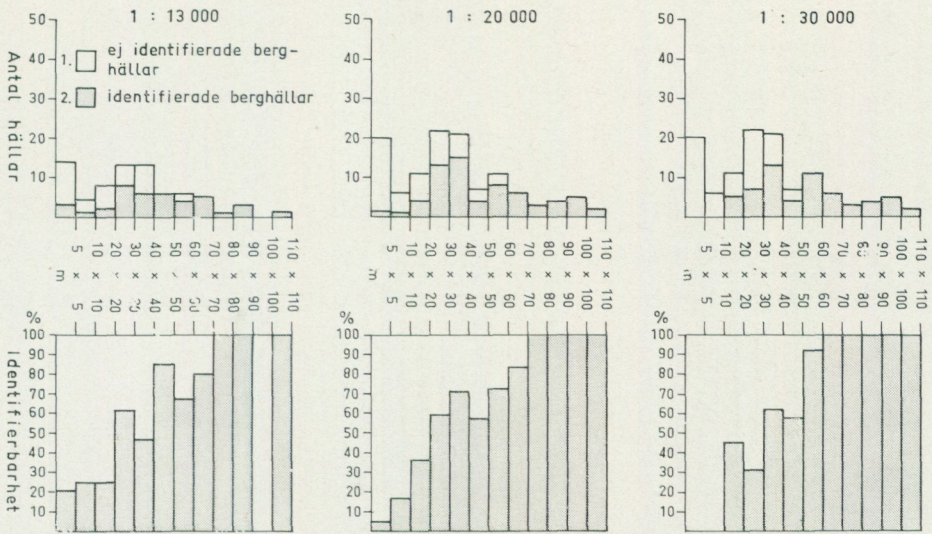


Fig. 11. Identifierbarhet av berghällar vid tolkning i olika flygbildsmaterial inom Lilla Edetområdet. I skalan 1 : 13 000 har 80 hållar undersökts och i 1 : 20 000 och 1 : 30 000 är antalet 118. I skalan 1 : 13 000 saknas hållar i storleksklassen 90 × 90—100 × 100 m.

Identification of bedrock outcrops by interpretation of different aerial photographic materials in the Lilla Edet area. 80 outcrops have been examined on the scale of 1 : 13 000. On the scales of 1 : 20 000 and 1 : 30 000 the number is 118.

1. Not identified; 2. Identified outcrops.

(jfr s. 8). Vid den aktuella bildtolkningen har inga tveksamma fall markerats. När intet annat påpekas, har tolkningen skett i papperskopior i negativskalan i Old Delft Scanning Stereoscope. Flygbildsmaterialet är identiskt med det i tabellerna 1 och 3 redovisade. I samband med fältkontrollerna inom Lilla Edet- och Hortlaxområdet insamlades data om ytstorleken hos 118 respektive 122 berghällar. Endast klart begränsade berghällar utvaldes i denna specialundersökning. Ytan bestämdes för de små hållarna genom stegning efter generalisering till olika geometriska figurer. De större hållarnas ytor mättes med millimeterpapper efter noggrant införande av dem på ekonomiska kartbladet. Ytbestämningen är således ganska approximativ. Urvalet av uppmätta berghällar har skett slumpartat. De små hållarna är dock antalsmässigt överrepresenterade. Förutom data om ytan noterades uppgifter om lav- och mosstäcknad och omgivande vegetation. Härom skall endast sägas att hållarna som regel hade en lav- och mosstäcknad på uppskattningsvis 70—90 % av ytan. Det insamlade materialet är på denna punkt för litet för att medge statistisk bearbetning.

I fig. 11 (Lilla Edetområdet) och fig. 12 (Hortlaxområdet) redovisas antalet undersökta hållar i varje storleksklass och antalet identifierade hållar vid tolkning i olika bildmaterial. Materialet har klassindelats i 12 storleksklasser. Ytorna har därvid omvandlats till tänkta kvadratiska ytor. Klassbredden är 10 meters

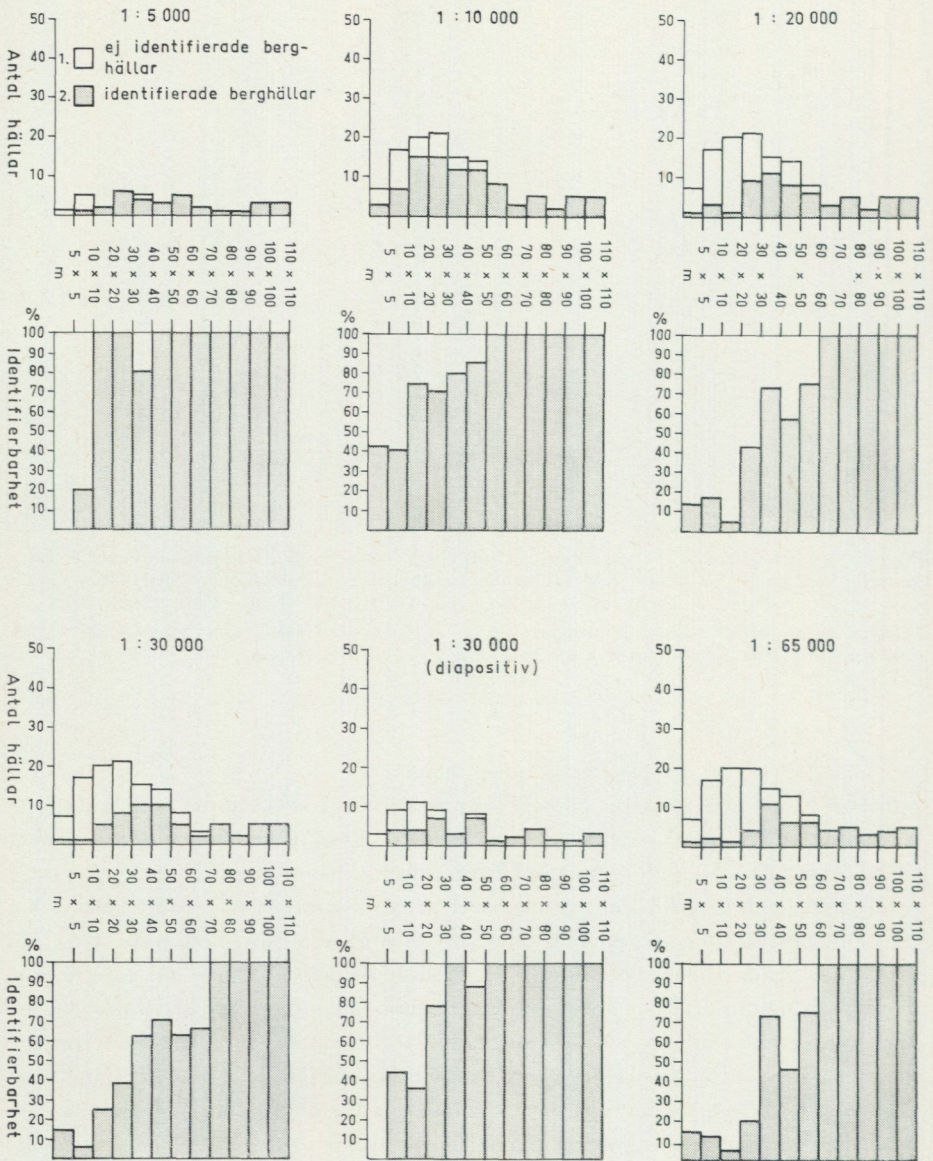


Fig. 12. Identifierbarhet av berghällar vid tolkning i olika flygbildsmaterial inom Hortlaxområdet. I skalan 1 : 5 000 och 1 : 30 000 (diapositiv) är antalet undersökta hållar 37 respektive 56. Övriga diagram bygger på 122 undersökta hållar.

Identification of bedrock outcrops by interpretation of different aerial materials in the Hortlax area. On the scales 1 : 5 000 and 1 : 30 000 (diapositive) 37 and 56 outcrops, respectively, were examined. The other diagrams are based on 122 observations.

