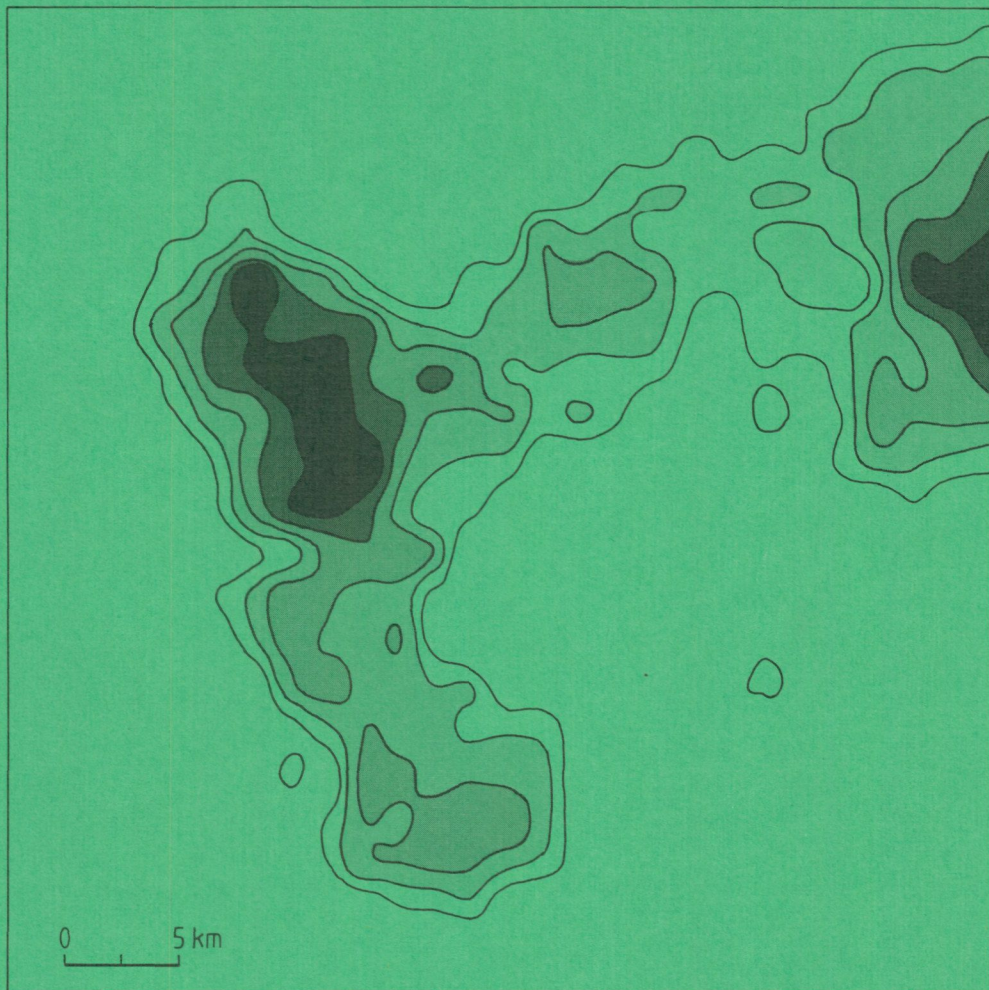




SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Rapporter och meddelanden nr 37

Geokemisk kartering



Madelen Andersson och Sten-Åke Ohlsson

Uppsala 1984

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Rapporter och meddelanden nr 37

GEOKEMISK KARTERING

Madelen Andersson (Tungmineral)

Sten-Åke Ohlsson (Bäcktorv)

Uppsala 1984

ISBN 91-7158-324-6

ISSN 0349-2176

Geokemisk kartering vid SGU

Den geokemiska sektionen vid Sveriges geologiska undersökning har som huvuduppgift att upprätta geokemiska kartor över landet.

Begreppet geokemi definieras som mätning av den kemiska sammansättningen i prover som tagits i naturen. Sådana prov kan bestå av material från:

Berggrunden:	Bergartsprov, malmprov, mineralprov.
Jordlagren:	Minerogena jordartsprov, organiska jordartsprov.
Växter:	Olika växttyper och växtdelar.
Vattendragen:	Vatten, minerogena eller organogena sediment, vattenlevande organismer.

Begreppet geokemi innebär också att man studerar migrationen eller kretsloppet av olika kemiska element i naturen.

Vid SGU har geokemiska karteringsarbeten med olika syften pågått under åtskilliga år. Den viktigaste målsättningen har hittills varit att påvisa geokemiskt förhöjda områden som kan leda till upptäckter av nya malmförekomster. Vid sidan av prospekteringen har andra målsättningar fått en allt större betydelse på senare tid. Det generella syftet är att kartlägga den kemiska variationen i landets lösa avlagringar och vatten. I detta ingår att spegla såväl berggrundens sammansättning som de effekter av försurning och nedsmittning som fås genom nedfall och utsläpp.

För att en landsomfattande geokemisk kartläggning skall kunna genomföras inom rimlig tid har mycket arbete nedlagts på att studera vilka material som är lämpligast att provta och analysera under svenska förhållanden. De villkor som en geokemisk provtyp måste uppfylla är bl a följande:

1. Provtypen skall vara allmänt förekommande inom hela landet.
2. Provtagningen skall vara enkel och kunna göras snabbt över stora ytor.
3. Provtypen skall kemiskt återspegla ett omgivande områdes berggrund.
4. Provtypen skall ge reproducerbara resultat vid förnyad provtagning i samma punkter. Det får alltså inte i provens ke-

miska sammansättning förekomma variationer som beror på årstidsväxlingar eller nederbördsvariationer.

5. Kemisk analys av ett stort antal huvudelement och spårelement skall kunna göras snabbt och till rimlig kostnad.

Efter omfattande jämförande studier av olika provtyper har framkommit att en geokemisk kartering av landet bör bygga på två olika provtyper.

Den ena provtypen som används vid geokemisk kartering är organiskt bäckmaterial s k bäcktorv. Detta material består främst av förmultnade växtdelar och levande växtrötter. Ett visst inslag av järn och manganhydroxider ingår också i provet. Trots sin heterogena karaktär har bäcktorvmaterialet visat sig vara effektivt vid kartläggningen av variationen hos sådana metaller som lätt går i lösning. Genom inaskning av provet överförs metallerna i oxidform samtidigt som provet koncentreras och metallerna blir lättare att detektera. Efter kemisk analys sker statistisk bearbetning och korrigeringsfaktorerna med hänsyn till anrikningsfaktorer t ex järn och mangan.

Den andra provtypen är tungmineralfraktionen av morän, s k tungmineral. Eftersom en mycket stor del (ca 70%) av landets yta är täckt av morän kan regional insamling av detta material ske snabbt och enkelt genom att man utnyttjar vägnätet och provtar moränens C-horisont i vägsränningar. Tungmineralfraktionen separeras fram genom att man behandlar ca 10 l morän i olika steg med våtsiktning, maskinvaskning, separation i tunga vätskor samt magnetseparation. Detta underlättar i hög grad den efterföljande kemiska analysen och den mineralogiska undersökningen. Tungmineralmetoden är särskilt lämpad för geokemisk kartläggning av variationen hos metaller som bildar svårvittrade, resistent mineral.

