

**Studier av neotektonisk aktivitet i  
mellersta och norra Sverige, flygbilds-  
genomgång och geofysisk tolkning av  
recenta förkastningar**

**Robert Lagerbäck  
Herbert Henkel**

**SGU September 1977**

STUDIER AV NEOTEKTONISK AKTIVITET I  
MELLERSTA OCH NORRA SVERIGE, FLYG-  
BILDSGENOMGÅNG OCH GEOFYSISK TOLKNING  
AV RECENTA FÖRKASTNINGAR

Robert Lagerbäck  
Herbert Henkel  
SGU September 1977

Denna rapport utgör redovisning av ett arbete som utförts på uppdrag av KBS. Slutsatser och värderingar i rapporten är författarens och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med uppdragsgivarens.

I slutet av rapporten har bifogats en förteckning över av KBS nittills publicerade tekniska rapporter i denna serie.

## NEOTECTONIC STRUCTURES IN NORTHERN SWEDEN

Summary by Robert Lagerbäck

Several fault-lines of presumed late-glacial age in northern Sweden are described (fig. 2). The faults have been identified and investigated mainly by means of air-photo interpretation. Morphologically the fault scarps are very conspicuous, the general appearance being a marked step in the till cover, which can be traced over long distances (fig. 3, 4).

The relation between fault-lines and late-glacial phenomena shows that movements occurred in late-glacial time in connection with the deglaciation of the area.

The faults are all developed in the Precambrian. Often the orientation of the faults are clearly influenced by the structures of the bedrock; e. g. gneissosity, and boundaries between different rock units. A comparison with aero-magnetic maps shows that the Quaternary movements frequently coincide with older fault zones.

The amount of displacement on the dislocations is of the order of up to about 30 metres and the most extensive fault-line is about 150 km long. Down-dip slickensides and local irregularities in the fault lines suggest only dip-slip movements.

The fault-lines have a general NE-SW trend parallel to the Caledonian mountain chain and to the seismically active zone along the Swedish coast of the Gulf of Bothnia.

The synchronism between the deglaciation of the region and the fracturing offers a natural explanation of the phenomena. The isostatic rebound after the glaciation apparently did not take place simply as a regular updoming. At least in the case under consideration, breaks in the Precambrian crystalline bedrock

occurred, resulting in differential movement. The direct reason for the close connection between deglaciation and tectonic movements may have been that the deglaciation proceeded rapidly. A comparatively sudden release of the pressure on the earth's crust may be the reason for faulting instead of slow updoming. The occurrence of the fault-lines suggests that fault movement plays a part in the post-glacial, regional uplift of Scandinavia.

The regional connection between the neotectonic structures and the recent seismic pattern within the area is obvious (fig. 2). This indicates that the forces which produced the faulting are still active. Nevertheless it is evident that the faulting was more active in late-glacial times than today. Although there are no records, as yet, of movements after late-glacial time, the possibility of present activity within the fault zones should be investigated.

STUDIER AV NEOTEKTONISK AKTIVITET I MELLERSTA  
OCH NORRA SVERIGE, FLYGBILDSGENOMGÅNG OCH  
GEOFYSISK TOLKNING AV RECENTA FÖRKASTNINGAR

- a. Unga förkastningar upptäckta genom flygbildsstudier  
av ROBERT LAGERBÄCK, S G U
- b. En jämförelse mellan de recenta förkastningarna och  
flygmagnetiska strukturer av HERBERT HENKEL, S G U

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Flygbildsgenomgång	
1. Inledning .....	2
2. Tillbakablick .....	3
3. Arbetsmetodik och omfattning .....	4
4. Metodikens begränsningar .....	6
5. Resultat av flygbildsgenomgången .....	7
6. Kort beskrivning av förkastningarna .....	9
7. Förkastningarnas ålder – relationen till isavsmältningsskedets snabba landhöjning .....	14
8. Hur snabbt utlöses spänningarna – effekten av förkastningarna .....	15
9. Förkastningarnas orsak .....	17
Referenser .....	18
Geofysisk tolkning	
1. Inledning .....	21
2. Jämförelser mellan några recenta för- kastningar och flygmagnetiska strukturer respektive dislokationer .....	22
3. Kort beskrivning av förhållandena utmed de olika förkastningslinjerna .....	25
4. Slutsatser .....	27
Referenser .....	28

## UNGA FÖRKASTNINGAR UPPTÄCKTA GENOM FLYGBILDSSTUDIER

### 1. Inledning

På uppdrag av KES har vid SGU genomförts en översiktlig flygbildsgenomgång av stora delar av Sveriges yta (fig 1) i syfte att lokalisera, i flygbilder identifierbara, geologiskt sett unga förkastningar. Undersökningen ingår som ett moment i strävandena att lokalisera stabila berggrundsområden för slutlig förvaring av radioaktivt avfall.

Bakgrunden är att det i samband med SGU:s verksamhet framkommit otvetydiga tecken på att sådan neotektonisk aktivitet förekommit i Norrbotten och delar av Västerbotten (fig 2) (Lagerbäck 1977).

Syftet med flygbildsgenomgången har varit att genom en mycket snabb metodik söka få reda på om och i så fall i vilken utsträckning sådan uppsprickning av berggrunden förekommit även i andra delar av landet. I undersökningen ingår även en geofysisk tolkning av de observerade förkastningarna.

Några nya förkastningar av samma typ som de tidigare kända har inte observerats. Ett område av annan karaktär med indicier på uppsprickning av berggrunden i senglacial tid har uppmärksamrats i Dalarna.

Eftersom förutsättningarna att upptäcka och identifiera strukturerna sannolikt är relativt begränsade inom stora delar av södra och mellersta Sverige innebär avsaknaden av nyupptäckta objekt ingen garanti för att sådana inte förekommer. Det finns också anledning att tro att förkastningsrörelser inom andra delar av landet kan ta sig annorlunda uttryck än i Norrbotten. Det bör också påpekas att de beskrivna förkastningarna i Norrbotten inte med någon säkerhet utgör de enda eller ens de viktigaste inom detta område, utan endast de i flygbilder mest iögonfallande.

Resultatet av undersökningen har redovisats i en rapport till KBS (1977-08-01) dels i form av en textbilaga och dels kartbilagor i skalan 1:50 000 med förkastningar och geofysiska strukturer markerade. I den följande texten hänvisas ibland till dessa kartbilagor som finns i två uppsättningar, en på KBS och en på SGU.

Den följande texten är i huvudsak densamma som i ovannämnda rapport, på vissa punkter dock något utvidgad.

## 2. Tillbakablick

Redan för många år sedan tyckte flera forskare att de funnit belägg för att landhöjningen inom Skandinavien skett oregelbundet efter den senaste nedisningen. Jordskorpan antogs vara sammansatt av block vilka hade möjlighet att röra sig i förhållande till varandra. Indicierna på att vertikala förkastningsrörelser ägt rum utgjordes i allmänhet av oregelbundenheter i strandlinjernas förlopp.

Sådana oregelbundenheter har beskrivits från både norra (Tanner, 1930) och södra (Hyypä, 1932, Sauramo, 1939) Finland samt från trakten av Vänern (von Post, 1929). Teorierna har dock aldrig blivit allmänt accepterade bland geologerna och tycks i stor utsträckning ha fallit i glömska.

Tankegångarna har emellertid under senare år återigen blivit aktuella och de har förts fram i rampljuset i samband med debatten kring förvaring av radioaktivt avfall.

Kujansuu (1964) har beskrivit ett flertal unga förkastningar i Finska Lappland och helt jämförbara företeelser har beskrivits från Norr- och Västerbotten i Sverige (Lundqvist och Lagerbäck, 1976 och Lagerbäck 1976 och 1977). Liknande förkastningar har nyligen beskrivits av Lagerlund (1977) från Kullen i Skåne och Mörner (1975) och Ekman (1976) pekar på oregelbunden landhöjning utmed förkastningslinjer i södra Sverige.



### 3. Arbetsmetodik och omfattning

Uppdraget har bestått i dels en översiktlig genomgång av flygbilder i syfte att lokalisera förkastningslinjer, som kan misstänkas vara av geologiskt ungt datum (post- eller sen-glaciala) och dels på olika sätt tolka och karaktärisera de i flygbilderna observerade strukturerna.

En förutsättning för att de unga förkastningarna (fortsättningsvis endast kallade förkastningarna) ska kunna upptäckas är att de markant skiljer sig från den "normala" reliefen inom ett område och därmed framstår som morfologiskt särpräglade företeelser i landskapet. De i Norr- och Västerbotten observerade förkastningarna utgörs oftast av ett markant steg i moräntäcket, vilket kan följas över långa sträckor (fig 3, 4).

Förkastningarna har således noterats i första hand på rent morfologiska grunder, och det är endast mycket starkt avvikande strukturer som redovisats.

De mycket skarpa och över långa sträckor sammanhängande brotten i moräntäcket antyder att förkastningarna utbildats efter eller sent under den senaste nedisningen. Det förefaller orimligt att så markanta strukturer skulle ha bevarats någon längre tid under en aktiv inlandsis. Ytterligare indicier eller verkliga bevis för en ung ålder har sedan sökt erhållas genom fältundersökningar.

De redovisade strukturerna är mycket särpräglade och det har i samband med flygbildsgenomgången noterats endast ett fåtal fall av mer tveksamma objekt. Det finns således inom det undersökta området inte ett ökat antal av successivt allt otydligare förkastningar. Detta styrker uppfattningen att förkastningarna utbildats i anslutning till isavsmältningsskedet och dess snabba landhöjning. Om liknande förkastningar utbildats under hela nedisningsfasen borde de framstå som mer eller mindre tydliga-otydliga förkastningar.

Storleken av det undersökta området framgår av fig 1 och omfattar ungefär 4/5 av Sveriges yta (SGU:s tidigare undersökningar inräknade). Det område som genomsökts för KBS' räkning omfattar de topografiska kartbladen 8A-H, 9A-I, 10A-J, 11B-J, 12C-J, 13C-I, 14C-H, 15C-H, 16C-H, 17C-I, 18C-I, 19C-J, 20C-L, 21D-I, 22D-I, 23E-I.