1. Not identified 2. Identified outcrops

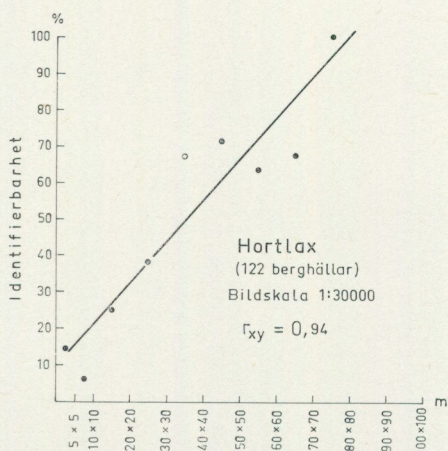
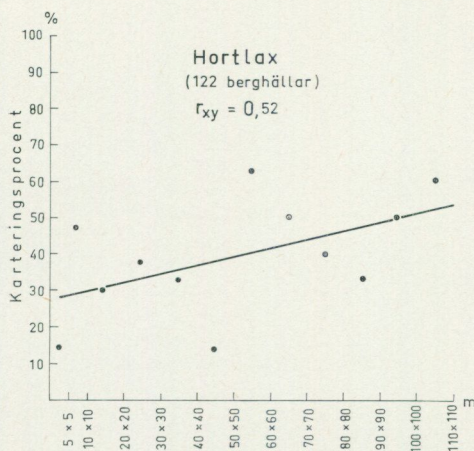


Fig. 13 a. Karteringsprocent av berghällar i berggrundskartan (SGU, Ser. Ca, Nr 41). Exempel på regressionslinje med låg korrelationskoefficient (r_{xy}).

Mapping percentage of bedrock outcrops in SGU, Ser Ca, Nr 41. An example of a linear regression with a low correlation coefficient (r_{xy}).

Fig. 13 b. Identifierbarhet av berghällar i flygbildsskalan 1 : 30 000. Exempel på regressionslinje med hög korrelationskoefficient (r_{xy}).

Identification of bedrock outcrops in aerial photographs on the scale of 1 : 30 000. An example of a linear regression with a high correlation coefficient (r_{xy}).

kvadratsida, med undantag för de två lägsta klasserna, där klassbredden är 5 meters kvadratsida. Inom vissa klasser är antalet observationer tyvärr mycket lågt. I diagrammen redovisas även identifierbarheten uttryckt som identifierade hållar i procent av antalet förekommande inom respektive klass. Ur dessa diagram kan utläsas vid vilken ungefärlig hållstorlek hundraprocentig identifiering sker i olika bildmaterial och hur stor del av småhällarna som blir karterade, om hållkartan enbart grundar sig på flygbildstolkning. Diagrammen skall här inte närmare kommenteras. Jämförelser mellan olika bildmaterial göres i det följande avsnittet.

För att undersöka om identifierbarheten av berghällar vid flygbildstolkning utgör en linjär funktion av hållstorleken har förf. markerat identifierbarheten i ett koordinatsystem med en punkt i klassmitten för varje storleksklass. Den så uppkomna punktsvärmarna har med minsta kvadratmetoden utjämnats till en rät linje — regressionslinje. Som en test av graden av samband mellan de två variabelernas identifierbarhet och hållstorlek — egentligen uttryckt som kvadratroten av ytan — har korrelationskoefficienten (r_{xy}) beräknats enligt Pearson's korrelationsformel. Definitionen för r_{xy} är sådan att den kan anta värden mellan +1 och -1. En korrelation på +1 innebär att sambandet är fullständigt mellan de två variabelerna (Henrysson, 1961, s. 51).

Fig. 13 a ger ett exempel på en linje med relativt låg korrelationskoefficient. Att sambandet mellan hållstorlek och förekomst på berggrundskartan är litet

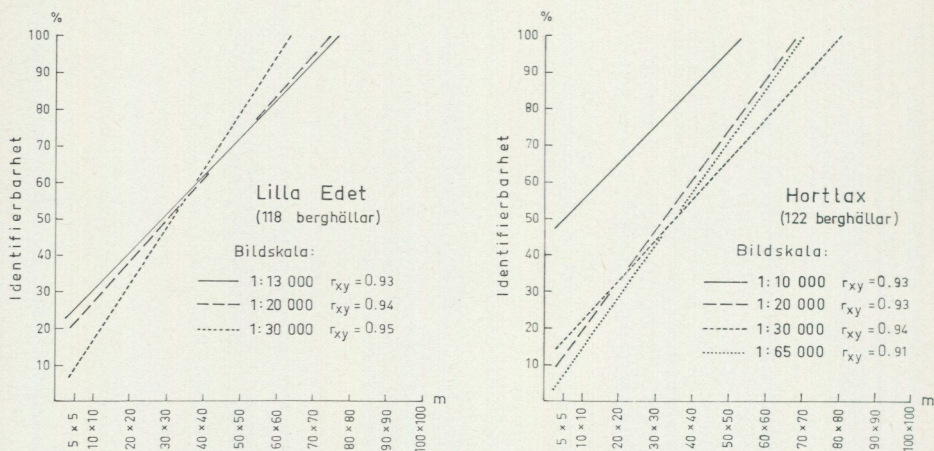


Fig. 14 a. Identifierbarhet av berghällar vid tolkning i olika flygbildsskalor inom Lilla Edetområdet.

Identification of bedrock outcrops by interpretation of aerial photographs with different scales within the Lilla Edet area.

Fig. 14 b. Identifierbarhet av berghällar vid tolkning i olika flygbildsskalor inom Hortlaxområdet.

Identification of bedrock outcrops by interpretation of aerial photographs with different scales within the Hortlax area.

beror givetvis på att andra faktorer, som t. ex. avstånd till vägar, har påverkat karteringen. Den höga korrelationskoefficienten i fig. 13 b anger, att det linjära sambandet mellan hållstorlek och möjlighet till identifiering i flygbild är stort. Detta trots att andra faktorer som skogtäcknadsgrad, avskärmning, moss- och lavtäcknad m. m. påverkar identifierbarheten. Vid utjämning till regressionslinjer har endast värden till och med gränsen för konstant hundraprocentig identifiering medräknats. I fig. 14 a och b har regressionslinjer för olika bildskalor sammanförts för att möjliggöra jämförelser av identifieringsmöjligheterna. Korrelationskoefficienterna är för samtliga linjer mycket höga vilket visar att identifierbarheten verkligen är en linjär funktion av hållstorleken. Av fig. 14 a och b framgår även gränsen för hundraprocentig identifiering. Inom Lilla Edetområdet uppnås denna vid en hållstorlek av 3 600—4 900 m² i skalorna 1:13 000, 1:20 000 och 1:30 000 vid användande av papperskopior vid tolkningen. Inom Hortlaxområdet gäller ungefärligen samma värden för skalorna 1:20 000, 1:30 000 och 1:65 000. Bildskalan 1:10 000 ger här dock total identifiering redan vid 2 500 m². Man kan alltså konstatera, att vid kartering av hållar större än 70 × 70 m är identifierbarheten ungefärligen densamma i skalorna 1:13 000—1:65 000 och att en liten förbättring sker först i skalan 1:10 000. Detta gäller inte enbart gränsvärdet för total identifiering utan i princip för samtliga hållstorlekar med undantag för de allra minsta (jfr fig. 11 och 12).

En jämförelse mellan identifieringen från papperskopior i stereoskop i skalan

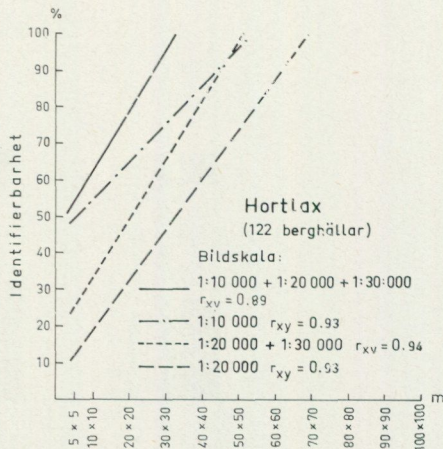
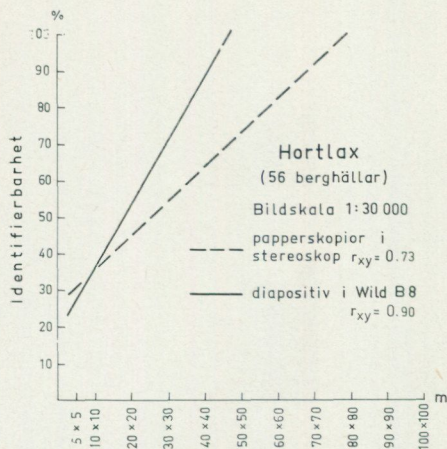


Fig. 15. Jämförelse mellan identifierbarheten av berghällar i papperskopior och diapositiv från negativskalan 1 : 30 000.