F n analyseras vardera provtypen på ca 30 olika element med XRF-metoden - röntgenfluorescens. Detektionsgränserna för As, Co, Cr, Cu, Ni, Zn och Mo är 10 ppm (för Mo i tungmineral dock 20 ppm). För Pb, U och W är gränsen 20 ppm samt för Sn 100 ppm.

Resultatet av första årets kartering med en provtäthet av 0,15 prov/km² inom tre utvalda försöksområden (fig 1) för vardera provtypen redovisas här. Kartbilagorna utgör exempel på två kartformer som produceras, dels cirkelkartor där varje enskild provpunkts värde finns redovisat, dels en färgkarta utvisande trendytor över de provtagna områdena. På cirkelkartorna redovisas 60:e, 70:e, 80:e, 90:e, 95:e, och 99:e per-

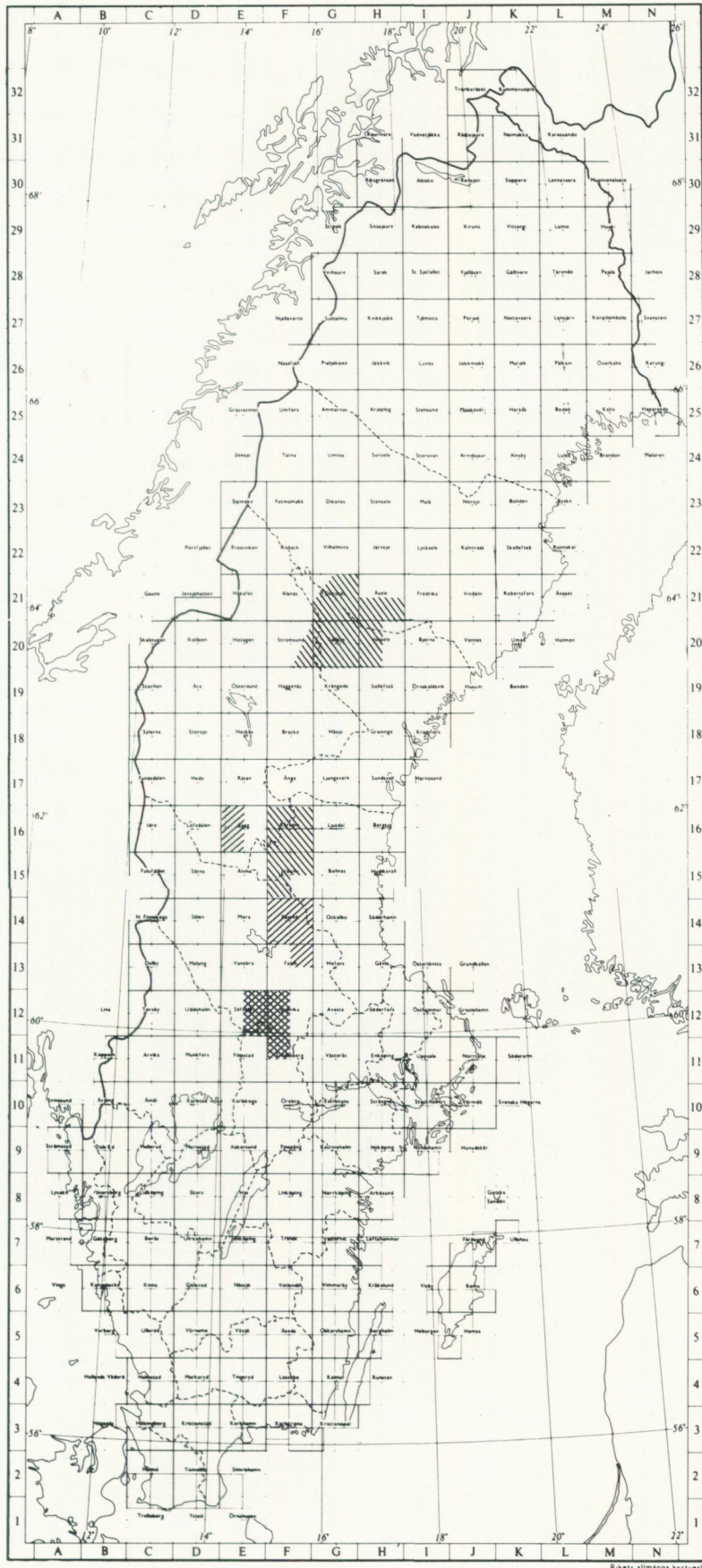


Fig. 1. Geokemisk kartering under 1982

▨ Bäcktorv
▩ Tungmineral

centilerna för hela 1982 års resultat för respektive provtyp. För bäcktorven markeras de korrigerade värdena och för tungmineralen råvärdena.

Analysvärden under detektionsgränsen har angetts med siffran 1.

För att få en uppfattning om regioner med elementförhöjningar har man således valt att ange 60:e percentilen som nedre gräns för en förhöjning. Denna metod innebär att för respektive element ca 40 % av antalet prover omfattas av förhöjningen och ger en s k elementbild.

Nivåindelningen på färgkartorna anges av intervallet 20:e-99:e percentilen vilket har indelats i 9 lika stora delar.

För bäcktorv ges i kartbilagorna exempel på elementet Cu och för tungmineral elementet W. Framtagna elementkartor av cirkelmodell redovisas i avsnitten med de enskilda provtyperna.

Fortsättningsvis kommer årligen framförallt komplett provtagna 1:250000 delar (10 x 15 mil) att redovisas med färgkartor.

Provtypen bäcktorv

Organiskt bäckmaterial s k bäcktorv består i huvudsak av följande tre komponenter.

- Organiskt material, såsom växtrötter, torv och mossor.
- Minerogent material.
- Kemiska utfällningar.

Provet tas vanligen utefter bäckkanten några decimeter under vattenytan. Väsentligt är att det organiska materialet har haft kontakt med bäckvattnet i största möjliga utsträckning. Genom att samla in material från olika ställen längs ett kortare bäckavsnitt och blanda ihop till ett s k kompositprov undviker man en del av den lokala kemiska variationen som är viktig att minimera vid regional undersökning. Utplaceringen av provpunkter är betingat av dräneringssystemets utbredning och av syftet att få optimal täckning av provtagningsområdet.

Eftersom det är den kemiska variationen i det organiska materialet som ligger till grund för undersökningen, sköljer man redan i fält provet noggrant för att minska det minerogena inslaget som sand och lerpartiklar. Inblandningen av kemiska utfällningar korrigeras matematiskt efter analyseringen.

Vid ankomsten till laboratoriet förbereds proven för analys genom upphettning i två steg. Först torkas de i 105⁰C och vägs. Därefter sker en ny upphettning i 450⁰C under ca 12 timmar och återstoden vägs på nytt. Viktskillnaden däremellan används för att beräkna provets organiska halt.