Det är således drygt 400 topografiska kartblad i skalan 1:50 000 som genomsökts. Detta motsvarar ungefär 25 000 flygbildspar i skalan 1:30 000. I genomsnitt har ca 100 flygbildspar, eller ca 1 250 km<sup>2</sup>, genomsökts per timme, vilket innebär endast ett fåtal sekunders betraktande per flygbildspar i stereoskopisk modell.

De flygbilder som använts är Lantmäteriverkets arkivexemplar och arbetet har varit möjligt att genomföra tack vare en mycket välvillig inställning från personalen på LMV:s centralarkiv.

Några sekunders betraktande av ett flygbildspar kan tyckas i minsta laget. Det torde emellertid för en van tolkare vara tillräckligt för att notera de aktuella strukturerna, eftersom förkastningarna kontrasterar skarpt mot omgivningen. En mer ingående genomgång skulle knappast resultera i fler "misstänkta objekt".

På försök har inom ett par områden höghöjdsbilder i skalan 1:60 000 använts. Det kunde dock snart konstateras att dessa inte hade tillräcklig upplösning och kontrast för identifikation av de mindre förkastningarna i Norrbotten.

Det kan i sammanhanget nämnas att förkastningarna jämförts med resultaten av de lineamentundersökningar från norra Sverige, som gjorts av Jan Ehrenborg, SGU. Det visade sig härvid att förkastningarnas riktning endast undantagsvis sammanfaller med de mest markanta lineamentriktningarna. Vidare kunde konstateras att förkastningarna i allmänhet inte syns i satellitbilder (och naturligtvis inte alls är möjliga att identifiera som unga förkastningar). Den slutsats som kan dras av detta är att satellitbilder och lineamenttolkning i dessa inte kan användas för att lokalisera strukturer där

eventuella framtida rörelser av detta slag kan tänkas äga rum. Man kan således inte utgå ifrån att nya förkastningsrörelser kommer att följa de morfologiskt mest markanta äldre svaghetszonerna.

Som påpekas nedan av Henkel tycks däremot rörelserna i stor utsträckning ha utlösts utmed dislokationszoner som är identifierbara i flygmagnetiska kartor. Dessutom sammanfaller riktningen på förkastningarna med riktningen på ett av de huvudsystem som framkommit i samband med en regional tolkning av de flygmagnetiska kartorna.

#### 4. Metodikens begränsningar

Den tillämpade metodiken har i södra och mellersta delen av landet vissa begränsningar jämfört med norra delen. Flera faktorer som försvårar upptäckt av förkastningar av måttlig storleksordning, liksom möjligheten att separera sen- och postglaciala rörelser från äldre sådana, tillkommer.

Sådana försvårande omständigheter är:

- a) En ökad besöksgrad. Strukturer som t ex de minsta förkastningarna inom kalvfjällsområdet i Norrbotten eller de sprickliknande formerna i Fulufjäll skulle med all sannolikhet inte registreras i normalt besökad mellansvensk terräng.
- b) En oftast plottrigare morfologisk relief, som kan maskera låga och korta förkastningar. I områden som t ex sydvästra Värmland eller i Bohuslän är det sannolikt mycket svårt att registrera och separera unga förkastningsrörelser av måttligt format från den allmänna mycket brutna reliefen.
- c) En inom vissa områden allmän förekomst av äldre morfologiskt mycket markanta förkastningsbranter, vilka kan inrymma senkvartära rörelsemoment. Det är t ex sannolikt mycket svårt eller omöjligt att med stöd endast av flygbilder bestämma om senkvartära rörelser

av måttligt format förekommit i Roslagens mycket markanta sprickdalar.

d) Abrasion och sedimentation under högsta kustlinjen. I jordlager primärt markanta förkastningsbranter kan genom havsabrasion och pålagring av sediment sannolikt göras helt oupptäckbara. Det är t ex sannolikt helt omöjligt att inom områden med kalt berg skilja mellan sen- eller postglaciala respektive betydligt äldre förkastningar. Äldre förkastningar kan nämligen vara mycket skarpa och väl bibehållna i berggrunden. På t ex många håll inom fjällkedjan har iakttagits exempel på i berg mycket markerade sprickor och förkastningar, vilka fullständigt döljs av relativt tunna jordlager. Om däremot förkastningen utlösts under ett redan avsatt jordtäckte, så är identifikation möjlig trots betydande jordmäktigheter. Dessutom utgör just denna omständighet ett viktigt kriterium vid fastställandet av en förkastnings unga ålder. Om jordlagrens avsättning skett efter förkastningsrörelsen skulle resultatet bli en starkare eller svagare utsuddande effekt.

Som ett exempel på metodikens generella begränsning (brist på upplösning) kan nämnas att de sprickor som Du Rietz (1937) omnämner från Västerbottensfjällen inte kunnat upptäckas i det använda flygbildsmaterialet.

##### 5. Resultat av flygbildsgenomgången

I samband med den utökade genomgången för KBS har framkommit endast ett område med starka indikationer på sen- eller postglacial berggrundsuppsprickning. Detta utgörs av Fulufjället i Dalarna. Området har dessutom nyligen uppmärksamrats av M:son Mannerfelt (1977). De inom området iakttagna strukturerna är inte jämförbara med de i Norr- och Västerbotten utan indikerar en annan typ av tektonisk verksamhet. För en närmare beskrivning hänvisas till kap 6.

Som påpekats (kap 4) är förutsättningarna för identifikation (i flygbilder) av unga förkastningsrörelser sämre i mellersta och södra delen av landet. De kortaste och lägsta förkastningarna i Norrbotten, som t ex de på 30 KNV, skulle med all säkerhet helt undgå upptäckt i mellansvensk skogsklädd moränterräng eller inom odlade sedimentområden. Däremot är det ytterst osannolikt att så markanta och uthålliga förkastningslinjer som t ex Pärvieförkastningen skulle undgå upptäckt.

Det största problemet är emellertid snarast att avgöra vad som är unga respektive äldre förkastningsbranter. Mycket markanta och delvis även uthålliga förkastningsbranter finns på flera håll i södra delen av landet. Nämnas kan t ex förkastningen utmed Vätterns östra strand, som också är markant utbildad i de kvartära avlagringarna söder om sjön, vidare området Roxen - Glan - Bråviken, söder om Arbogaån m fl platser. Att dessa förkastningar är mycket gamla är ställt utom all tvivel och det är omöjligt att med stöd endast av flygbilder avgöra huruvida även post- eller sen-glaciala rörelser förekommit.

Mot bakgrund av kunskapen om inlandsisarnas eroderande effekt på andra håll, är det förvånande om t ex ovannämnda förkastningsbranter skulle ha bevarats intakta i sitt nuvarande skick under hela kvartärperioden. Mer ingående fältundersökningar på några av dessa platser torde vara motiverade.

Man kan inte heller utesluta att eventuell förkastningsaktivitet tagit sig annorlunda morfologiska uttryck än i nordligaste Sverige. T ex tar sig de av Lagerlund (1977) påvisade postglaciala rörelserna vid Kullen helt annorlunda uttryck i flygbilder än de norrbottniska motsvarigheterna. Med andra ord kan principiella paralleller till Kullen föreligga även inom det genomsökta området.

Ett intressant fenomen som framkommit i samband med den geofysiska tolkningen är att förkastningarna ibland avlöses av "magnetiska dislokationer". Både i början av och vid avbrott i en förkastningslinje

återfinnes ofta en "magnetisk dislokation". Detta kan tolkas på så vis att kvartära rörelser förekommit även utmed dessa zoner, men att de där utbildats över en större bredd (p g a att berggrunden är uppkrossad i en mer eller mindre bred zon) och därför är svårare att upptäcka. Fenomenet kommer att undersökas närmare, men är redan nu värt ett påpekande. Detta medför, under förutsättning att iakttagelsen är riktig, att stora senkvartära rörelser kan ha förekommit utmed gamla och stora dislokationszoner utan att dessa blir upptäckta vid flygbildsgenomgången. Detta gäller naturligtvis i princip för hela landet.

#### 6. Kort beskrivning av förkastningarna

För en mer sammanfattande beskrivning av förkastningarna i Norr- och Västerbotten hänvisas till Lundqvist och Lagerbäck (1976) samt Lagerbäck (1976 och 1977).

I samband med KBS-uppdraget har fältbesök gjorts inom kartbladen 29 J NV, SV, 29 L SV, 27 L SO, 26 L NV, NO samt 22 K NV, SO.

Generellt gäller att rörelserna tycks ha varit strikt vertikala. De högsta förkastningsbranterna är ungefär 30 meter. I de flesta fall har den östra sidan förskjutits uppåt i förhållande till den västra (fig 2). Så är emellertid inte alltid fallet. Parallellt med den så kallade Pärvielförkastningen löper på mellan två och trettio kilometers avstånd några kortare förkastningslinjer där det västra blocket ligger högre. Ett annat undantag är den norra delförkastningen söder om Lansjärv.

Förkastningslinjerna är så gott som genomgående orienterade i NNO-SSV och sammanfaller därmed med ett av de viktigaste dislokationsmönstren i Norrbotten (se nedan i särskild utredning av Henkel).

Som redan påpekats är förkastningarna i allmänhet helt jordtäckta. När berggrunden någon gång sticker fram ur moränslänten är den

alltid söndersprucken och kantig. Rikliga källflöden är vanliga i förkastningszonen och antyder omfattande oläkta spricksystem.

31 J SO, 30 J NO, NV, SV, 29 J NV, SV, 29 I SO, 28 I NV, NO.

Genom dessa kartblad löper den s k Pärvieförkastningen (Lundqvist och Lagerbäck, 1976). Denna utgörs snarast av en mer eller mindre kontinuerlig förkastningslinje vilken är sammansatt av ett antal delförkastningar.

Detaljutförningens beroende av den lokala berggrundens beskaffenhet är mycket påtagligt. Delförkastningarna styrs på flera ställen mycket tydligt av olika förgnejsade bergarter och de sammanfaller ibland med bergartsgränser – liksom de ibland upphör vid sådana.