Comparison of the identification of bedrock outcrops on paper prints in the stereoscope (— — —) and diapositives in the Wild B8 (—) on the negative scale of 1 : 30 000.

Fig. 16. Jämförelse mellan identifierbarheten vid tolkning i enstaka bildskalor och kombinationer av bildskalor.

Comparison of identification on a single scale and repeated interpretation of the same area on different scales.

1 : 30 000 och diapositiv av samma negativmaterial i Aviograf Wild B8 ger vid handen, att diapositiven är klart överlägsna, då total identifiering sker redan vid storleken 2 500 m² (fig. 15). Resultatet grundar sig endast på 56 observationer, vilket givetvis påverkar r_{xy} -värdena (jfr fig. 14 b).

Om tolkningsmöjligheterna skulle förbättras vid en upprepad tolkning i olika flygbildsmaterial har undersökts genom den sammanställning av tolkningsresultaten vid olika kombinationer av bildskalor inom Hortlaxområdet som presenteras i fig. 16. En registrering sker, om identifiering ägt rum i någon av de i kombinationen ingående skalorna. Resultatet vid en kombination av tolkningar visar sig vara bättre än resultatet vid tolkning i den bästa av i kombinationen ingående skalorna. Detta torde bl. a. bero på att flygstråken ligger olika, varför avskärmningen kommer att verka med varierande styrka i skilda områden. En upprepad tolkning, där bilder från olika fotograferingar finns att tillgå, är således att rekommendera.

I fig. 17 och 18 lämnas en fylligare sammanställning av hur identifieringsmöjligheterna av berghällar varierar inom storleksgrupperna vid tolkning i olika skalor och kombinationer av skalor inom Lilla Edet- respektive Hortlaxområdet. För att möjliggöra jämförelser med geologiska karteringar har i figurerna även införts karteringsprocenten för dessa. Figurerna utgör en sammanfattning av tidigare presenterade figurer, varför de här endast skall kommenteras med avseende på jämförelsen med de geologiska kartorna. Det goda resultatet i jordartskartan

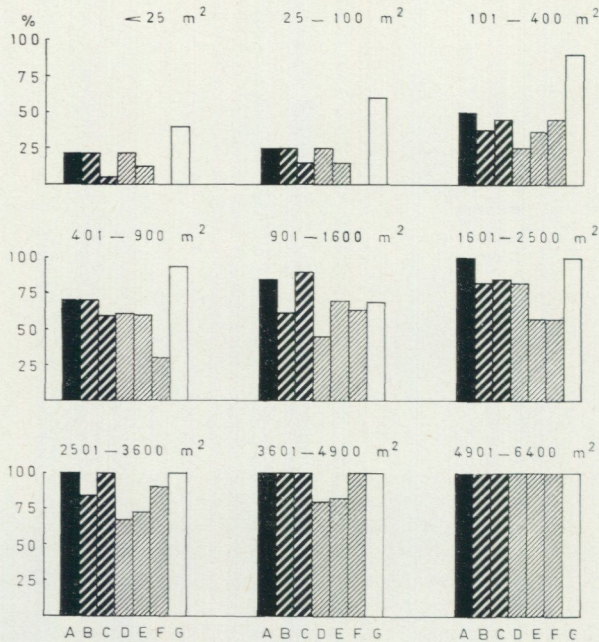


Fig. 17. Identifierbarhetens beroende av hällstorlek, flygbildsskala och antal tolkningar inom Lilla Edetområdet. Jämförelser göres med jordartskartan SGU, Ser. Ba, Nr 20. 118 berghällar har undersökts (endast 80 i skalan 1 : 13 000). Alla tolkningar gjorda i papperskopior.

Identification of bedrock outcrops in the Lilla Edet area. The dependence on the scale of the aerial photographs the size of the outcrops and the numbers of interpretations are illustrated in this diagram. Comparison is made with SGU, Ser. Ba, Nr 20. 118 outcrops were examined (only 80 on the scale 1 : 13 000). All interpretations were made in paper prints.

- A Identifierade i minst en av skalorna 1 : 13 000, 1 : 20 000, 1 : 30 000.
Identified on at least one of the scales 1 : 13 000, 1 : 20 000, 1 : 30 000.
- B Identifierade i minst en av skalorna 1 : 13 000, 1 : 20 000.
Identified on at least one of the scales 1 : 13 000, 1 : 20 000.
- C Identifierade i minst en av skalorna 1 : 20 000, 1 : 30 000.
Identified on at least one of the scales 1 : 20 000, 1 : 30 000.
- D Identifierade i skalan 1 : 13 000.
Identified on the scale 1 : 13 000.
- E Identifierade i skalan 1 : 20 000.
Identified on the scale 1 : 20 000.
- F Identifierade i skalan 1 : 30 000.
Identified on the scale 1 : 30 000.
- G Karterade i jordartskartan SGU, Ser. Ba, Nr 20 i skalan 1 : 20 000.
Mapped on the soil map SGU, Ser. Ba, Nr 20 in the scale 1 : 20 000.

över Götaälvdalen (fig. 17) torde till stor del bero på generaliseringar. Dessas negativa effekt för ytriktigheten har tidigare demonstrerats i fig. 6. Beräkningarna har vad gäller Hortlaxområdet (fig. 18) gjorts på primärmaterialet till de geologiska karteringarna i skalan 1 : 100 000. Jämförelser med jordartskartan är som tidigare nämnts rättvisande endast för berghällar större än ca 8 000 m² (jfr sid. 14). Att även en del mindre hällar har karterats i denna karta beror på, att de ofta inneslutits i större hällområden vid generaliseringar.

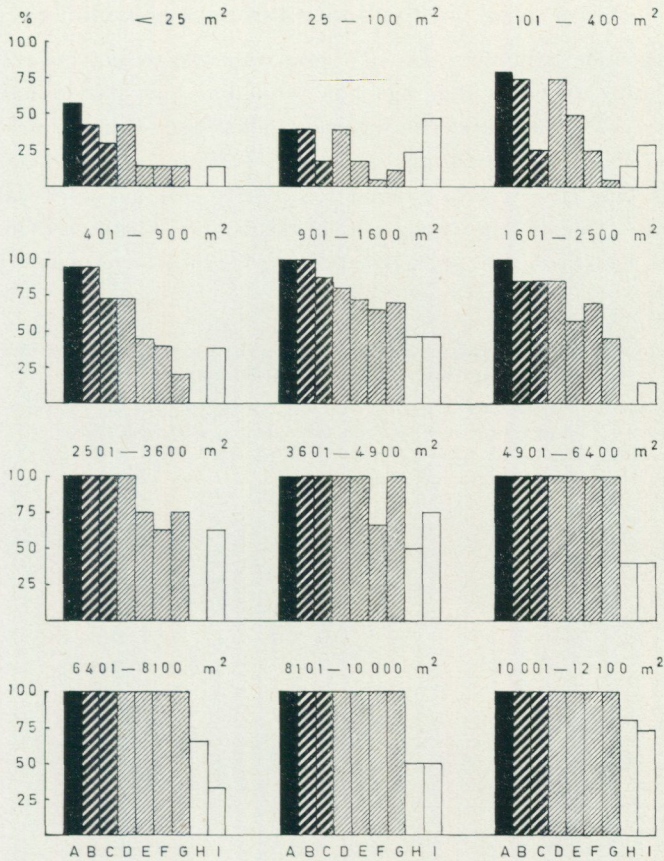


Fig. 18. Identifierbarhetens beroende av hållstorlek, flygbildsskala och antal tolkningar inom Hortlaxområdet. Jämförelse med berggrundskarta och jordartskarta. 122 berghällar har undersökts. Alla tolkningar har gjorts i papperskopior.