Före själva analyseringen, som utförs på en röntgenfluorescensspektograf (XRF), homogeniseras provet genom malning.

Teori

Metoden att kemiskt undersöka bäcktorv bygger på att växtrötter och humusämnen ackumulerar metalljoner från ett förbibrinnande bäckvatten.

Grundvattnet får genom kemiska vittringsprocesser en koncentration av metaller som till stor del återspeglar den kemiska sammansättningen på omgivande berg- och jordarter (fig 2 och 3). Då grundvattnet når yt-

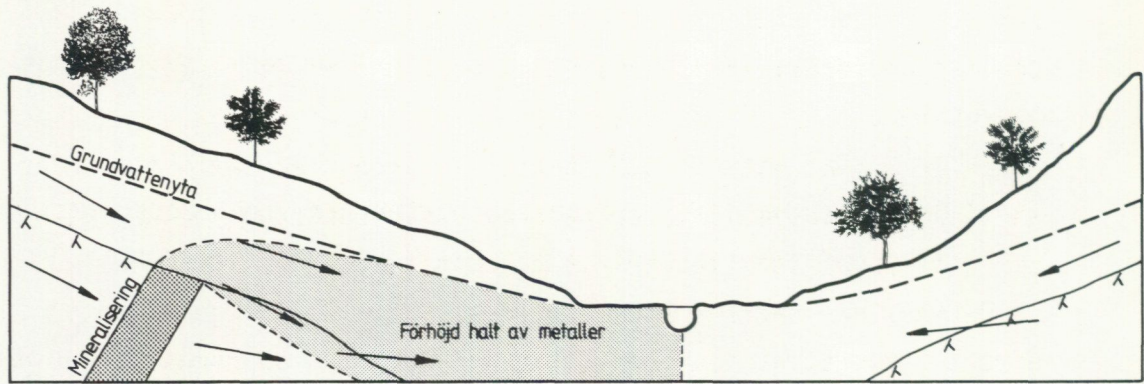


Fig. 2. Vertikal markprofil visande metallers utbredning från en mineralisering genom grundvattenströmningen.

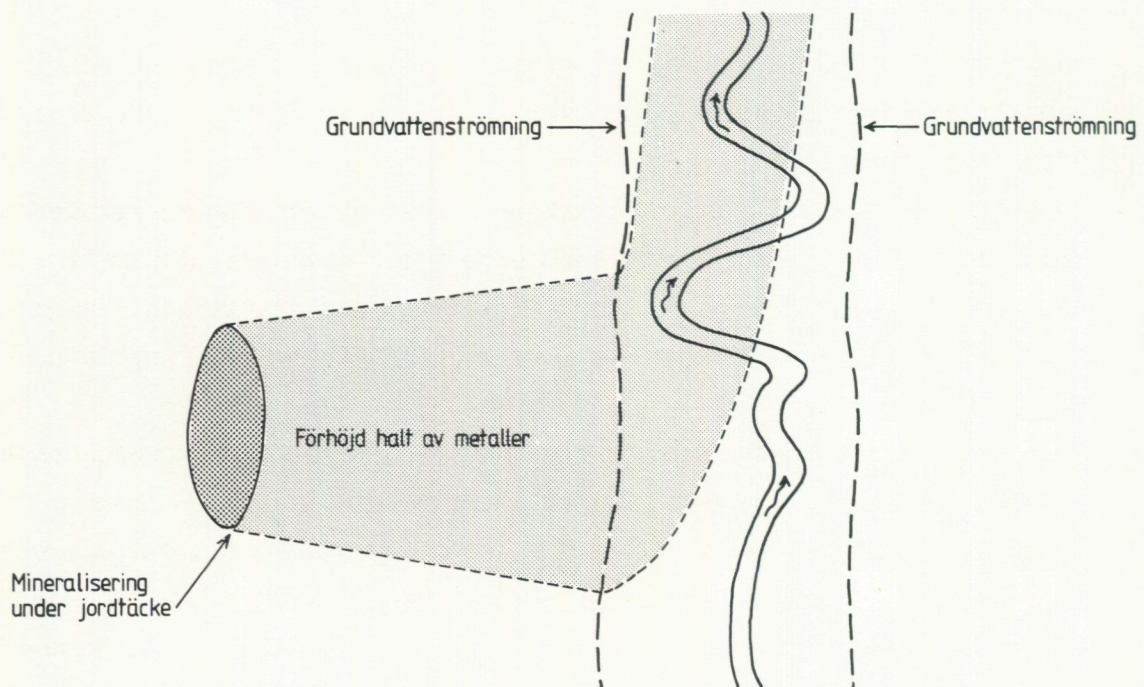


Fig. 3. Horisontell profil över dito.

vattendrag sker en utfällning av dessa metaller. Utfällningen och ackumuleringen sker i växtrötter och humusämnen men även som järn- och manganhydroxider. Bäcktorven kommer att få ett metallinnehåll som står i relation till bäckvattnets kemiska sammansättning. Utbytet av metaller mellan vattnet och bäcktorven är en långsam process där inverkan från årstidsvariationer blir av underordnad betydelse, vilket innebär att provet återspeglar ett genomsnittligt metallinnehåll.

Det bör här påpekas att mängden av järn- och manganhydroxid inte är direkt betingat av den geologiska miljön, utan av förhållandet pH-Eh i vattnet. För en geologisk tolkning av de kemiska mönstren måste denna typ av variation korrigeras bort. Vidare måste hänsyn tas till den organiska halten för att man skall få en acceptabel jämförelse mellan proven.

Grundläggande vid regional provtagning är att varje provpunkt skall representera ett relativt stort område jämfört med en detaljundersökning. I detta avseende är bäcktorv en väl lämpad provtyp (Brundin, N.H., and Nairis, B., 1972. Alternative sample types in regional geochemical prospecting. J. Geochem. Explor., 1:7-46).

Databehandling

ADB är ett krav för rationell behandling av stora mängder geokemiska resultat. Varje prov består av en ansenlig mängd information, bl.a. analysresultat från 30 element, som ska genomgå statistiska och matematiska beräkningar.

Som tidigare nämnts har utfällningar som järn- och manganhydroxider och mängden organiskt material en direkt inverkan på halten av olika element i bäcktorven. För att man skall få tolkningsbara data korrigeras analysresultaten (kemiska råvärden) för ovan nämnda naturliga anrikningsfaktorer genom stegvis regression. Beroende på respektive provs halt av Fe, Mn och organisk material beräknas ett bakgrundsvärde eller regressionsvärde, enligt ekvationen:

$$\lg Me \text{ (reg)} = A + B \text{ org} + C \lg Fe + D \lg Mn$$

A = konstant
B,C,D = koefficienter

Före regressionens behandling plockas extremvärden bort från rådatan, t.ex. värden under detektionsgränsen och höga värden över 99:e persen-

tilen. Orsaken är att regressionsanalysen bygger på en linjär anpassning som kraftigt påverkas av extremvärden.