Den maximala höjden uppgår till 10 - 15 meter men är i genomsnitt betydligt mindre, kanske 3 - 4 meter.

För förkastningslinjens senglaciala ålder finns fullgoda bevis. Den klippar i flera fall av senglaciala bildningar, som t ex isälvsavlagringar och issjöstrandlinjer (fig 3). På andra ställen utefter förkastningslinjen är åldersrelationen den motsatta. Rörelsen tycks alltså ha utlösts under ett relativt kort skede under isavsmältningen vilken ägde rum någon gång för 9 - 10 000 år sedan.

29 J NV, SV. Öster om Pärvieförkastningen (längst i väster på kartorna) löper ett flertal kortare förkastningslinjer. Eftersom dessa inte besökts tidigare ansågs det angeläget att göra vissa fältkontroller. På grund av tidsnöd skedde detta i form av översiktlig helikopterrekognosering under början av sommaren. Förkastningarna är mestadels relativt låga (ett fåtal meter) men är ändå markanta. Berggrunden är rikt varierad och utgörs huvudsakligen av olika porfyrier och granitiska bergarter. I flera fall tycks förkastningarna följa bergartskontakter. Sönderspruckna bergplintar sticker på flera platser fram ur moränslänterna.

Förkastningarnas i allmänhet mycket markanta utformning i moränen liksom de bevarade bergplintarna och anknytningen till Pärvie-förkastningen talar starkt för en sen- eller postglacial ålder.

30 K NV. Inom kartbladet finns en ungefär 15 kilometer lång förkastningslinje. Denna är sammansatt av två delförkastningar. Höjden är endast några få meter men de är ändå mycket tydligt utbildade. Den ena delförkastningen är avskuren av en isälvsränna vilket visar att åtminstone denna del är utbildad innan den lokala isavsmältningen. Frånvaron av påtaglig iserosion i förkastningsbranten antyder dock att förkastningen inte kan ha utbildats speciellt långt före det isen lämnade området.

Berggrunden är starkt förgnejsad och förkastningarna följer på ett mycket markant sätt gnejsstrukturerna på berggrundskartan.

30 L NO, SO, SV, 29 L NV. Genom kartbladen löper en ca 50 kilometer lång sammanhängande förkastningslinje. Höjden är genomgående relativt stor, i genomsnitt kanske 10 - 15 meter, och uppgår som mest till ungefär 30 meter. Berggrunden är starkt förgnejsad och förkastningen följer, liksom i ovannämnda fall, på ett mycket markant sätt berggrundskartans gnejsstrukturer.

Förkastningens ålder är svår att fastställa säkert, men den har sannolikt utbildats innan den definitiva isavsmältningen på platsen.

Den södra delen är mer diffust utbildad än den norra. Detta kan vara resultatet av en långvarigare ispåverkan i söder, isavsmältningen inom området försiggick nämligen från NO mot SV. Även postglacial jordflyttning kan ha hjälpt till att något mjuka upp konturen.

Utmed den norra delen sammanfaller förkastningen med en stor-slagen kursudal vilket gör att den syns bra även i satellitbilder.

29 L SV. Förkastningen besöktes i början av sommaren. Den är som mest 20 - 25 meter hög och mycket markant både i flyg-



bilder och från marken. Moränslänten utbildar mer eller mindre rasvinkel och på flera platser sticker sönderspruckna bergplintar fram. Rikliga källflöden i släntfoten indikerar omfattande oläkta spricksystem. Bergarten är en röd, grovkornig och starkt uppkrossad granit. De bevarade uppspruckna bergplintarna, liksom den rent allmänt mycket markanta utformningen i moränen pekar mot en post- eller möjligen senglacial ålder.

27 L SO, 26 L NO, NV. Förkastningskomplexet som utgörs av tre delförkastningar besöktes under början av sommaren. Den mellersta delförkastningen är den mest markanta. Den är som mest ungefär 25 meter hög och är med all sannolikhet helt opåverkad av iserosion. Liksom utmed Pärvielförkastningen och vid Merasjärvi (29 L SV) är källflöden i släntfoten talrika och sönderspruckna bergplintar finns på åtminstone två platser.

De två andra delförkastningarna är inte lika höga och markanta men torde rimligen ha bildats ungefär samtidigt med den mellersta. Hela förkastningskomplexet torde således ha utbildats efter isavsmältningen inom området.

22 K NV. Förkastningslinjen kan med avbrott följas ca 2 mil. Den besöktes i början av sommaren på de platser som är åtkomliga med bil. Moränslänten är normalt 5 - 10 meter hög och ofta relativt skarpt utbildad. På ingen av de platser som besöktes kunde exponerat berg iakttas. Förkastningslinjen är som helhet betraktad mer diffust utformad än de norrbottniska. Detta kan ha orsakats av flytfenomen i den mycket finkorniga morän som överlagrar förkastningen, men det kan också vara ett resultat av landisens erosion och ackumulation. Åldern i förhållande till isavsmältningen är med andra ord osäker, men den torde knappast vara äldre än från slutet av den senaste nedisningen.

22 K SO. Förkastningslinjen besöktes i början av sommaren på platser som var åtkomliga med bil. Den är i stort sett kontinuerlig

och ca 2 mil lång. Även denna förkastningslinje är jämförd med de norrbottniska mer diffust utbildad. Höjden och utformningen av moränslänten varierar kraftigt. Detta kan vara en effekt av landisens verksamhet eller av postglaciala sluttningsföreteelser i det uppenbarligen mycket mäktiga jordtäcket. Området ligger under högsta kustlinjen och vågabrasionen har på många platser varit mycket kraftig. På ett ställe finns t ex flera meter mäktigt svallgrus i förkastningsslänten.

På flera ställen är berget exponerat och utbildar då en upp till 15 meter hög lodrätt vägg som ibland kan följas hundratals meter. I förkastningszonen är berget starkt förklyftat och söndersprucket.

Hela förkastningslinjen är sannolikt påverkad av havsabrasion och denna kan tillsammans med åtföljande ackumulation sannolikt ensam svara för den ibland diffusa och varierande utbildningen. Det kan dock inte uteslutas att förkastningen tillkommit under ett tidigare skede av nedisningen än de norrbottniska förkastningarna.

27 I NV. Förkastningen inom detta kartblad avviker genom sin riktning. Den är orienterad i NV-SO, d v s i ungefär rät vinkel i förhållande till de övriga förkastningslinjerna. Längden är ungefär 5 kilometer och höjden som mest kanske 15 meter. Åldern är osäker men det förefaller troligt att rörelsen ägt rum innan den lokala isens försvinnande.

Generalstabsbladet 106 Fulufjäll. Som ovan nämnts är detta det enda område med någorlunda säkra indikationer på senglacial förkastnings- eller sprickaktivitet utanför Norrbotten som tillkommit i samband med flygbildsgenomgången för KBS. Fenomenen där har nyligen till en del uppmärksammats av M:son Mannerfelt (1977). Det som väcker uppmärksamhet är dels ett antal mer eller mindre raka sprickliknande bildningar och dels ett flertal mycket märkligt formade åsar. Som Mannerfelt påpekar kan åsarna tolkas som avgjutningar av spricksystem i den avsmältande isen uppkomna genom

jordskalv. Jordskalven i sin tur kan vara en effekt av den förmodade sprickbildningen i berggrunden, som utgörs av jotnisk sandsten och i någon utsträckning diabas. Några fältundersökningar har det ännu inte funnits tid till och en mer ingående beskrivning av fenomenen låter därför vänta på sig. Flygmagnetiska kartor saknas över området och någon geofysisk tolkning har därför inte kunnat göras.

#### 7. Förkastningarnas ålder – relationen till isavsmältningsskedets snabba landhöjning

De på kartorna markerade förkastningarna har noterats uteslutande på deras i flygbilder markerade särart. De framträder ur den omgivande terrängen på ett sätt som direkt ger misstankar att de bildats i sen geologisk tid. Det är mycket svårt eller snarare omöjligt att tänka sig att de skulle ha motstått kvartärtidens upprepade nedisningar. Denna bedömning är helt subjektiv och utgör naturligtvis inget bevis för åldern.

För Pärviöförkastningen har det genom fältundersökningar varit möjligt att bestämma åldern till isavsmältningsskedet inom området vilken ägde rum för 9 - 10 000 år sedan. För de flesta av de andra förkastningarna finns mycket starka indicier för en jämförbar ålder.

Undersökningar i norra Finland (Kujansuu, 1964) pekar på samma ålder för de motsvarande fenomenen där. För åtminstone en av förkastningarna har man bevisat att den är likåldrig med sista nedisningsfasen eller troligtvis yngre (Kujansuu, muntlig uppgift). Kujansuu, som upptäckt och beskrivit de nordfinska förkastningarna, sätter dessa i samband med talrika jordskred inom samma region. Datering av dessa skred ger åldrar på över 8 000 år, vilket gör det troligt att även de nordfinska förkastningarna tillhör landisens avsmältningsfas (Kujansuu, 1971).

I sammanhanget kan för övrigt påpekas att många av de säkert postglaciala förkastningarna på Island till utseendet är mycket snarlika de norrbottniska. I flera fall är de faktiskt mindre markanta trots en relativt stor språnghöjd och måttligt jordtäckte.

## 8. Hur snabbt utlöstes spänningarna – effekter av förkastningarna

En fråga av primärt intresse är den om vilka omgivningseffekter förkastningarna medförde, hur starka jordskalv de gav upphov till. För att kunna spekulera i detta bör man veta under hur lång tid de enskilda förkastningarna utbildades. Utbildades de momentant, under dagar, år, sekel eller är det ett mer eller mindre kontinuerligt skeende fram till dags dato?

Det enda som hittills antyder att förkastningarna är aktiva i dag är den regionala överensstämmelsen med recent seismisk aktivitet (fig 2). Den seismiska aktiviteten kan inte med någon säkerhet kopplas till enskilda förkastningar och det är okänt vilka tektoniska mekanismer som orsakar de relativt svaga skalven. Det är dock väsentligt att undersöka i vilken utsträckning de recenta skalven kan sättas i samband med förkastningslinjerna.