Identification of bedrock outcrops in the Hortlax area. The dependence on the scale of the aerial photos, the size of the outcrops and the numbers of interpretations are illustrated in this diagram. Comparison was made with two geological maps. 122 outcrops were examined. All interpretations were made in paper prints.

- A Identifierade i minst en av skalorna 1 : 10 000, 1 : 20 000, 1 : 30 000.
Identified on at least one of the scales 1 : 10 000, 1 : 20 000, 1 : 30 000.
- B Identifierade i minst en av skalorna 1 : 10 000, 1 : 20 000.
Identified on at least one of the scales 1 : 10 000, 1 : 20 000.
- C Identifierade i minst en av skalorna 1 : 20 000, 1 : 30 000.
Identified on at least one of the scales 1 : 20 000, 1 : 30 000.
- D Identifierade i skalan 1 : 10 000.
Identified on the scale 1 : 10 000.
- E Identifierade i skalan 1 : 20 000.
Identified on the scale 1 : 20 000.
- F Identifierade i skalan 1 : 30 000.
Identified on the scale 1 : 30 000.
- G Identifierade i skalan 1 : 65 000.
Identified on the scale 1 : 65 000.
- H Karterade i SGU, Ser. Ca, Nr 39 publicerad i skalan 1 : 200 000.
Mapped in SGU, Ser. Ca, Nr 39 published in the scale 1 : 200 000.
- I Karterade i SGU, Ser. Ca, Nr 41 publicerad i skalan 1 : 400 000.
Mapped in SGU, Ser. Ca, Nr 41 published in the scale 1 : 400 000.

Tidsåtgång vid flygbildstolkning av berghällar

I de föregående kapitlen i denna uppsats har frågan om noggrannheten vid flygbildstolkning av berghällar ingående behandlats och därvid har jämförelser gjorts med geologiska markkarteringar av olika slag. Genom specialundersökningen i det föregående avsnittet har särskilt behandlats möjligheten att identifiera mindre berghällar i olika bildmaterial. För en bedömning av värdet av flygbildstolkningen i dessa sammanhang är kostnadssidan givetvis av största intresse. Därvid skall beaktas å ena sidan den tid som flygbildskarteringen (tolkning och

Tab. 5. Översikt över tidsåtgång vid olika arbetsmoment vid hällkartering inom Lilla Edet-, Bärby- och Hortlaxområdena

Summary of used time in different moment of the mapping of bedrock outcrops from air photos in the Lilla Edet, Bärby and Hortlax area

flygbildsskala scale of air photos	negativformat (cm) size of negatives	tolkad yta i km ² interpreted area	antal modeller number of models	tid för bildtolkning, timmar time of interpretation, hours	tid för överföring från bild till karta time of transferrig from air photo to map timmar hours	total tid för flygbildskartering total time of mapping from air photos timmar hours	karteringshastighet, km ² /tim. mapping rate, km ² /hour	karteringshastighet, modell/tim. mapping rate, model/hour	fältkontroll efter bild- tolkning field control after inter- pretation	
									tid i tim- mar time in hours	km ² / tim km ² / hours
<i>Lilla Edet</i>										
1:30 000	23 × 23	30	5	4.5	3.5	8.0	3.8	0.6	40	0.75
1:20 000	30 × 30	30	5	6.0	3.5	9.5	3.2	0.5		
1:13 000	23 × 23	15	6	5.0	4.0	9.0	1.7	1.5		
1: 6 000	23 × 23	9	18	4.0	5.0	9.0	1.0	2.0		
<i>Bärby</i>										
1:30 000	23 × 23	9	1	1.0	1.0	2.0	4.5	0.5	50	0.18
1:30 000										
diapositiv	23 × 23	9	1	1.5	—	1.5	6.0	0.7		
1:20 000	30 × 30	9	2	1.5	1.5	3.0	3.0	0.7		
1:11 000	23 × 23	9	8	8.0	—	8.0	1.1	1.0		
<i>Hortlax</i>										
1:65 000	23 × 23	150	4	2.5	5.0	7.5	20.0	0.5	120	1.25
1:30 000	23 × 23	150	12	4.5	8.0	12.5	12.0	1.0		
1:30 000										
diapositiv	23 × 23	25	1	3.0	—	3.0	8.3	0.3		
1:20 000	23 × 23	150	37	6.0	10.5	16.5	9.1	2.3		
1:10 000	23 × 23	150	92	8.5	10.5	19.0	7.9	4.8		
1: 5 000										
pankro	21.5 × 18	24	80	4.5	8.0	12.5	1.9	6.4		
1: 3 300										
infra	21.5 × 18	14	117	3.0	4.0	7.0	2.0	16.7		

överföring till underlagskarta) kräver och å andra sidan tiden för nödvändiga fältkontroller. När det gäller det sistnämnda, kan utan varje tvekan betydande vinster göras, då kontrollen i stort kan inskränkas till de tveksamma fallen. Fältarbetet går också snabbare, då hållmarkeringarna redan finns införda på underlagskartan. Vid kontrollen behöver endast konstateras, om tolkningen är riktig och erforderliga korrektioner av detaljkonfigurationen utföras. En fördel är, att flygbildstolkningen kan ske oberoende av årstid och väderlek.

Tidsåtgången för flygbildskarteringen i de olika flygbildsskalorna redovisas i tabell 5, där en uppdelning av tiden på själva flygbildstolkningen och överföringen till underlagskartan har gjorts. Tiden för överföring bortfaller vid tolkning av diapositiv i karteringsinstrument. I tiden för bildtolkning har då inräknats inläggning och orientering av diapositiven i Wild B8. I tabellen redovisas också ungefärlig bildtolkad yta och antalet stereomodeller som bearbetats. I vissa fall har endast delar av en stereomodell tolkats, men då inläggning under stereoskop och orientering i bildomteknare respektive karteringsinstrument tar en stor del av karteringstiden, är det motiverat att redovisa hela antalet stereomodeller.

Data om tiden för att kartera berghällarna vid jordartskartering utan föregående flygbildstolkning är svåra att redovisa, då många andra objekt samtidigt karteras vid en dylik. Den i tab. 5 upptagna tiden för fältkontroll ger inget mått på tidsåtgången vid hittills gängse jordartskartering. Utan föregående intensiv flygbildstolkning skulle nämligen ett mycket tätt rutnät ha erfordrats för att ge samma noggrannhet som vid det nu praktiserade tillvägagångssättet och tidsåtgången för fältarbetet skulle därför blivit långt större. En uppfattning om längden på rutterna vid de utförda fältkontrollerna av samtliga tolkade och tidigare karterade ytor ger planscherna 1—3, där flertalet av de uppsökta ytorna finns markerade. Det skall observeras att plansch 3 endast redovisar hållblottningar för en del av Hortlaxområdet.

Av tab. 5 framgår vidare, att vid flygbildstolkning från papperskopior en betydande del av tiden åtgår till överföring från flygbild till underlagskarta. Vid kartering i storskaliga bilder måste den tidsödande orienteringen av bilden vid överföringen upprepas många gånger, beroende på att varje bild täcker en liten yta. Det kan synas märkligt, att överföringen från bilder i t. ex. 1: 10 000 och 1: 20 000 inom Hortlaxområdet tar samma tid. Det beror dock på att överföringen endast sker från bilder med markerade berghällar och att antalet sådana bilder råkat bli ungefär det samma i de båda skalorna. Vid tolkningen måste däremot samtliga stereomodeller genomgå, varför tolkningstiden normalt blir längre i skalan 1: 10 000 än i 1: 20 000.