Värdet $\lg Me$ (reg) subtraheras från logaritmen av råvärdet $\lg Me$ (råv) och skillnaden ger ett residualvärde som används vid kartframställningen, enligt:

$$\lg Me \text{ (res)} = \lg Me \text{ (råv)} - \lg Me \text{ (reg)}$$

eller

$$Me \text{ (res)} = Me \text{ (råv)} / Me \text{ (reg)}$$

Residualvärdet Me (res) är en kvot och sortlös. Det är viktigt att hålla isär råvärdet, som anges i ppm på cirkelkartorna, från residualvärdet som ligger till grund för cirkel- och färgintervallen på respektive kartform.

Vid framställningen av färgkartorna används trendanalys. Provpunkternas utplacering är beroende av dräneringssystemens utbredning och bildar ett något oregelbundet mönster. För optimal interpolering mellan punkterna används trendanalys enligt Kriging-metoden. Detta innebär en omräkning av residualvärdena till ett regelbundet nät, vars värden är beroende av intilliggande punkter, block-kriging. Slutresultatet läggs ut i 11 färgnyanser av en datastyrd färgspruta.

Analysdata 1982

Efter kemisk analys föreligger resultaten i form av råvärden och presenteras för spårelementen i ppm. Fördelning och jämförelse av råvärden för 9 aktuella element från respektive område presenteras i tabell 1.

Kända faktorer som naturligt anrikar metalljoner korrigeras bort genom regressionsanalys av råvärden. Dessa faktorer påverkar elementen As, Co, Cu, Mo, Pb och Zn med 13 % - 40 % av totala variationen.

Den återstående haltvariationen återspeglar till stor del den geologiska miljön. Eftersom bäcktorven kan ackumulera lösta metaller med andra ursprung än rent geologiska bör nedsmittning från bl.a industri och jordbruk tas med i bilden vid tolkningen av den geokemiska kartan.

Nedan ges för respektive kartområde en översiktlig beskrivning med kortfattade kommentarer till intressanta elementhalter.

Tabell 1. Percentilgränserna (30:e, 60:e-99:e), medelvärden (\bar{m}) och regionala elementhalter (REG) som är beräknade på hela 82 års provmängd i ppm för de olika kartbladen.

	\bar{m}	30	60	70	80	90	95	99
As	20-21, F-G-H	59	33	49	60	74	108	296
	15-16, F	82	23	32	38	47	94	1530
	11-12, E-F	31	24	29	31	36	44	83
	REG	60	27	39	46	60	92	578
Co	20-21, F-G-H	75	49	76	89	106	133	220
	15-16, F	80	57	90	100	109	126	188
	11-12, E-F	73	40	72	85	101	141	300
	REG	76	49	80	92	107	131	235
Cr	20-21, F-G-H	52	37	57	64	73	86	126
	15-16, F	38	26	41	45	53	64	109
	11-12, E-F	26	19	27	30	34	39	63
	REG	43	27	44	52	62	76	125
Cu	20-21, F-G-H	36	18	32	39	49	69	198
	15-16, F	38	19	35	41	53	76	189
	11-12, E-F	39	15	25	29	39	57	231
	REG	37	17	32	38	47	69	215
Mo	20-21, F-G-H	30	21	30	34	39	47	76
	15-16, F	28	19	28	32	37	44	72
	11-12, E-F	21	16	20	22	25	30	43
	REG	27	19	27	31	36	43	74
Ni	20-21, F-G-H	33	20	32	36	44	61	131
	15-16, F	20	10	19	22	28	38	105
	11-12, E-F	13	<10	14	17	20	25	67
	REG	25	13	24	29	36	49	118
Pb	20-21, F-G-H	46	27	43	53	65	87	181
	15-16, F	67	37	62	75	97	127	246
	11-12, E-F	100	45	87	112	153	209	501
	REG	64	32	55	68	87	129	308
U	20-21, F-G-H	31	21	32	35	41	53	120
	15-16, F	39	22	34	40	48	68	195
	11-12, E-F	30	17	32	35	42	53	114
	REG	33	21	32	36	43	57	147
Zn	20-21, F-G-H	310	144	278	354	460	680	1270
	15-16, F	260	130	234	285	359	495	1290
	11-12, E-F	310	97	219	269	360	600	2670
	REG	300	130	250	316	413	618	1510

Kartbladet 11-12 E-F

Kartbladet 11-12 E-F omfattar delar av norra Västmanland och södra Dalarna och ingår i Bergslagsregionen med en gammal tradition av gruv- och malmbrytning. Mineraliseringarna förekommer främst i leptitbergarter. Dessa dominerar i ett stråk från sydvästra till nordöstra hörnet av kartbladet. Centralt återfinns kända gruvsamhällen som Grängesberg och Ludvika med ett flertal skarnjärn- och ett mindre antal sulfidmineraliseringar. Resterande berggrund inom kartbladet består av graniter av typen Dala- och Fellingsbrogranit.

Elementhalterna för kartbladet är, jämfört med övriga kartblad 1982 (tabell 1), lägre för As, Cr, Mo och Ni medan Pb är markant högre.

Kända mineraliseringar i trakten av Grängesberg och Ludvika framträder som tydliga förhöjningar på elementkartorna för As, Cu, Mo och Zn. De kemiska mönstren för Cu och Zn återger tydligast de olika mineraliseringar som är kända inom kartbladet. Elementet Mo däremot ger förhöjda värden i områden som domineras av graniter, främst i nordväst och sydöst.

Kartbladet 15-16 F

Kartbladet 15-16 F omfattar delar av östra Härjedalen, västra Hälsingland och norra Dalarna. Centralt i området ligger Los-formationen (Thomas Lundqvist 1968, SGU Ba 23) som består av ett flertal skarnjärn- och sulfidmineraliseringar koncentrerade till orterna Los, Hamra och Rullbo. Norr därom utbreder sig en yngre granit, Rätanggranit, medan större delen av västra delen av kartbladet består av urgraniter och migmatiter med inslag av diabasgångar. I sydvästra området förekommer Dalabergarter som smala flikar med främst lerskiffrar och porfyrier.

Elementhalterna för kartbladet är tämligen normala jämfört med övriga områden provtagna 1982 (tabell 1). Visserligen är medelvärdet för As (82 ppm) markant högre men detta beror på att 5 % av de högsta halterna är 5-10 ggr högre än de högsta halterna för övriga områden.

Halten vid 60:e percentilen är däremot lägre jämfört med kartbladet 20-21 F-G-H (32 ppm resp. 49 ppm). Detta visar att medelvärdet ej bör användas som mått på normalnivån eller bakgrunds-nivån (ej förhöjd nivå) för ett kartblad. Erfarenheten har visat att 30:e percentilen ger en

godtagbar bild av bakgrunden och lämpar sig även att användas vid jämförelse av kartbladsregioner.