Det är således önskvärt med ett seismografiskt nät med så hög upplösning, både vad gäller skalvens styrka och geografiska placering, att det går att avgöra om förkastningszonerna är förknippade med en speciellt hög seismisk aktivitet.

Vissa förkastningar borde dessutom precisionsavvägas med några års mellanrum, för att bestämma eventuella nutida rörelser. En sådan avvägning förbereds vid den södra delen av Pärviieförkastningen i samarbete mellan LMV och SGU.

Av stort intresse är att man från Kuopiotrakten i sydöstra Finland tycks kunna påvisa en direkt koppling mellan den recenta seismiska aktiviteten och pågående olikformig landhöjning utmed mycket gamla (prekambriska) förkastningar (Talvitie, 1971). Hypocentrum för skalven är belägna på 3 - 10 kilometers djup och magnituderna varierar mellan 3,2 och 4,3.

Ingenting i fält visar på pågående rörelser i de nordsvenska förkastningarna. Tvärtom tycks det hela väl konsoliderat. Exponerat

berg i förkastningsbranten är lavklätt och vittrat ända ned mot jordkontakten och inga aktiva sluttningsprocesser av någon betydelse har kunnat påvisas.

Vidare finns klara belägg för att delar av Pärvieförkastningen och vissa av de andra förkastningarna utbildats till fulla höjden innan den definitiva isavsmältningen inom respektive område.

Man kan därför med relativt stor säkerhet slå fast att det inte är ett jämnt förlopp som pågått sedan isavsmältningen. Mycket små rörelser eller rörelser åt motsatt håll kan naturligtvis inte uteslutas på grundval av ovanstående omständigheter.

Den andra ytterligheten, momentan utveckling, tycks även den osannolik utom för Fulufjällområdet. Om förkastningarna snabbt utlösts i sin helhet under en avsmältande is, borde det rimligtvis ha medfört avsevärda effekter i form av sprickbildning i isen, avlänkning och styrning av glaci-fluviala dräneringar, störningar i isrörelsen med avvikande morfologi som följd osv.

Sådana effekter saknas i stort sett inom Norr- och Västerbotten. Fulufjällområdet måste undersökas närmare innan några säkra uttalanden kan göras, det är fortfarande oklart vad de olika formelementen representerar.

En inlandsis är däremot sannolikt tillräckligt lågviskös för att deformeras plastiskt under loppet av t ex några veckor även om språnghöjden är uppemot 20 meter. Det tycks därför troligt att hela rörelsen (med utgångspunkt från vad som kan observeras i fält) utlösts under veckor, månader eller år.

Under antagande att Pärvieförkastningens olika delar utbildats någorlunda synkront, och det måste anses troligt att åtminstone näraliggande partier gjort det, så kan hela bildningsförloppet ha pågått högst några tiotal år, sannolikt mindre. Detta kan fastslås mot bakgrund av förkastningens förhållande till olika senglaciala formelement och kunskapen om isavsmältningens mekanik.

På en plats finns dessutom indikationer på att hela förkastningsförloppet tagit form på kortare tid än uppbyggnaden av en glacifluvial grusavlagring, vilket i tid innebär högst några enstaka år. Om dessa tolkningar är riktiga och under förutsättning att resultaten är allmängiltiga, så kan bildningstiden för varje förkastning läggas inom tidsintervallet; några dagar till några år (osäkerheten i antagandena understrykes).

Eftersom det inte lär föreligga något absolut samband mellan förskjutningsbelopp och förskjutna massor respektive magnituder är det svårt att uttala sig om styrkan hos de jordskalv som förekommit i samband med förkastningarnas bildande. Seismologisk expertis har dock antytt att magnituder på 8 och däröver är fullt realistiska för så pass stora förkastningar som det här är fråga om (E Husebye, G Lande, muntliga uppgifter).

Några omgivningseffekter som t ex jordskreden i Finska Lappland har inte iakttagits i Sverige, men det är angeläget att undersökningar av sådana och liknande effekter kommer till stånd. Därigenom skulle en bedömning av effekterna av eventuella framtida markrörelser av samma slag lättare kunna göras.

#### 9. Förkastningarnas orsak

Med nuvarande kunskapsunderlag ligger det nära till hands att förklara förkastningarna som en effekt av den mycket snabba isostatiska landhöjningen i isavsmältningsfasen. Eftersom denna höjning också varit störst och snabbast i norr, så ges möjligen också en förklaring till varför denna typ av förkastningar tycks begränsade till norra Skandinavien.

Enligt Bjerhammar (1977, sid 4) är också en förkastningsverksamhet av detta slag att vänta i samband med den "elastiska landhöjningsfas" som antas ha förekommit under isavsmältningsskedet.

Sambandet med landhöjningen är dock inte entydigt (Lagerbäck, 1977, sid 14). Flera av förkastningarna är t ex vända åt "fel håll" jämförda med landhöjningsmaximum (det nuvarande).

Förkastningslinjerna är också orienterade i samma riktning som fjällkedjan och de seismiskt aktiva zonerna utmed bottenvikskusten och norska atlantkusten. Dessa löper vinkelrätt mot den antagna rörelsen hos den Eurasiska plattan. Fjällkedjan motsvaras av en ca fem kilometers fördjupning av gränsen jordskorpa-mantel och även i övrigt är denna gräns ojäm. Som ett resultat av skorpan och mantelns relativa rörelse kan ha byggts upp spänningar som utlösts under landhöjningens intensivaste skede. Av stort intresse är att konstatera att förkastningarnas riktning tycks överensstämma med riktningen av maximal shear stress, som den bestämts av N Hast (1974).

En än mer spekulativ hypotes är att utlösningen av förkastningarna skulle ha gynnats av de stora smältvattenmängderna (delvis underhydrostatiskt tryck) under isavsmältningsskedet. Smältvattnet skulle således ha haft en smörjande effekt på samma vis som man utlöst jordskalv genom att under högt tryck pumpa ned vatten i aktiva förkastningszoner (Pakiser et al. , 1969).

Problemställningen tillhör dock ett ämnesområde som ligger långt utanför uppdraget och det torde krävas stora forskningsinsatser innan man ens kan närma sig lösningen på problemkomplexet.

### Referenser

Bjerhammar, A. , 1977: The Gravity Field in Fennoscandia and Postglacial Crustal Movements. Rapport, Stockholm.

Du Rietz, T. , 1937: Recenta förkastningar eller sprickbildningar i Västerbottensfjällen. Geol. Fören. Stockh. Förh. 59, 112 - 114.

Ekman, M. , 1976: Undersökning av lutningsändringar i jordskorpan vid förkastningslinjer i södra Sverige 1974-76. Statens lantmäteriverk, Gävle.

Hast, N. , 1974: The State of Stress in the Upper Part of the Earth's Crust as Determined by Measurements of Absolute Rock Stress. *Naturwissenschaften* 61, 468 - 475.

Hyypä, E. , 1932: Die postglazialen Niveauverschiebungen auf der Karelischen Landenge. *Fenn.* 56, 241 pp.

Hyypä, E. , 1954: Åsarnas uppkomst. *Geologi* nr 5, sid 45.

Kujansuu, R. , 1964: Nuorista siiroksista Lapissa. Summary: Recent Faults in Lapland. *Geologi, Vsk* 16, pp 30 - 36.

Kujansuu, R. , 1971: On Landslides in Finnish Lapland. *Geological Survey of Finland, Bulletin* 256, 22.

Lagerbäck, R. , 1976: Femton mil lång spricka i Lappland – geologisk sensation. *Forskning o. Framsteg* 6:77, 36 - 37.

Lagerbäck, R. , 1977: Unga rörelser i svenska urberget. *Forskning o. Framsteg* 2:77, 7 - 14.

Lagerlund, E. , 1977: Förutsättningar för moränstratigrafiska undersökningar på Kullen i Nordvästskåne – teoriutveckling och neotektonik. *Akademisk avhandling*, 106 s, Lund.

Lundqvist, J. , och Lagerbäck, R. , 1976: The Pärvie Fault: A late-glacial Fault in the Precambrian of Swedish Lapland. *Geol. Fören. Stockh. För.* 98, 45 - 51.

Mannerfelt, C. M:son, 1977: Istidsgåtor i fjällen. *Forskning o. Framsteg* 1:77, 38 - 49.



Mörner, N. -A. , 1975: Postglacial Earth movements. A summary of current research activities. Swed. Geodyn. Proj. XVI Gen. Assem. IUGG, Grenoble. 10 pp.

Pakiser, L. C. , Eaton, J. P. , Healy, J. H. , Raleigh, C. B. , 1969: Earthquake Prediction and Control. Sci. 166:3912, 1467 - 1474.

Post, L. von, 1929: Kvartära bildningar i "Beskrivning till kartbladet Säffle av Nils H Magnusson och Lennart von Post". Sver. Geol. Unders. Aa 167, 96 pp.

Sauramo, M. , 1939: The mode of land upheaval in Fennoscandia during late-quadernary time. C.R. Soc. Géol. Finl. XIII, 39 - 63.

Talvitie, J. , 1971: Seismotectonics of the Kuopio region, Finland. Bull. Comm. Biol. Finlande N:o 248, 41 p.

Tanner, V. , 1930: Studier över kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar IV. Bull. Comm. Géol. Finl. 88, 594 pp.

## EN JÄMFÖRELSE MELLAN DE RECENTA FÖRKASTNINGARNA OCH FLYGMAGNETISKA STRUKTURER

### 1. Inledning

Tolkningen av den flygmagnetiska kartan bygger på identifikationen av olika mönster i anomalibilden och på de skillnader i magnetisering som förekommer inom och mellan områden med olika mönster. De mönster som identifieras är: bandat, oregelbundet och gånglikt. En närmare definition av dessa ges i referens 1. Övergångar mellan bandat och oregelbundet mönster uppkommer genom att bandningen t ex blir mera diffus. Bandat anomalimönster svarar oftast till tydligt stratifierade bergarter medan oregelbundet anomalimönster oftast svarar till djupbergarter. Gånglikt anomalimönster svarar till gångar och gångsvärmar. Genom att studera de magnetiska anomaliernas gradienter kan man erhålla uppskattningar av stupningar hos kontakter eller skivformiga kroppar samt djup till övre ytan.