Karteringshastigheten vid flygbildstolkning i olika skalor och vid efterföljande fältkontroll redovisas i fig. 19 för Lilla Edet-, Bärby- och Hortlaxområdena. Karteringshastighetens beroende av skalfaktorn framgår tydligt. Skillnaderna mellan Hortlaxområdet och de två andra försöksområdena är påtaglig. Till en väsentlig del kan detta bero på att terrängen inom Hortlaxområdet är mera lättolkad

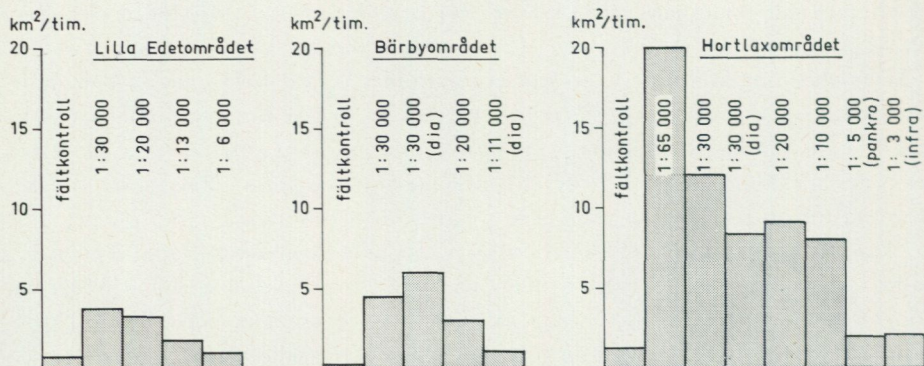


Fig. 19. Karterad yta per timme vid flygbildstolkning av berghällar i olika bildmaterial inom Lilla Edet-, Bärby- och Hortlaxområdena. Jämförelser med den efterföljande fältkontrollen. *Mapped area per hour in interpretation of bedrock outcrops in different aerial photographic materials within the Lilla Edet, Bärby and Hortlax areas. Comparison with the field check was made after the aerial photo interpretation.*

beroende på glesare skogtäcknad, mindre frekvens av småhällar och större koncentration av hållområdena. Det sistnämnda innebär, att tiden för överföring från bild till karta blir mindre per ytenhet. En väsentlig anledning till de lägre karteringshastigheterna inom Lilla Edet- och Bärbyområdena är, att försöksområdena är så små, att hela stereomodellerna ej kan utnyttjas — framför allt inte i skalorna 1:30 000 och 1:20 000 — vilket innebär att tiden för orienteringen av bilderna i bildomtecknare respektive karteringsinstrument slås ut på för liten yta. Dessutom är hållarna mera jämnt fördelade i dessa områden. Den karteringshastighet som redovisas för Hortlaxområdet torde vara mest rättvisande och allmän- giltigt för kartering inom större områden.

På en timme kontrollerades i fält inom Hortlaxområdet 1.25 km², inom Lilla Edetområdet 0.75 km² medan inom Bärbyområdet endast 0.18 km² hanns med. Det låga värdet för det sistnämnda området beror på, att småhällarna i skogsområdena var synnerligen tidsödande att kontrollera. Om fältkontrollen hade koncentrerats endast till de tveksamma tolkningarna, hade den gått betydligt snabbare. Endast ett fåtal ytor skulle då behövt uppsökas i fält (jfr pl. 2).

Sammanfattning och rekommendationer

I föreliggande uppsats har genom försökskarteringar av berghällar jämte specialundersökning av identifierbarheten av hällar i olika storleksklasser visats, att möjligheterna att kartera berghällar från flygbilder är goda. Under förutsättning att lämpligt flygbildsmaterial användes, kan vanligen bättre karteringsresultat

tat av bergblottningar uppnås vid bildtolkning än vid gängse fältkartering utan intensiv flygbildstolkning. De tre försöksområdena vid Lilla Edet, Bärby och Hortlax, representerar skilda terrängtyper och resultaten torde därför kunna göra anspråk på att äga viss generell räckvidd för stora delar av vårt land.

Det skall först konstateras, att man vid flygbildstolkning kan räkna med hundraprocentig tolkningsssäkerhet i papperskopior i bildskalorna 1: 20 000 och 1: 30 000, då hållarna har en yta av 4 000—5 000 m² (fig. 14). Om papperskopior i bildskalan 1: 10 000 eller diapositiv i skalan 1: 30 000 användes uppnås denna säkerhet redan vid hälletan 2 500 m² (fig. 14 b och 15). Vad gäller tolkningsmöjligheterna av hållar mindre än dessa gränsvärden, kan sägas, att de är dåliga för de allra minsta hållarna men ökar linjärt med hållstorleken. För detaljerade hållkartor för t. ex. malmprospektering, där varje håll är av intresse, är sålunda flygbildstolkningen inte tillfyllest (fig. 10).

Bildmaterialets kvalitet är ofta av avgörande betydelse för tolkningsresultatet. Här skall sammanfattningsvis ges några rekommendationer om lämpligt bildmaterial för uppnående av goda tolkningsresultat.

Bildskalan har visat sig ha större betydelse endast när det gäller kartering av mindre berghällar. En relativt stor skala, t. ex. 1: 10 000, är då att rekommendera (fig. 14 b och 19). Vid alltför storskaliga bilder tycks dock överblicken av terrängen förloras, vilket påverkar ytriktigheten i karteringen i negativ riktning (fig. 6). Tolkningen i papperskopior i skalorna 1: 20 000 och 1: 30 000 ger likartade och tillfredsställande resultat för flertalet typer karteringar av berghällar (fig. 6 och 9, pl. 1—3).

Tolkning i diapositiv rekommenderas framför papperskopior (fig. 15). Tolkningen bör då ske i karteringsinstrument. Resultatet i diapositiv i skalan 1:30 000 motsvarar ungefärligen det i papperskopior i skalan 1: 10 000 under för övrigt lika omständigheter (fig. 7 och 9).

Valet av film slag har endast undersökts i begränsad omfattning. Infra-rödkänslig film har därvid visat sig vara klart underlägsen pankromatisk film, när det gäller tolkning av berghällar. Detta gäller i varje fall för barrskogsområden (fig. 2, 8 och 10). Jämförelser har ej utförts mellan pankromatisk och ortokromatisk film.

Avskärmningens och beskuggningens betydelse har något belysts. Det visar sig, att tolkningsresultatet i skuggfria bilder — tagna under moln — blir dåligt, trots att inblickbarheten i skogsmark är bättre i dessa bilder. Det torde bero på, att sprickmönstret i berget dåligt framträder i dessa bilder. Avskärmningens betydelse belyses av att en upprepade bildtolkning i olika bildmaterial ger förbättrade identifieringsmöjligheter (fig. 16). För att minska avskärmningen inom lövskogsområden rekommenderas bilder tagna före lövsprickningen.

Noggrannheten i tolkningen beror givetvis i stor utsträckning på bildtolkarens erfarenhet av flygbildstolkning. Det är också av stor betydelse, att tolkaren känner terrängtypen i det tolkade området. Det hade varit värdefullt, att inom samma område låta personer med olika erfarenhet av flygbildstolkning utföra tolkningarna och att sedan jämför resultaten. Detta har emellertid inte varit möjligt; författaren har själv utfört samtliga tolkningar.

Vid flygbildstolkning bör, såsom gjorts i Bärby- och Vittangiområdena, de tveksamma fallen markeras på särskilt sätt. Fältkontrollerna kan då inskränkas. Inom Bärbyområdet visade sig vid fältkontrollen 60 % av de ytor som i skalan 1: 30 000 markerats som tveksamma verkligen utgöra berghäll.

Tidsåtgången vid de olika flygbildstolkningarna har likaledes redovisats. Betydande besparingar i form av minskat antal fältdagar vid kartering av berg i dagen är möjliga, om flygbildstolkning användes. Dessutom vinnes en större noggrannhet i de flesta typer av geologiska kartor. Givetvis tillkommer kostnader för bildmaterialets anskaffande och därvid är valet av fotograferingsskala av stor betydelse. En fördubbling av skalan innebär — vid fotografering med samma kameratyp — en reducering av den fotograferade arealen per bild till en fjärdedel, vilket medför cirka tre gånger högre fotograferingskostnad (Kommitten för skoglig fotogrammetri, 1955, s. 80). När det gäller bildtolkning av stora arealer, bör man därför om möjligt nyttja fotograferingar med liten negativskala och med så god upplösningsförmåga, att den medger uppförstoring till den bildskala, som krävs för tolkning av det aktuella objektet. Som tidigare nämnts är flygbildskalan 1: 30 000 — numera standardskalan vid Rikets allmänna kartverks fotograferingar — tillräcklig för kartering av hållar för flertalet geologiska karteringar, speciellt om diapositiv användes.