Sammanfattningsvis för As kan sägas att kartbladen 11-12 E-F och 15-16 F har låg bakgrundsnivå men att 15-16 F har kraftiga förhöjningar med halter upp till 1500 ppm. Norra kartbladet, 20-21 F-G-H, har en högre bakgrundshalt av As medan förhöjningarna är av normal karaktär (100-200 ppm).

Losformationen framträder som en tydlig förhöjning på elementkartorna för As, Cu, Ni och Zn. Norr om Los-formationen finns ett område med låga värden av framförallt Cu och Cr som överensstämmer väl med Rätan-granitens utbredning. Mot öster avgränsas området av urgranit och migmatit som tydligt framträder genom förhöjda värden av dessa element.

Kartbladet 20-21 F-G-H

Kartbladet 20-21 F-G-H är det nordligaste och till ytan det största. Det omfattar sydligaste Lappland, östra Jämtland och västra Ångermanland. Berggrunden domineras av migmatit och granit (Revsundsgranit) med inslag av pegmatiter i nordväst. I väster tangerar provtagningsområdet svenska fjällkedjan som består av kambrosilur-bergarter. Dessa har betydelse för områdets lösa avlagringar då inlandsisens rörelseriktning var från N-NNV, med materialtransport av fjällkedjans bergarter. Således uppvisar elementkartorna för Cr, Cu, Ni och Zn tydliga förhöjningar utefter kartans avgränsning mot väster.

Elementhalterna för kartbladet är, i jämförelse med övriga kartblad 1982 (tabell 1), högre för Cr och Ni medan Pb är lägre.

Provtypen tungmineral

Studier av metallelementens närvaro och variation i de lösa avlagringarna görs med hjälp av prover tagna i morän. Då landisen successivt avsmälte för ca 10.000 år sedan, var tre fjärdedelar av Sveriges berggrund täckt av avlagringar som skrapats av från underliggande ytor och transporterats med isen. Det bergartsmaterial som sålunda exponerades i form av morän representerar den närbelägna berggrunden såväl som den mer avlägsna. Speciellt i den norra delen av Sverige där moräntäcket ofta är mycket mäktigt, kan bergartsmaterialet ha transporterats avsevärda sträckor från sitt ursprung. Vidare kan, på samma lokal, olika moränbäddar vara avsatta av olikriktade isströmmar och ha olika bergartsinnehåll. Trots att termen morän används för en enhetlig jordart, utgör morän som provtagningsmedium ett inhomogent material, där fördelning av kort- respektive långtransporterad morän kan variera mellan två närbelägna provpunkter. Kunskap om den kvartära utvecklingen är därför nödvändig då man skall detaljgranska en geokemisk karta baserad på moränprov.

Man har valt att framförallt åskådliggöra tunga, svårvittrade minerals representation med hjälp av moränprov. Sådana moränprovkartor baseras på tungmineralanrikad morän, dvs man avskiljer de tunga mineralen i ett moränprov för att på så sätt få ett koncentrat som kan innehålla malmineral som ger elementförhöjningar vid analys. Att på så sätt anrika (koncentrera) moränen på tunga mineral är nödvändigt för att man skall erhålla detekterbara halter vid den kemiska analysen. Man får även ett rent prov som kan användas vid mikroskopiska undersökningar av mineralinnehållet.

Syftet med att framställa en tungmineralkarta är att ta fram geokemiskt förhöjda regioner, dvs områden där metallelementkoncentrationen i morän är högre än i omgivningen. Inom sådana regioner kan mineraliserad berggrund vara orsaken till elementförhöjningen.

Metallelementens förhöjningar kan vara av två slag. 1. Mineralets närvaro kan ge upphov till förhöjningar av klastisk art, dvs antalet mineral Korn i provet står i proportion till analysvärdets intensitet. En sådan förhöjning är vanligast för de svårvittrade, resistent mineralen, men i vissa fall även för de relativt lösliga mineralen. 2. Elementens närvaro kan genom vittring av mineralet ge upphov till förhöjningar av hydromorf art där metalljoner lösta i markvatten kan

bindas bl a i järnutfällningar (limonit) runt mineralkorn. Lösta metalljoner kan således vandra i moränen, fällas ut och ge upphov till en, ofta på flera element, kraftigt förhöjd punkt.

Moränproverna insamlas längs rikets vägnät med ca 2,5 km avstånd mellan provpunkterna. Detta provtagningsnät bestäms i förväg och anpassas med befintlig kvartärgeologisk information som grund. Där tar man bl a hänsyn till isrörelseriktning, topografi och moräntyp. Till största delen är de provtagna moränerna sandiga-moiga.

Den ursprungliga provmängden är 10 l (ca 17 kg), som tas på varierande djup från 0,7 m till ca 1,5 m i den sk C-horisonten där den är så gott som opåverkad av vittring. Provet våtsiktas på en 2 mm-sikt och material <2 mm föränrikas genom maskinell vaskning, vilket innebär att man får ett koncentrat på ca 2 kg av tyngre bergartsfragment och mineralpartiklar. Genom vaskningen sköljs också fint material bort, som annars längre fram i provhanteringen inför analys kan förekomma som ett besvärande damm.

På laboratorium görs ytterligare anrikningar av förkoncentratet (se fig 4), först med tungvätskeseparation som sedan följs av magnetseparation. På detta sätt tar man fram den tungmineralfraktion man främst är intresserad av att analysera. Den fraktionen består av omagnetiska mineral med specifik vikt $>2,96\text{g/cm}^3$, och kan t ex innehålla scheelit, kassiterit, guld, uranmineral, zinkspinell, de flesta sulfidmineral (inkl. sekundära mineral som cerussit, smithsonit), zirkon, baryt, rutil, pyroklor, titanit, apatit.

Tungmineralmetoden tillämpas speciellt för kartläggning av variationen i morän av svårvittrade, resistenta mineral som wolfram- och tenmineral. Metoden ger dessutom värdefull information om haltvariationen av Zn, Cu, Mo, Pb och U.

De svårvittrade, omagnetiska, tunga mineral som är vanligt förekommande i anrikade moränprover är bl a zirkon, titanit, rutil, apatit, monazit och baryt. Metallelement associerade till dessa mineral är Zr, Ti, P, Th, Nb, Ba m fl. Mineralen kallas ofta värdmineral, eftersom de kan ha varierande innehåll av olika spårelement. I magmatiska bergarter t ex är titanit, apatit och biotit de viktigaste värdmineralen.

Med faktoranalys kan statistiskt en del elementassociationer klargöras. Faktoranalysen visar bl a på den naturliga bindning som finns mellan en del metallelement i moränen; speciellt är det associationen Zr-Ti-Nb-Ba som återfinns tillsammans med andra element, oftast Mo och Pb.