Karakteristiska magnetiska kontakter, karakteristiskt bandat anomalimönster eller karakteristiska gånglika anomalier kallas referensstrukturer. Oregelbundenheter t ex avbrott eller förskjutningar i dessa referensstrukturer används för att identifiera magnetiska dislokationer. Även diskordanta magnetiska minima indikerar vanligen dislokationer eller dislokationszoner. Bredden på sådana zoner kan uppgå till 1 km men är vanligen några hundra meter. Förskjutningarna kan oftast mätas och därmed blir dislokationernas skenbara laterala rörelsekomponent bestämd. I undantagsfall kan även den vertikala rörelsekomponenten bestämmas.

Sambandet mellan dislokationer och förkastningar är uppenbart genom att dislokationerna identifierar zoner med relativ rörelse mellan de angränsande blocken. Även där ingen nettorörelse kan observeras är det uppenbart att dislokationerna utgör förkastningar, eftersom en långt gången oxidation och hydrering av berggrunden

kan observeras i dessa zoner (referens 2). Slutligen är de flesta gångsystem orienterade parallellt med något dislokationssystem.

Det är emellertid inte möjligt att med enbart flygmagnetisk tolkning bestämma alla förkastningar. Detta beror dels på att en viss minsta storlek krävs (på förskjutningar, oxidationszoners bredd eller uthållighet) för att en förkastning skall avspegla sig i anomalibilden, dels på att de nödvändiga referensstrukturerna ej finns överallt och dels på svårigheter att identifiera dislokationer när dessa blir parallella med referensstrukturerna och/eller flygriktningen.

De hittills uppnådda resultaten vid tolkningen av olika flygmagnetiska kartblad visar att man tydligt får fram det regionala dislokationsmönstret och dess egenskaper (referens 3). I de systematiska tolkningar som hittills gjorts redovisas dislokationerna på en kartbilaga i skalan 1:250 000 (referens 1, 4, 5) eller på den så kallade tektoniska kartan (referens 6). Man kan konstatera att dislokationerna förekommer på ett systematiskt sätt med avseende på riktning och skenbar lateral rörelsekomponent samt avstånd mellan dislokationszoner. Uthålligheten och lineariteten är påfallande, således kan en enda NNO strykande dislokationszon följas över 300 km. På det bilagda diagrammet (fig 5) visas riktningsfrekvens och rörelsekomponent hos dislokationerna från 6 olika kartområden (50 x 50 km) i Norrbotten. Kartan (fig 6) visar det regionala dislokationsmönstret i Norrbotten och Västerbotten.

## 2. Jämförelser mellan några recenta förkastningar och flygmagnetiska strukturer respektive dislokationer

### Metodik

Den närmaste omgivningen till de recenta förkastningarna (i fortsättningen bara kallade förkastningar) har i skalan 1:50 000 jämförts med de flygmagnetiska anomalierna. Anomalistrukturen (bandning och dess orientering) har markerats, likaså i närheten

förekommande dislokationer. Eftersom förkastningarna till största delen förekommer på kartområden som ännu ej tolkats systematiskt, så är innebörden av de lokala magnetiska strukturerna ofta oklar. Uthålliga och tätt samlade strukturmarkeringar (gult på kartorna) torde dock motsvara klart stratifierade bergarter, medan glesa och korta markeringar visar diffus bandning, som kanske endast svarar mot obetydliga skillnader i berggrundens struktur eller sammansättning. I vissa fall kan gångsvärmar ingå i strukturmarkeringarna. Kraftiga och uthålliga dislokationsmarkeringar (grönt på kartorna) visar säkra dislokationszoner medan kortare och tunnare eller streckade markeringar visar svagare indikationer på dislokationer.

Följande faktorer har bedömts som intressanta vid en jämförelse mellan förkastningarna och de magnetiska strukturerna:

1. strukturindikationer som är parallella med förkastningarna
2. strukturindikationer som med stor vinkel övertvåras förkastningarna
3. dislokationer som är parallella (sammanfaller) med förkastningar
4. dislokationer som övertvåras förkastningarna
5. strukturer mot vilka förkastningarna upphör
6. dislokationer mot vilka förkastningarna upphör (skenbart eller reellt)
7. dislokationer som förekommer i förlängningen av förkastningar

Dessa sju faktorer har sammanställts i tabellform, där faktorerna 1 - 3 uttrycks i km och de övriga i antal förekommande fall. Den totala längden förkastningar är ca 325 km och det totala antalet större avbrott 27 stycken.

<u>Faktor</u>	<u>km</u>	<u>%</u>	<u>Antal</u>	<u>%</u>
1	165	51		
2 med faktor 3	16	5		
utan faktor	49	15		
totalt		20		
3	105	32		
4			2	
5			3	11
6 mot NV, VNV dislokation			18	62
mot NO dislokation			6	22
totalt				89
7			7	

I de fall där den relativa förskjutningen vid avbrott har kunnat uppskattas, har i 6 fall av 7 en skenbar sinistral komponent observerats längs NV och VNV strykande dislokationer. Dessa riktningar har också i den regionala översikten en tydlig sinistral komponent, jämför med diagrammet. (Samma tendens observeras vid den nu aktiva Nansen FC i Norska Havet.) I två fall har en relativ vertikal rörelse hos dislokationer kunnat bedömas där även förkastningar föreligger. Rörelseriktningen har i det ena fallet varit som förkastningens, i det andra fallet omvänt. Sannolikt är det frågan om mycket gamla skeenden med stort belopp (100-tals meter).

#### Kommentar

Det framgår klart att förkastningarna ofta är orienterade parallellt med (magnetiska) strukturer i berggrunden. I sådana fall är det svårt att avgöra om en dislokation dessutom föreligger (se inledningen). Med tanke på att förkastningarna övervägande är orienterade parallellt med de stora dislokationssystemen, så

torde det vara sannolikt att de också tenderar att sammanfalla med dislokationerna (dock ej säkert med de största dislokationszonerna). Detta har också kunnat visas för en mindre del av den totala förkastningslängden (faktor 3 i tabellen). I förvånande många fall övertvåras förkastningen den lokala (magnetiska) strukturen utan att tydliga dislokationsindikationer förekommer. Frekvensen för koincidens mellan dislokationer och förkastningar är något mindre i dessa situationer än totalt. Avbrott och uppehåll sker nästan alltid vid tvärande dislokationer främst med NV riktningar. I några fall sker avbrott eller uppehåll mot magnetiska kontakter mellan olika anomalimönster (t ex när djupbergarter är i kontakt med stratifierade bergarter).

### 3. Kort beskrivning av förhållandena utmed de olika förkastningslinjerna

#### Förkastningen från 31 J till 28 I (Pärvieförkastningen)

I den nordligaste delen sker avbrott mot en serie dislokationer. Det föreligger svaga indikationer på en fortsättning mot N i en dislokation. Den följer därefter (mot S) i detalj den magnetiska strukturen, även vid avlänknings i delrutan 31 J O g (som troligen orsakas av en större sur intrusivkropp). På kartområdet 30 J NO sker avbrott vid en större NV strykande dislokationszon. På kartområdet 30 J NV finns indikationer på dislokationer mellan delar av förkastningen. Avbrott mot en större NV dislokation förekommer på delrutan 30 J 6 d. På kartområdet 30 J SV är korrelationen med de magnetiska strukturerna svagare. I delrutan 30 J O b sker avbrott mot en VNV strykande dislokationszon. Söder om denna zon förekommer en större basisk intrusion och mot dess södra kontakt upphör förkastningen. På kartområdet 29 J NV tväras de magnetiska strukturerna på ett flertal ställen, likaså förekommer ett flertal avbrott mot NV dislokationer. På kartområdet 29 I SO följs den magnetiska strukturen över en lång sträcka och i den södra delen sammanfaller förkastningen med tydliga dislokationer med NNO riktning. Dessa fortsätter på kartområdet 28 I, där för-

kastningen har splittrats upp i flera parallella drag. Dislokationszonen fortsätter sedan ytterligare ca 70 km mot SSO in under fjällbergarter.

#### Förkastningen på bladet 30 K NV

Den följer magnetiska dislokationer utom i sydligaste delen. I förkastningens fortsättning både mot NNO och SSV förekommer dislokationer.

#### Förkastningen på bladet 29 J NV och SV

I norra delen börjar förkastningen vid en kraftig VNV dislokationszon. Den följer de magnetiska strukturerna i delrutorna 29 J 6 - 7 c och avbryts av en VNV dislokation vid rutan 5 c. Söder om denna föreligger en dislokation i förkastningsstråket. På blad 29 J SV övertväras den magnetiska bandningen på flera ställen utan indikationer på någon dislokation (en svag sådan finns dock inom delruta 29 J 1 b). Mot söder stoppar förkastningen mot en ONO strykande dislokationszon.

#### Förkastningen på bladen 29 och 30 L

I norr på bladet 30 L NO börjar förkastningen i en större dislokationszon, som även fortsätter minst 5 km mot NNO. På bladet 30 L SO sammanfaller förkastningen med dislokationer, som främst karakteriseras genom sina oxidationszoner. Avbrott sker mot NNV strykande dislokationer. Även på bladet 29 L sammanfaller förkastningen med dislokationer, nu med NNV strykning. Dessa har sannolikt en vertikal rörelsekomponent, där det västra blocket sänkts (d v s samma som förkastningens rörelse). Mot söder stoppar förkastningen mot en regional NV dislokationszon.

#### Förkastningen på bladet 29 L SV

Denna förkastning ligger helt inom en rund magnetisk struktur (orsakad av en större sur intrusion) och stoppar tydligt vid strukturens yttre kontakter.

#### Förkastningen på bladet 27 I NV

Denna ligger i en större dislokationszon med en klar vertikal rörelsekomponent (ned på norra sidan), vilket är omvänt mot förkastningens.

#### Förkastningarna på bladen 27 och 26 L

Den norra delen förekommer oberoende av magnetiska strukturer eller dislokationer. På bladet 26 L NV ruta 9 e böjer dock en förkastning av kraftigt och följer en NV strykande dislokationszon några km. På bladet 26 L följer den södra förkastningen helt en dislokation, avbrott sker mot NV dislokationer.