Den effektiva arealen vid stråkviss fotografering av större områden med 60 % längsovertäckning och 40 % sidoövertäckning i negativskala 1: 30 000 är ungefär 11.4 km² vid negativformatet 23 × 23 cm. För en tolkning av en yta motsvarande ett kartblad i SGU:s serie Ae i skalan 1: 50 000 kräves endast cirka 55 flygbilder.

Som en sammanfattning kan sägas, att de utförda försökskarteringarna visat att kartering av berghällar med hjälp av flygbildstolkning kan utföras med tillräcklig noggrannhet för flertalet typer av geologisk kartering. Tolkningen bör ske i diapositiv i karteringsinstrument även om kostnaden för diapositiv är cirka 2.5 gånger så stor som för papperskopior. För flertalet ändamål är bildskalan 1:30 000 tillräcklig. Avsevärda vinster i form av minskat antal fältarbetsdagar och ökad noggrannhet i karteringen av berghällarna torde mer än väl täcka kostnaden för flygbildstolkningen.

Summary: Mapping of bedrock outcrops by aerial photo interpretation. A methodological study

This paper deals with the possibilities of identifying and mapping bedrock outcrops by aerial photo interpretation. Four experimental areas were chosen, representing different kinds of terrain in Sweden (Fig. 3). Within these areas, bedrock outcrops were interpreted in aerial photographs with different scales, films and picture qualities (Tables 1—4). The interpretations were usually made on paper prints in the Old Delft Scanning Stereoscope, but in some cases they were made on diapositives in the Wild B8 Aviograph.

The results of the interpretation have been compared with strict field checks and different kinds of geological maps. In Plates 1—3 only a few of the interpretation maps have been published. They illustrate that it is possible to map bedrock outcrops from aerial photographs in a very satisfactory way, if the most suitable photographic material is used. Fig. 7 gives an example of how the results may vary, if one uses different photographic materials within the same experimental area. A quantitative measurement of the precision in mapping outcrops from different kinds of aerial photographs is given in Figs. 6 and 9.

In a statistical investigation the limit value for total certainty of interpretation of bedrock outcrops has been determined for different negative scales. In paper prints on scales of 1: 20,000 and 1: 30,000 the limit value is 4000—5000 m², as is shown in Fig. 14. If paper copies on the scale of 1: 10,000 or diapositives on the scale of 1: 30,000 are used, the limit value is 2500 m², as shown in Figs. 14b and 15.

The picture scale is of importance only in mapping small bedrock outcrops. The scale of 1: 10,000 is recommended if paper prints are used and if small outcrops are of interest in the map (Fig. 14b). Interpretation on the scale of 1: 20,000 or 1: 30,000 is, however, sufficient for most geological mapping of bedrock outcrops (Figs. 6 and 9 and Plates 1—3).

Interpretation from diapositives in a stereoplotter is to be recommended. The result of the interpretation of diapositives on the scale of 1: 30,000 is comparable with that of paper prints on the scale of 1: 10,000 (Figs. 7 and 9).

The importance of the film emulsion is only briefly treated in this paper. In wooded areas, such as the Hortlax area, infrared sensitive film is inferior to panchromatic film in interpreting outcrops of bedrock. This is illustrated by Figs. 1, 8 and 10.

The influence of shadows is illustrated by the poor result of interpretation in shadow-free photographs on the scale of 1: 6,000 in the Lilla Edet area (Fig. 6). Interpretation in different aerial photographs is valuable because parts of the ground may be concealed behind trees or shadows from trees in one photograph, while the visibility may be good in another. The value of this repeated interpretation is shown in Fig. 16.

The quality of aerial photographs is of great importance for the result of the interpretation but, of course, it also depends on the interpreter's experience of aerial photo interpretation and his field experience of the actual type of terrain.

In Fig. 19 will be found the rate of mapping bedrock outcrops in three of the experimental areas, using different photographic materials. If aerial photographs are used, it is only necessary to check a few points in the field. In a methodical study like this, however, a total field check has to be made. The diagram also includes a measurement of the rate of this total field check. Of course, mapping in the field without any aerial photo interpretation at all will be much slower.

The result of this methodical study in four experimental areas with different kinds of terrain will probably be valid for a large part of Sweden. In conclusion, it may be said that it is possible to map bedrock outcrops by aerial photo interpretation with sufficient precision for most kinds of geological maps. Detailed maps, for instance, ore-prospecting maps, have to be completed with field mapping of the smallest outcrops. The use of diapositives in a stereoplotter is always to be recommended, even if they cost about 2,5 times as much as paper prints. The negative scale of 1:30,000 is usually enough. The advantages of aerial photo interpretation are that less time is spent in the field and the mapping of bedrock outcrops is more accurate. This will more than compensate for the cost of aerial photo interpretation.