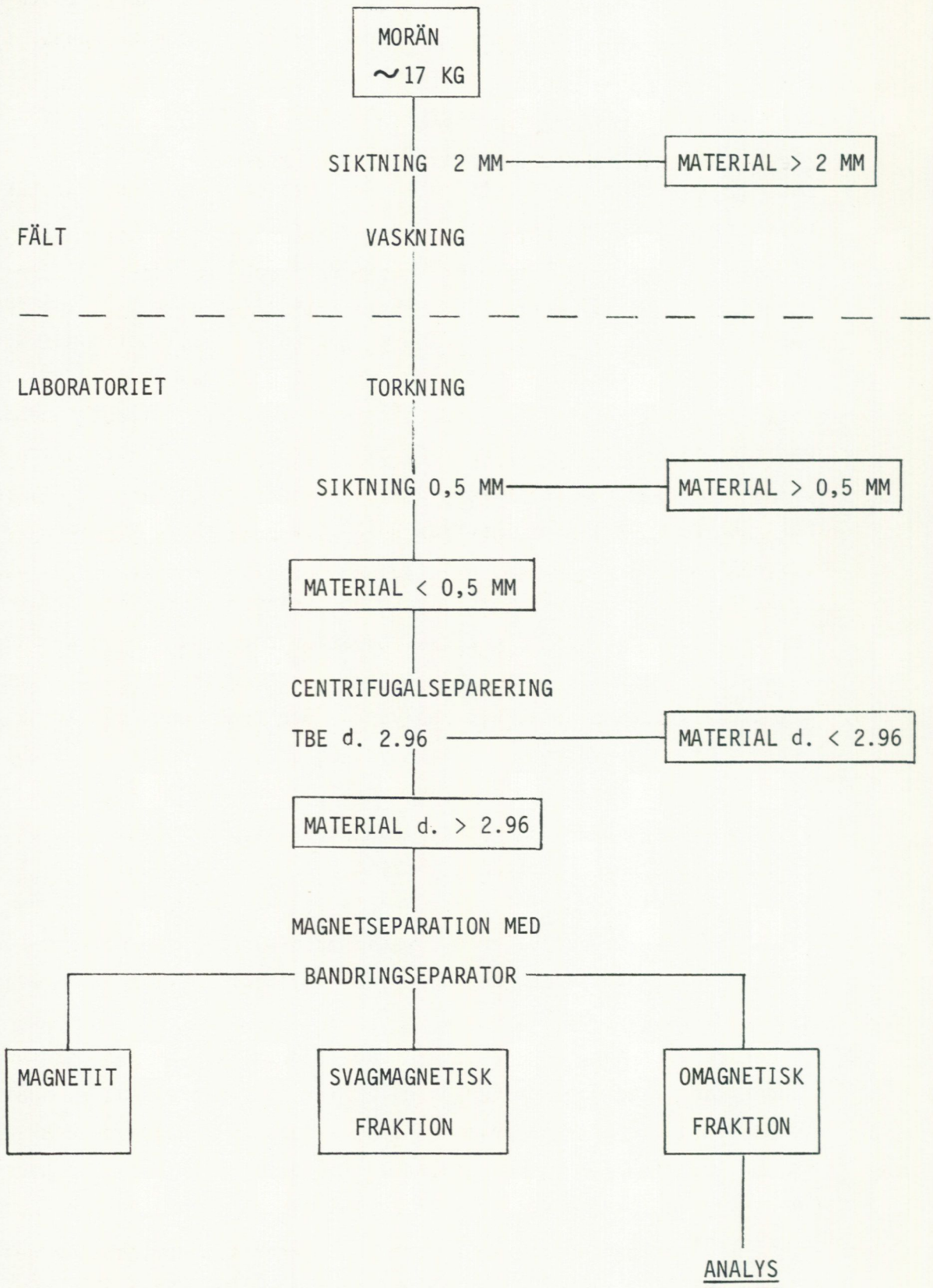


Fig. 4 Flytschema för tungmineralanrikning och separering.

Associationen visar att kartbilderna för t ex Mo och Pb till en del avspeglar dessa elements närvaro i olika värddmineral. Andra element som kan ingå som spårelement i olika värddmineral är Sn, U, Th och i viss mån även Zn. Elementbilderna på ett kartblad är därför ofta mycket komplexa och kan vara uppbyggda av följande parametrar:

1. Metallelementet i primär mineralform som klastisk förhöjning.
2. Metallelementet i sekundär form som hydromorf förhöjning.
3. Metallelementet som spårelement i svårvittrade värddmineral som ger en klastisk förhöjning.

En del Dalagraniter har t ex naturligt högre halt av titanit än andra graniter, samtidigt som kassiteritmineraliserade greisengångar kan förekomma i samma typ av granit. En sådan tungmineral-karta byggs därför upp dels av parameter 1, där tenmineralet kassiterit skapar en klastisk förhöjning i moränen, dels av parameter 3 där titanit kan vara värddmineral för spårelementet tenn.

Analysvärdena har databearbetats och percentilberäknats på hela 1982 års provmängd. I tabell 2 visas bl a de lokala percentilgränserna, d v s då enbart de enskilda kartbladens provmängd beräknats.

Nedan följer en del allmänna påpekanden om elementhalter. Dessa grundas på XFR-analyser av maskinvaskad tungmineralanrikad morän och avser gällande endast denna provtyp.

W Analysvärdet återspeglar moränprovets scheelitinnehåll. Generellt kan man säga att i prover med wolframhalter > 100 ppm kan scheelitkorn påträffas. Halter > 300 ppm innebär ofta prover med scheelitinnehåll av större intresse.

Vanliga elementhalter i morän över granitområden är 20-1000 ppm. I ett wolframmineraliserat område som Yxsjö-Hörken ligger halterna över 1600 ppm.

I områden med porfyrier och sandstenar som dominerande berggrunds-material i moränen är halterna ofta under detektionsgränsen 20 ppm. Elementbilden för W avspeglar mycket bra moränens scheelitinnehåll.

Sn Tennhalterna i moränprov beror dels på provets ev. innehåll av kas-

Tabell 2. Percentilgränser, medelvärden (\bar{m}) samt 30:e percentilen som kan användas som ett bakgrundsvärde för resp. element och kartblad. Angett är också de regionala elementhalter (REG) som använts för 1982 års provmängd (över 1 000 prov) i kartframställningen.

	\bar{m}	30	60	70	80	90	95	99
Cu	16 E	56	35	42	45	54	82	117
	13-14, F	43	28	37	41	46	62	100
	11-12, E-F	37	28	37	42	46	52	60
	REG	43	29	38	42	47	59	82
Pb	16 E	86	60	88	101	120	141	161
	13-14, F	140	108	141	163	180	215	245
	11-12, E-F	115	87	115	129	150	174	193
	REG	121	89	125	138	160	188	217
Zn	16 E	199	34	43	48	54	78	114
	13-14, F	93	45	57	63	78	139	264
	11-12, E-F	65	44	61	68	78	94	118
	REG	99	42	56	63	75	104	154
Mo	16 E	156	27	69	100	170	307	446
	13-14, F	120	<20	26	45	83	207	544
	11-12, E-F	69	<20	42	59	93	169	247
	REG	104	<20	42	62	105	201	350
Sn	16 E	165	142	164	175	186	209	235
	13-14, F	195	155	197	215	244	285	315
	11-12, E-F	205	178	209	221	236	257	281
	REG	194	161	200	212	231	264	297
W	16 E	73	<20	23	40	75	177	290
	13-14, F	92	24	57	79	121	221	340
	11-12, E-F	203	84	151	179	235	351	498
	REG	135	33	100	133	177	290	408
U	16 E	20	<20	<20	21	23	30	39
	13-14, F	100	49	82	110	137	190	236
	11-12, E-F	43	33	45	50	55	66	78
	REG	63	31	51	60	78	127	175

siterit, dels av andra mineral i vilka tenn kan ingå som spår-element. Normala halter i granitområden varierar med värden strax över detektionsgränsen 100 ppm till ca 500 ppm. I moräner med högre inslag av en del Dalagraniter är medelelementhalten något högre. Kassiteritkorn påträffas relativt ofta i prover med halter överstigande 1000 ppm. Elementbilden för Sn avspeglar väl moränens innehåll av kassiterit när halten är hög och variationen på analysvärdena ökar.