#### Förkastningarna på bladet 22 K NV och 22 K SO

Den norra förkastningen följer delvis dislokationer, som tvärrar de magnetiska strukturerna (tydlig bandning). Den södra förkastningen följer i sin norra del en större NO strykande dislokationszon.

#### 4. Slutsatser

De recenta förkastningarna följer i hög grad de lokala och regionala (magnetiska) dislokationerna. Dessa representerar äldre förkastningar. De flesta avbrotten hos förkastningarna sker vid tvärande dislokationer, där rörelsen sannolikt utlösts utmed dessa eller mot kontakter mellan strukturellt kontrasterande bergarter (varvid rörelsen eventuellt kan upptas av delar av kontaktzonen). Det är iögonfallande att de recenta förkastningarna har riktningar, som helt överensstämmer med de regionala dislokationssystemens



riktningar. Pärviéförkastningen övergår i sin södra del i en av de större regionala dislokationerna. Riktningen hos denna förkastning är parallell med den seismiskt aktiva zon som sträcker sig från Väneren utmed Ångermanlands kustland och mot Kemi i Finland.

### Rekommendation

För att effektivt spåra upp och karakterisera förkastningar (med möjligheter till recenta rörelser) bör en kombinerad tolkning av flygfoto och flyggeofysiska (magnetiska och RAMA) anomalier företas. Likaså bör den naturliga seismiska aktiviteten registreras under en längre tidsperiod för att erhålla sambanden mellan seismiciteten och dislokationssystemen.

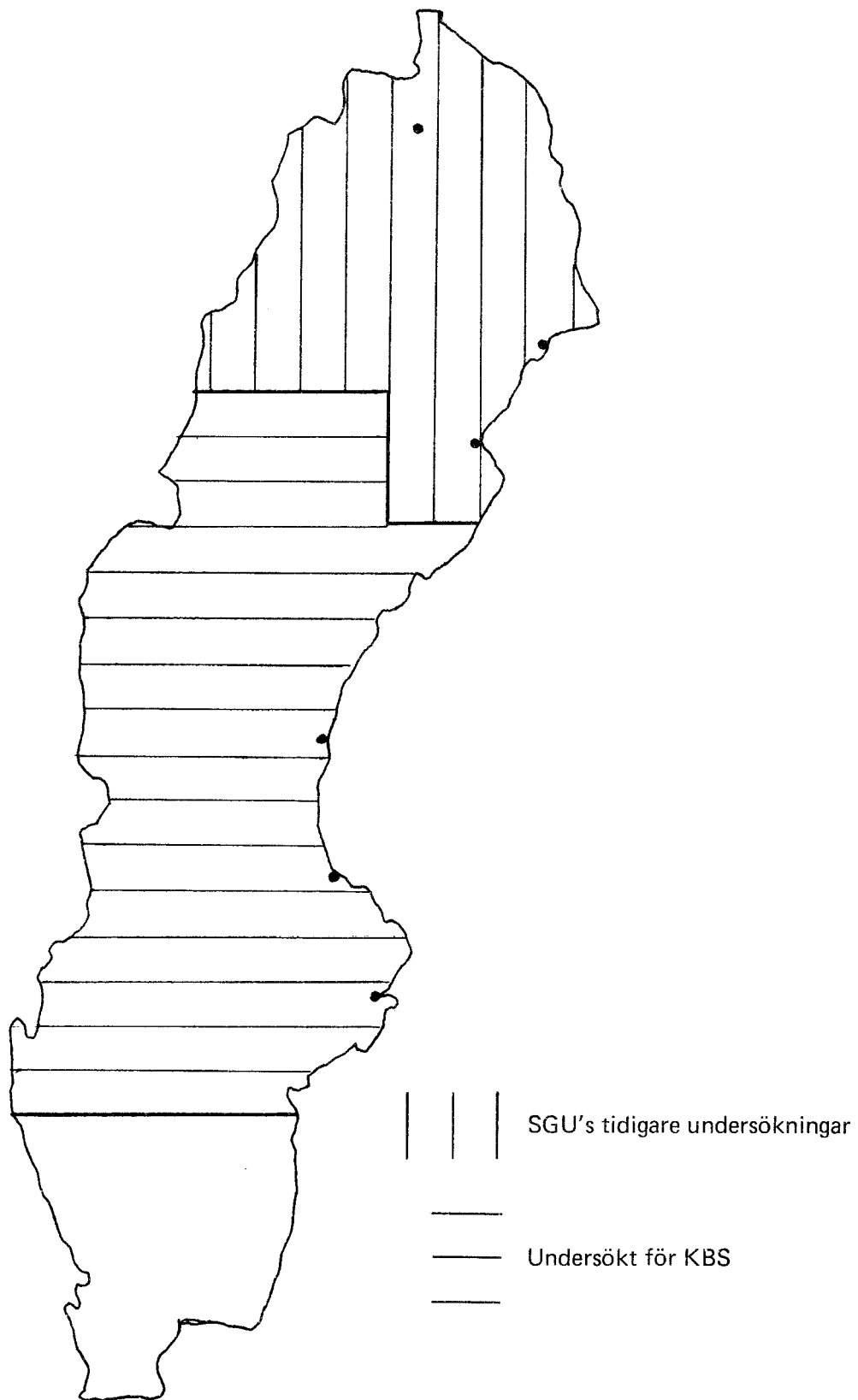
### Kostnader

Förutom kostnaderna för flygning och kartproduktion kostar flygmagnetisk tolkning, med avseende på dislokationer på områden där en fullständig tolkning utförs, 8 000 kr per kartblad och på områden där en sådan tolkning ej föreligger (d v s om dislokationstolkningen görs separat) 12 000 kr per kartblad 25 x 25 km.

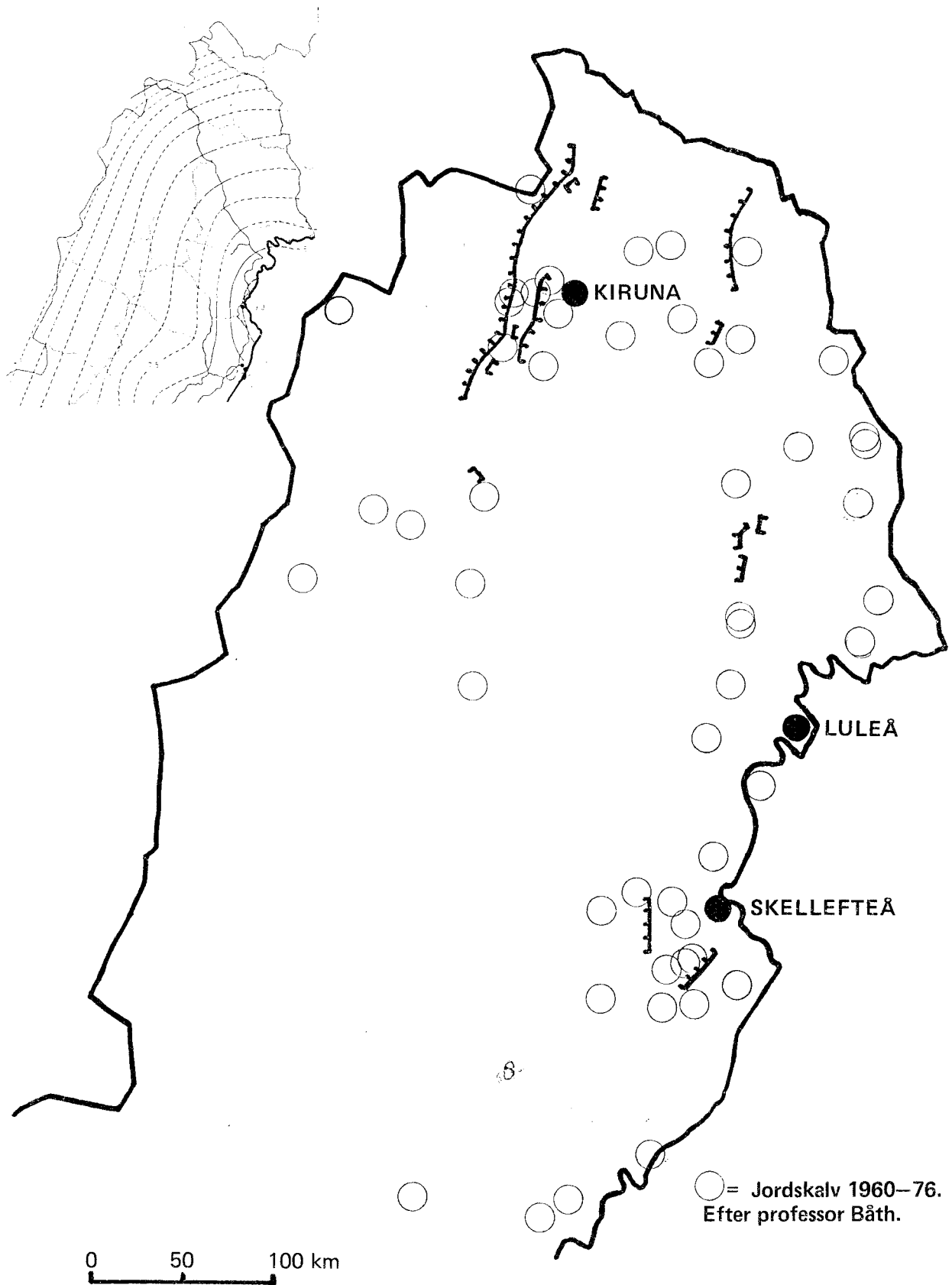
### Referenser

1. H Henkel i F Witschard, 1975: Description of the geological maps Fjällåsen. SGU Ser Af nr 17 - 20.
2. H Henkel and M Guzmán, 1977: Magnetic features of fracture zones. Geoexploration Vol 15 nr 3.
3. H Henkel, 1976: Dislokationssystem i Norra Sverige. Föredrag vid XII Nordiska Geologvintermötet i Göteborg.
4. H Henkel, i P Padget, 1977: Description of the geological maps Pajala. SGU Ser Af nr 21 - 24.