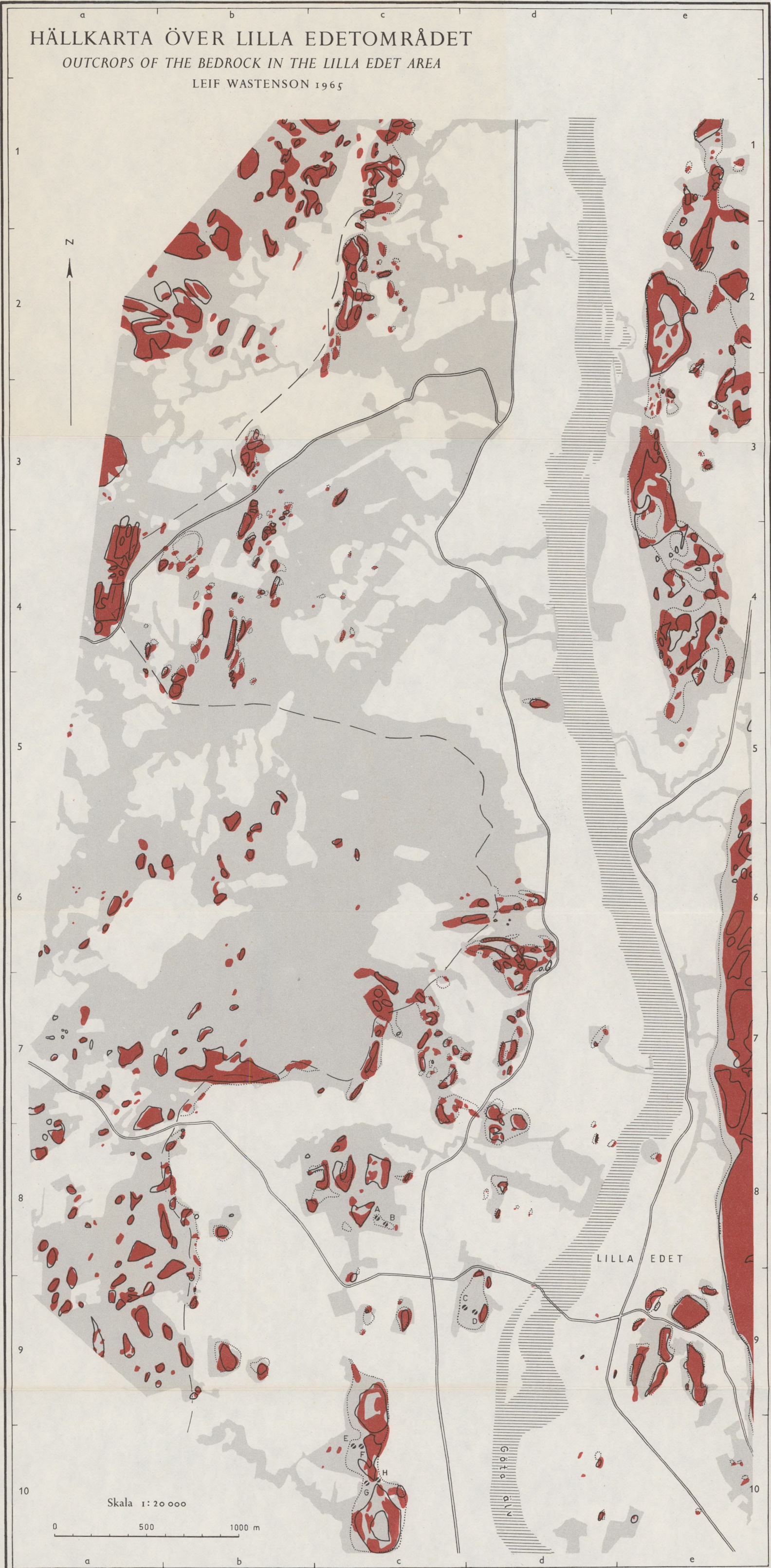
Litteratur

- FROMM, E., 1965: Beskrivning till jordartskarta över Norrbottens län nedanför lappmarksgränsen. — SGU, Ser. Ca, Nr 39.
- HALLERT, B., 1964: Fotogrammetri. — Stockholm.
- HENRYSSON, S., 1961: Elementär statistik. — Uppsala.
- KOMMITTEN FÖR SKOGLIG FOTOGAMMETRI, 1955: Tolkning av flygbilder. — Stockholm.
- JÄRNEFORS, B., 1957: Jordartskarta över Götaälvdalen. — SGU, Ser. Ba, Nr 20.
- LUNDEGÅRDH, P. H. och LUNDQVIST, G., 1956: Beskrivning till kartbladet Uppsala. — SGU, Ser. Aa, Nr 199.
- MÖLLER, H. och STÅLHÖS, G., 1964: Beskrivning till geologiska kartbladet Stockholm NO. — SGU, Ser. Ae, Nr 1.
- SIDENBLAD, E., 1870: Några ord till upplysning om bladet »Wenersborg». — SGU, Ser. Aa, Nr 40.
- ÖDMAN, O. H., 1957: Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. — SGU, Ser Ca, Nr 41.

HÄLLKARTA ÖVER LILLA EDETRÅDET

OUTCROPS OF THE BEDROCK IN THE LILLA EDET AREA

LEIF WASTENSON 1965



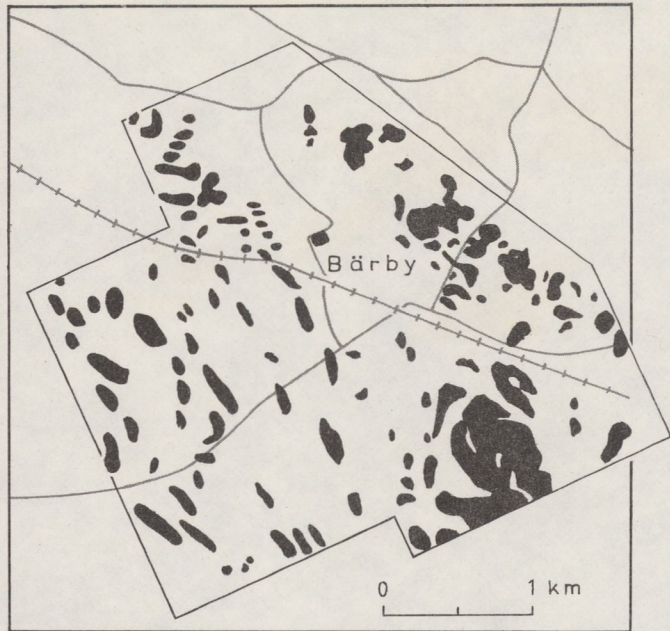
För spridning godkänd i Rikets allmänna kartverk 21/2 1966

REPRODUCERAD VID AB KARTOGRAFISKA INSTITUTET ESSELTE AB, STOCKHOLM 1966

Reproduktionsritningen utförd av Elise Kuldver

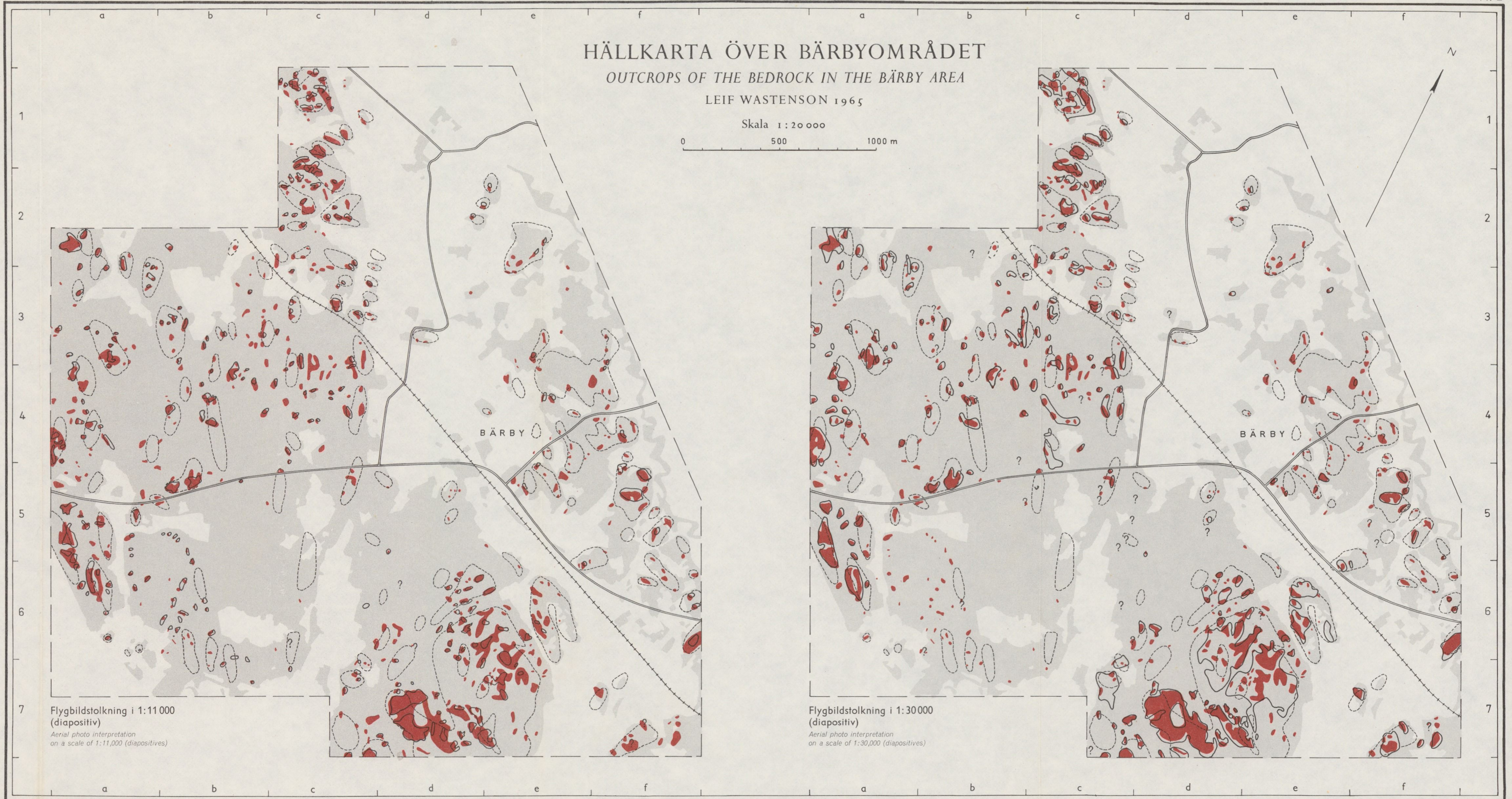
- Berghällar, karterade i fält
Outcrops, mapped in the field
- Berghällar, flygbildstolkade i papperskopior i skalan 1:20 000
Outcrops, interpreted on paper prints on the scale 1:20,000
- Berghällar, karterade på "Jordartskarta över Götaälvdalen" (SGU, Ser. Ba, Nr 20), publicerad i skalan 1:20 000
Outcrops, mapped on SGU, Ser. Ba, Nr 20, published on the scale 1:20,000
- Gräns för "Jordartskarta över Götaälvdalen"
Limit of the "Jordartskarta över Götaälvdalen"
- Ej uppodlad mark
Uncultivated area