Mo Molybdenhalterna i moränprover varierar normalt ganska kraftigt från < 20 ppm till ca 1000 ppm. Moräner, rika på bergartsmaterial från speciellt yngre graniter, kan normalt ha ganska höga halter. Endast i undantagsfall har metallen påträffats som molybdenglans i prover. De molybdenvärden som avspeglas i elementbilden beror troligtvis till stor del på metallens närvaro i andra mineral.

U Normalhalter för uran i morän ligger från < 20 ppm upp till ett par hundra ppm. Uranhalterna avspeglar tämligen väl moränens innehåll av uranhaltigt bergartsmaterial. I några områden med förhöjningar > 300 ppm har block med uranimpregnationer påträffats. Elementbilden i vaskad morän avspeglar väl områden med radiogena graniter, sålunda framträder Malingsbograniten mycket bra med förhöjda medelelementhalter jämfört med morän över omgivande berggrundsområden.

Pb Normala elementhalter är < 20 ppm upp till ca 500 ppm. Sekundära blymineral har påträffats i prover med halter > 3000 ppm. Pb-förhöjningar i moränprover kan orsakas av ett flertal faktorer som skapar en komplex elementbild. Bland annat kan bly uppträda som spår-element i flera mineral, bland dem titanit, zirkon, apatit, monazit och kalifältspater. Pb förekommer också som slutprodukt för U och Th i radiogena graniter.

Cu Normala elementhalter ligger från < 10 ppm upp till ca 400 ppm. Kopparmineral kan ibland påträffas i prov med elementhalter över 600 ppm. Intensiteten i kopparförhöjningar avspeglar i större utsträckning yngre graniters närvaro i moränen än det avspeglar kopparmineraliseringar. Trots att elementbilden avspeglar mineralise-

ringar, förskjuts oftast tyngdpunkten i bilden till områden med yngre graniter.

Zn Normala elementhalter är 10 ppm upp till ett par tusen ppm. Undantagsvis har primärt zinkblände påträffats, då i prov med halter > 1 %. Den resistenta zinkspinellen påträffas däremot relativt ofta i proven. Elementbilden avspeglar tämligen väl områden med kända zinkförekomster och sulfidmalmsfält.

Kartbladet 16 E

Berggrunden inom kartbladet 16 E består huvudsakligen av Rätangranit i de norra och östra delarna. Mot sydväst uppträder Dalabergarter, främst sandsten och porfyrier. Inslag av yngre granit av Dala-Härdalstyp återfinns i väster. Diabasgångar med nordväst-sydostlig sträckning är vanliga på kartbladet.

Isrörelseriktningar förekommer både från NNV och från SO, de förra i den södra delen av kartbladet och de senare i den norra. Att motsatta riktningar förekommer beror på att en isdelare övertvärat området i en zon från Svegtrakten mot VSV. Utöver dessa generella isrörelseriktningar finns också avvikande riktningar betingade av topografi m.m. Moräntäcket, som på kartbladet är tämligen mäktigt, är till största delen uppbyggt av material transporterat med de äldsta isströmmarna, dvs de från NNV. Längst i norr kan således fjällbergarter ingå i moränen, något som orsakat de spridda låga förhöjningarna av Zn och Cu i detta område.

Elementhalterna på kartbladet är, jämfört med övriga provtagna områden under år 1982 (tabell 2), lägre för Pb, Zn, Sn, W, U och Th medan de för Nb, Zr, Ti och Ba är väsentligt högre. Råvärdena för Mo ligger högre, troligen orsakade av de höga zirkonhalterna.

Lokalt förekommer några områden med kraftiga förhöjningar bl.a. på W, Mo, Zn och Cu. Halterna för wolfram ligger här mellan 300 och 2450 ppm, och scheelit är konstaterat i flera prov. Molybdenmaximum ligger inom samma område liksom relativt höga Cu-värden. I kontaktzonen Rätangranit/Dalabergarter återfinns ett område med kraftiga förhöjningar på Zn, S och Cu.

Kartbladet 13-14 F

Berggrunden inom kartbladet 13-14 F är mycket varierande. Urbergsdelen med ett flertal järnmalms- och sulfidgruvor i söder, består av urgranit och leptiter med en del sediment och grönstensintrusioner. Norr härom vidtar sensvekofennisk granit och migmatit med inslag av urgranit. Yngre bergarter uppträder, dels granit i nordost, dels Dalabergarter - främst olika typer av graniter - i hela den västra delen av kartbladet. Här återfinns också östra delen av kambrosilurringen med sin granitkupol.

Isens huvudsakliga riktning är från NNV, något västligare längst i söder.

Provmaterialet består både av material från berggrunden inom kartbladet och av bergarter längre norrifrån. I området söder och sydväst om sjön Ljugaren ingår till stor del material från kambrosilurringen. Generellt får man dock anse att moränen på kartbladet utgörs av material från granitbergarter.

Längst i sydost återfinns en enskild punkt med förhöjda halter av bl.a. Mo, Cu, As och Pb. Till 50 % består provet av rundade limonitiserade korn, vilket kan tyda på sedimentinslag. En förklaring till förhöjningen kan vara att metallelementen är hydromorft bundna i limonit-höljet.

Elementhalterna på kartbladet är, jämfört med övriga provtagna områden under år 1982 (tabell 2), högre för elementen Pb, U, Y och Th medan de för Nb, Ti och Ba ligger något lägre. De högre halterna och den starka elementgruppering som framkommit med faktoranalys antyder uranmineraliserad berggrund på kartbladet eller norr därom i isrörelseriktningen. Uranmineraliserade block är funna inom några av de uranförhöjda områdena.

Elementbilderna för W, U, Zn och Cu avspeglar relativt väl de områden med mineraliseringar och blockfynd som är kända inom kartbladet. Halterna för Sn är låga och elementbilden avspeglar troligen ett eller flera värdminerals (t.ex titanit) utspridning i moränen, snarare än något tenmineral. Elementbilden för Pb är komplext uppbyggd dels av bly som spårelement i andra mineral (titanit m.fl.), dels av bly i radiogen form. Lika komplex är elementbilden för Mo, som dels förekommer som molybdenglans i yngre graniter, dels som spårelement i andra mineral.