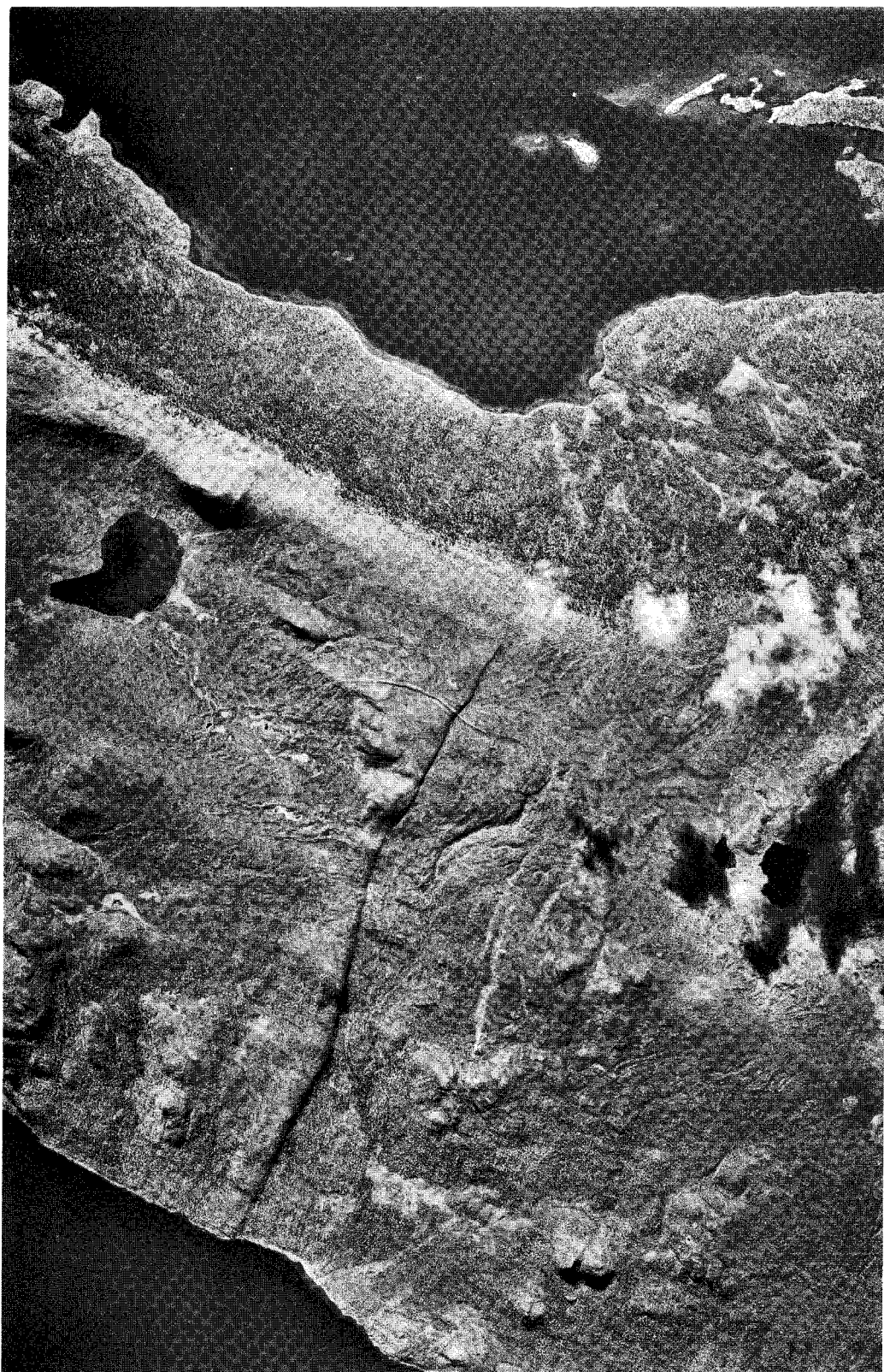
5. H Lindroos och H Henkel, 1977: Beskrivning till berggrunds-kartbladen Huuki och Muonionalusta. SGU Ser Af nr 25 - 32. Under utgivning.
6. H Henkel i K A Kornfält, 1977: Beskrivning till berggrunds-geologiska kartbladet Kristianstad SO. SGU Ser Af. Under utgivning.



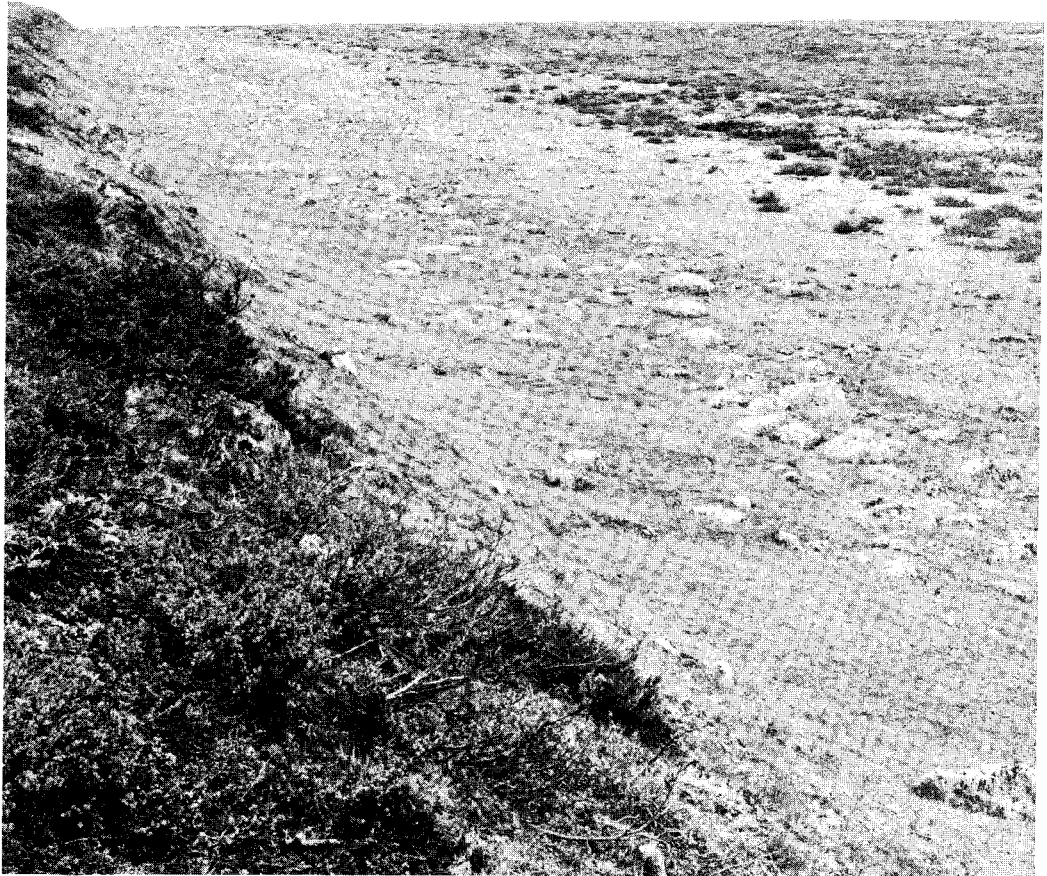
Figur 1. Kartan visar det av SGU inventerade området. Det använda flygbildsmaterialet utgöres av svart-vita kontaktkopior i skalan 1:30000 med stereoskopisk täckning



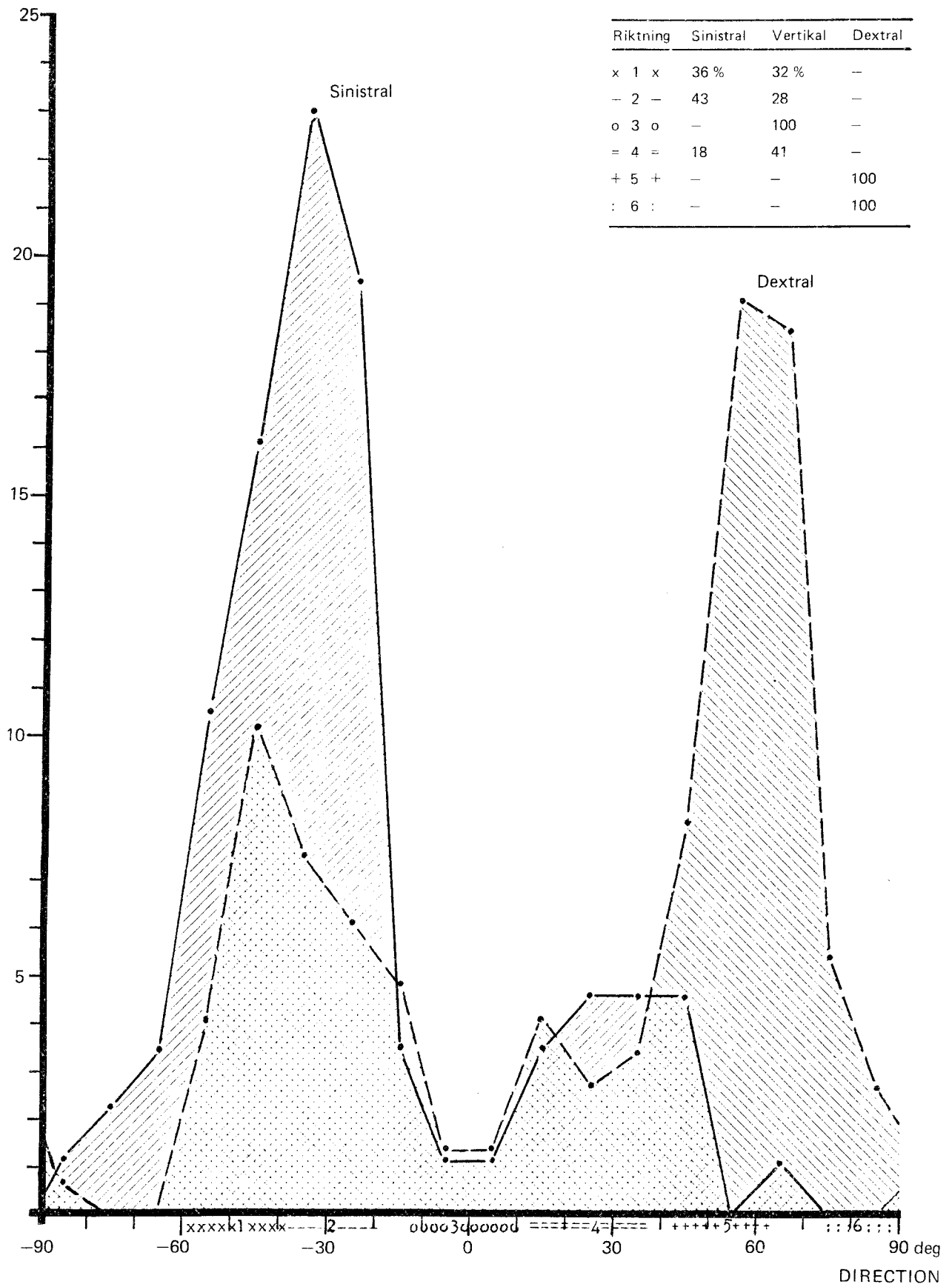
Figur 2. Översiktskarta över förkastningar, jordskalv och landhöjning i norra Sverige. Den infällda bilden visar isobaser för den nutida landhöjningen enligt RAK's precisionsavvägningar. Tvärstrecken på förkastningslinjerna är vända mot det lägre blocket