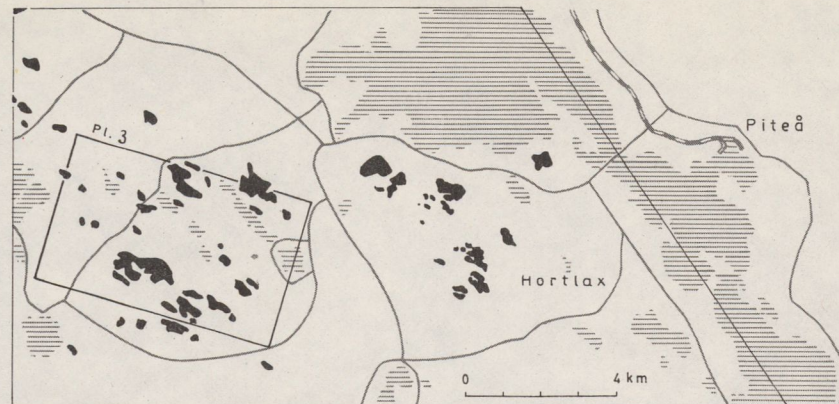
Borrhål	Jorddjup till berg
Bore-hole	Depth of soil to bed-rock
⊙ A	0,8 m
⊙ B	0,7 m
⊙ C	> 3,0 m
⊙ D	1,0 m
⊙ E	> 2,5 m
⊙ F	2,0 m
⊙ G	0,8 m
⊙ H	1,0 m



Berghällar, inom Bärbyområdet enligt geologiska kartbladet "Uppsala" (SGU, Ser. Aa, Nr 199) i publiceringsskalan 1:50 000
 Outcrops within the Bärby area as mapped on the "Uppsala" geological map (SGU, Ser. Aa, Nr 199) on the published scale of 1:50,000

- Berghällar, karterade i fält
 Outcrops, mapped in the field
- Berghällar, flygbildstolkade i diapositiv i skalan 1:11 000 resp. 1:30 000
 Outcrops, interpreted in aerial photographs (diapositives) on the scales 1:11,000 and 1:30,000 respectively
- Berghällar, karterade på geologiska kartbladet "Uppsala" (SGU, Ser. Aa, Nr 199). Uppförstorat från 1:50 000 till 1:20 000
 Outcrops, mapped on the "Uppsala" geological map (SGU, Ser. Aa, Nr 199). Enlarged from 1:50,000 to 1:20,000
- Med tvekan tolkat som berghällar
 Interpreted with some hesitation as outcrops
- Ej uppodlad mark
 Uncultivated area





Berg i dagen enligt "Jordartskarta över Norrbottens län nedanför lappmarksgränsen" (SGU, Ser. Ca, Nr 39) i publiceringsskalan 1:200 000
 Outcrops mapped on SGU, Ser. Ca, Nr 39, published on the scale 1:200,000

Berghällar, karterade i fält
 Outcrops, mapped in the field

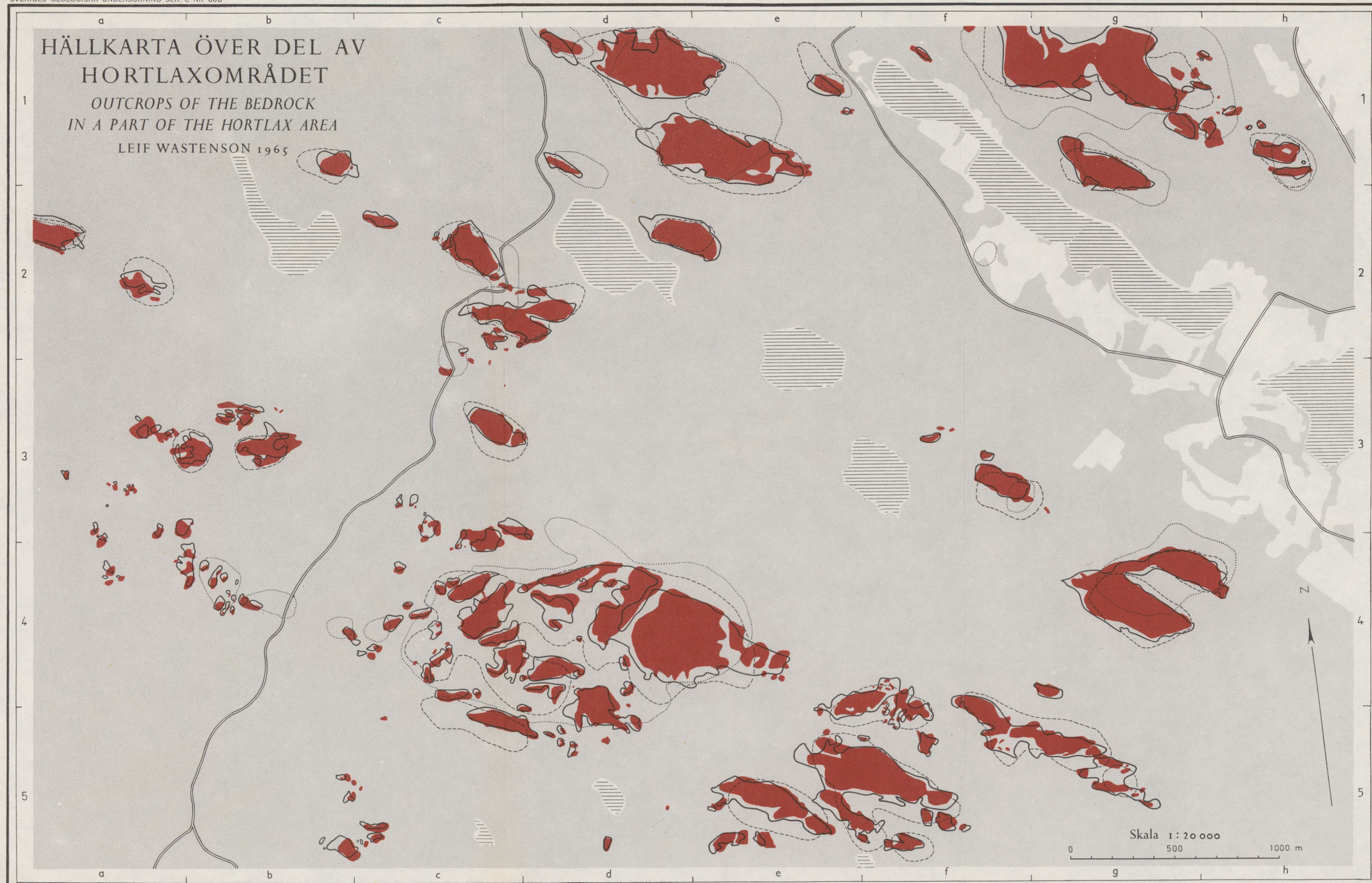
Berghällar, flygbildstolkade i diapositiv i skalan 1:30 000
 Outcrops interpreted in aerial photographs (diapositives) on the scale 1:30,000

Berghällar, karterade på berggrundskartan SGU, Ser. Ca, Nr 41, publicerad i skalan 1:400 000
 Outcrops mapped on "SGU, Ser. Ca, Nr 41", published on the scale 1:400,000

Berghällar, karterade på jordartskartan SGU, Ser. Ca, Nr 39, publicerad i skalan 1:200 000
 Outcrops mapped on "SGU, Ser. Ca, Nr 39", published on the scale 1:200,000

Ej uppodlad mark
 Uncultivated area

Sjö
 Lake



PRIS 8 KRONOR

Distribueras genom

GENERALSTABENS LITOGRAFISKA ANSTALTS FÖRLAG
STOCKHOLM 1

STOCKHOLM 1966. KUNGL. BOKTRYCKERIET P. A. NORSTEDT & SÖNER

PRINTED IN SWEDEN