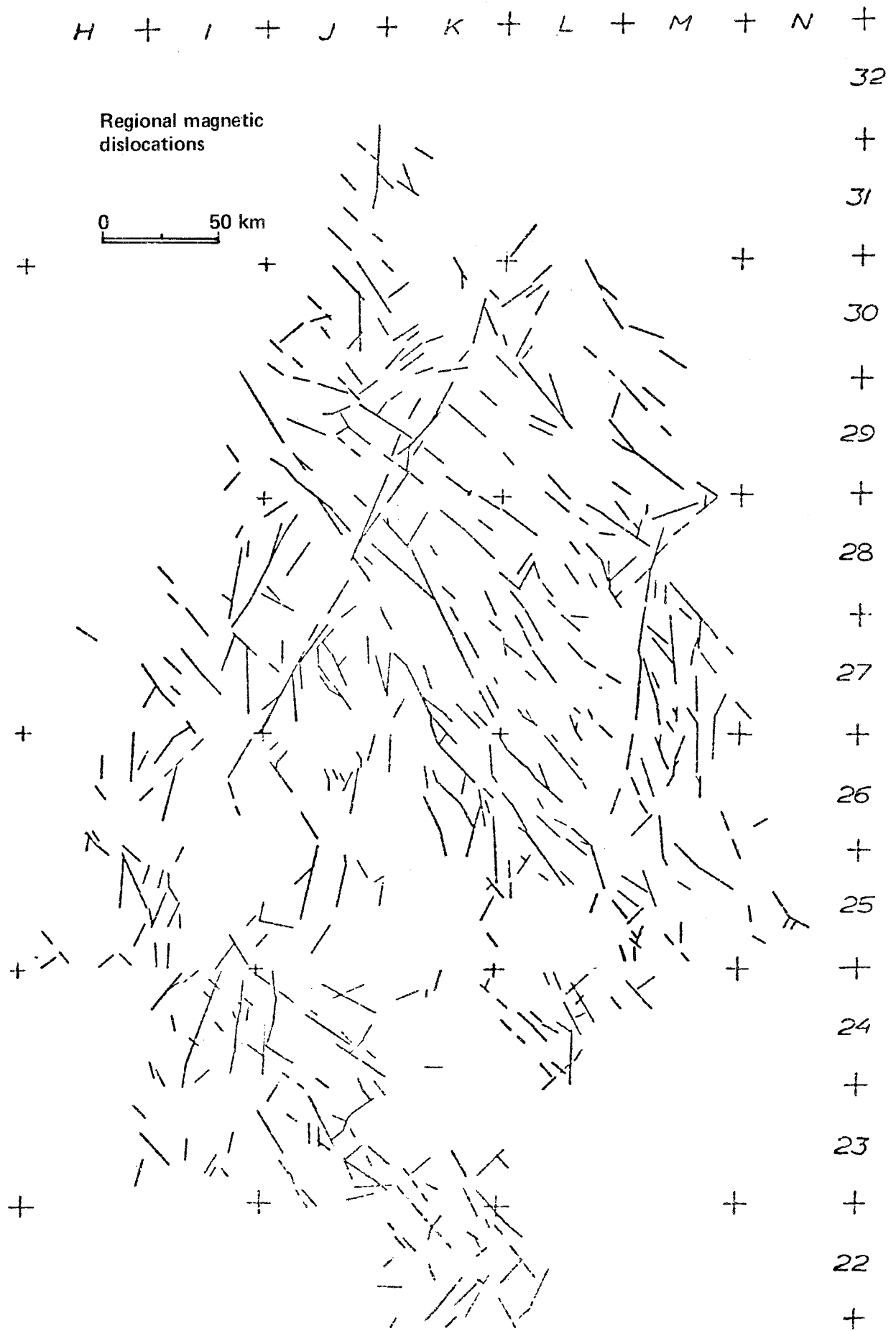
*Figur 3. Vertikalbild över Pärvie-förkastningens södra del mellan Langas (längst upp i bilden) och Satibaure. I bildens mitt klipper förkastningen tvärt av en i samband med isavsmältningen bildad rullstensås. I sluttningen ned mot Langas är även en serie issjöstrandlinjer tvärt avklippta. För att bestämma eventuella nutida rörelser planerar man en precisionsavvägning vid stranden av den numera reglerade Satibaure. Flygfoto: Rikets allmänna kartverk år 1959. Godkänd för reproduktion och spridning av Statens lantmäteriverk 1976-12-22*



*Figur 4. Pärvie-förkastningen vid fjället Tsåktso åskådliggör förkastningarnas allmänna utseende; ett markant steg i den ovanpåliggande moränen. Skillnaden i blockighet och vegetation är orsakad av att området närmast slänten är utbildat som snölega till långt in på sommaren*



Figur 5.



Figur 6.



## Förteckning över tekniska rapporter

01. Källstyrkor i utbränt bränsle och högaktivt avfall från en PWR beräknade med ORIGEN  
Nils Kjellbert  
AB Atomenergi 77-04-05
02. PM angående värmeledningstal hos jordmaterial  
Sven Knutsson och Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 77-04-15
03. Deponering av högaktivt avfall i borrhål med buffertsubstans  
A Jacobsson och R Pusch  
Högskolan i Luleå 77-05-27
04. Deponering av högaktivt avfall i tunnlar med buffertsubstans  
A Jacobsson, R Pusch  
Högskolan i Luleå 77-06-01
05. Orienterande temperaturberäkningar för slutförvaring i berg av radioaktivt avfall  
Roland Blomqvist  
AB Atomenergi 77-03-17
06. Groundwater movements around a repository,  
Phase 1, State of the art and detailed study plan  
Ulf Lindblom  
Hagconsult AB 77-02-28
07. Resteffekt för KBS del 1  
Litteraturgenomgång Del 2 Beräkningar  
K Ekberg, N Kjellbert, G Olsson  
AB Atomenergi 77-04-19

08. Utlakning av franskt, engelskt och kanadensiskt glas med högaktivt avfall  
Göran Blomqvist  
AB Atomenergi 77-05-20
09. Diffusion of soluble materials in a fluid filling a porous medium  
Hans Häggblom  
AB Atomenergi 77-03-24
10. Translation and development of the BNWL-Geosphere Model  
Bertil Grundfelt  
Kemakta Konsult AB 77-02-05
11. Utredning rörande titans lämplighet som korrosionshärdig kapsling för kärnbränsleavfall  
Sture Henriksson  
AB Atomenergi 77-04-18
12. Bedömning av egenskaper och funktion hos betong i samband med slutlig förvaring av kärnbränsleavfall i berg  
Sven G. Bergström  
Göran Fagerlund  
Lars Rombén  
Cement och Betonginstitutet 77-06-22
13. Utlakning av använt kärnbränsle (bestrålad uranoxid) vid direktdeponering  
Ragnar Gelin  
AB Atomenergi 77-06-08
14. Influence of cementation on the deformation properties of bentonite/quartz buffer substance  
R. Pusch  
Högskolan i Luleå 77-06-20

15. Orienterande temperaturberäkningar för  
slutförvaring i berg av radioaktivt avfall  
Rapport 2  
Roland Blomquist  
AB Atomenergi 77-05-17
16. Översikt av utländska riskanalyser samt  
planer och projekt rörande slutförvaring  
Åke Hultgren  
AB Atomenergi augusti 1977
17. The gravity field in Fennoscandia and  
postglacial crustal movements  
Arne Bjerhammar  
Stockholm augusti 1977
18. Rörelser och instabilitet i den svenska  
berggrunden  
Nils-Axel Mörner  
Stockholms universitet augusti 1977
19. Studier av neotektonisk aktivitet i mellersta  
och norra Sverige, flygbildsgenomgång och  
geofysisk tolkning av recenta förkastningar  
Robert Lagerbäck  
Herbert Henkel  
SGU september 1977
20. Tektonisk analys av södra Sverige  
Vättern - Norra Skåne  
Kennert Röshoff  
Erik Lagerlund  
Luleå och Lund september 1977
21. Earthquakes of Sweden 1891-1957  
1963-1972  
Ota Kulhånek  
Rutger Wahlström  
Uppsala universitet september

22. The influence of rock movement on the stress/strain situation in tunnels or bore holes with radioactive conisters embedded in a bentonite/quartz buffer mass.  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 1977-08-22
23. Water uptake in a bentonite buffer mass.  
A model study.  
Roland Pusch  
Högskolan i Luleå 1977-08-22
24. Beräkning av utlakning av vissa fissionsprodukter och aktinider från en cylinder av franskt glas.  
Göran Blomqvist  
AB Atomenergi 1977-07-27