Kartbladet 11-12 E-F

Berggrunden inom kartbladet 11-12 E-F är mycket varierande med äldre urberg, bestående av bl a urgranit och leptit centralt och i öster, och sensvekofenniska och yngre bergarter, främst graniter, i sydost, väster och norr.

Området är synnerligen rikt på järnmalms- och sulfidmineraliseringar och gruvor.

Isrörelseriktningen är i huvudsak från NNV-N, men med lokala avvikelser.

Det provtagna materialet består dels av bergartsmaterial som är representerat på kartbladet, dels av bergartsmaterial utanför kartbladets nordgräns.

Elementhalterna på kartbladet är, jämfört med övriga provtagna områden under år 1982 (tabell 2) betydligt högre för W. Centralt på kartbladet ligger området Yxsjö-Hörken, med en mängd wolframmineraliseringar bl a Yxsjö och Örabergets gruvor. Många skarn-kalkjärnmalmer är också scheelitförande. Yxsjö-Hörken-området framträder som en mycket kraftigt förhöjd zon i elementbilden för W. I norra delen av kartbladet återfinns ett kraftigt förhöjt område (ca 10 km NNV om Gänsgruvan) med halter upp till 1 % W. Övriga elementhalter är tämligen normala.

Elementbilderna för W och Zn avspeglar mycket bra de områden med wolfram och sulfidmineraliseringar som är kända från kartbladet. Elementbilden för koppar avspeglar dels en del sulfidmalmsfält, dels i högre grad områden med sensvekofenniska och yngre graniter, där kopparmineral kan förekomma. Granitens innehåll av molybdenglans avspeglas i dess elementbild, men här ingår även molybden som spårelement i andra mineral, t ex zirkon. Elementbilden för Pb har sin tyngdpunkt i den västra-nordvästra delen av kartbladet, och visar framförallt blyinnehållet i olika värddmineral, t ex titanit. Elementbilderna för U och Sn avspeglar väl Malingsbograniten med naturligt högre bakgrundsnivåer än övriga berggrundsområden (se SGU rapporter och meddelanden nr 19, "Uranium enriched granites in Sweden", Wilson & Åkerblom 1980).

Singelementkartor av cirkeltyp kan köpas separat.

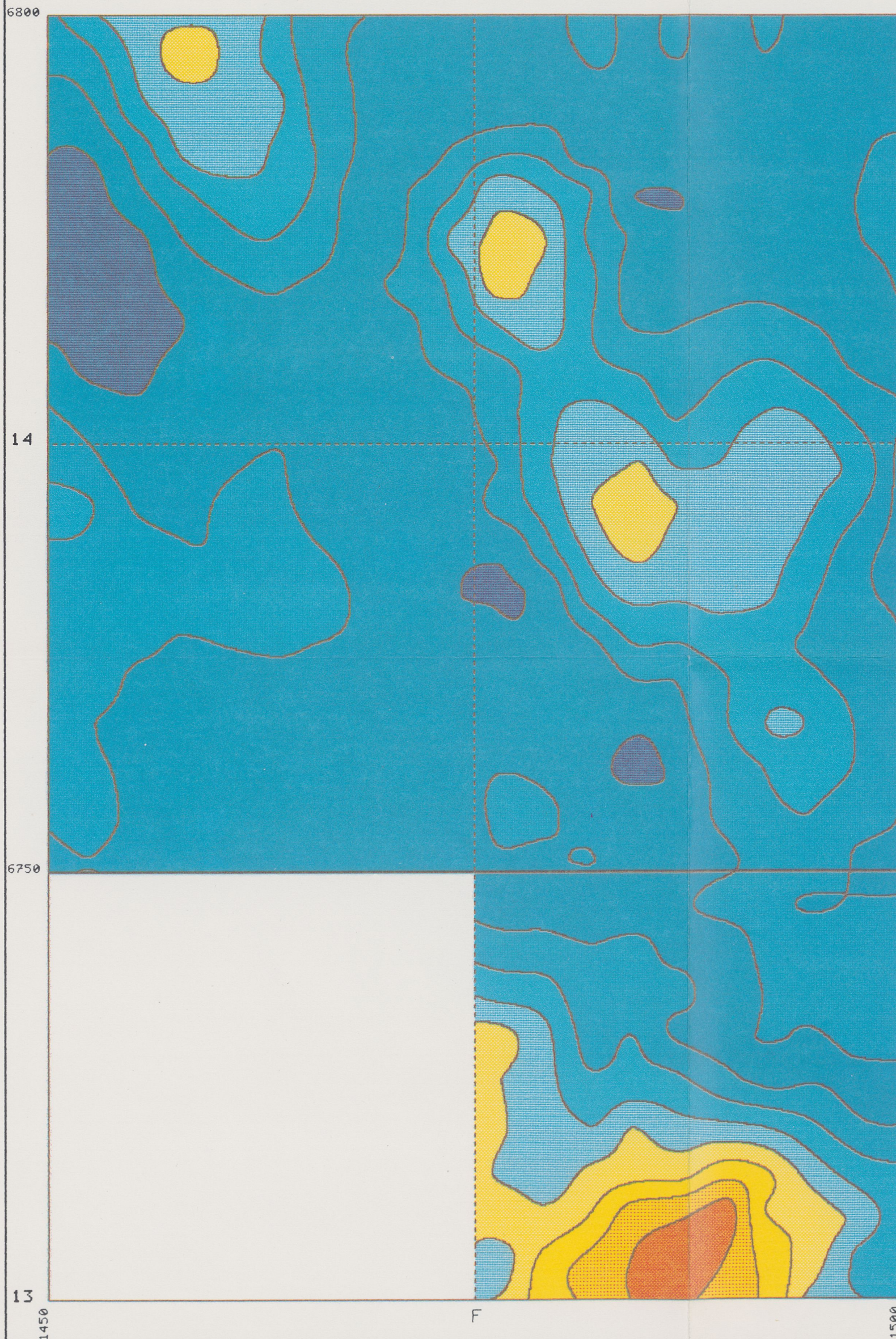
Tillgängliga element: Bäcktorv: Cu, Pb, Zn, Mo, Ni, Cr, As, Co och U
Tungmineral Cu, Pb, Zn, Mo, Sn, W och U

Ytterligare exemplar av färgkartorna i denna publikation kan erhållas.

Pris per område och element 30 kronor inkl moms.

Rapporten redovisar i preliminär form resultatet från första årets geokemiska kartering.

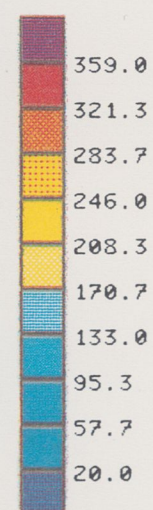
Utveckling pågår för slutgiltig utformning av de framtida kartorna och beskrivningarna.



14F RÄTTVIK
13F FALUN NO

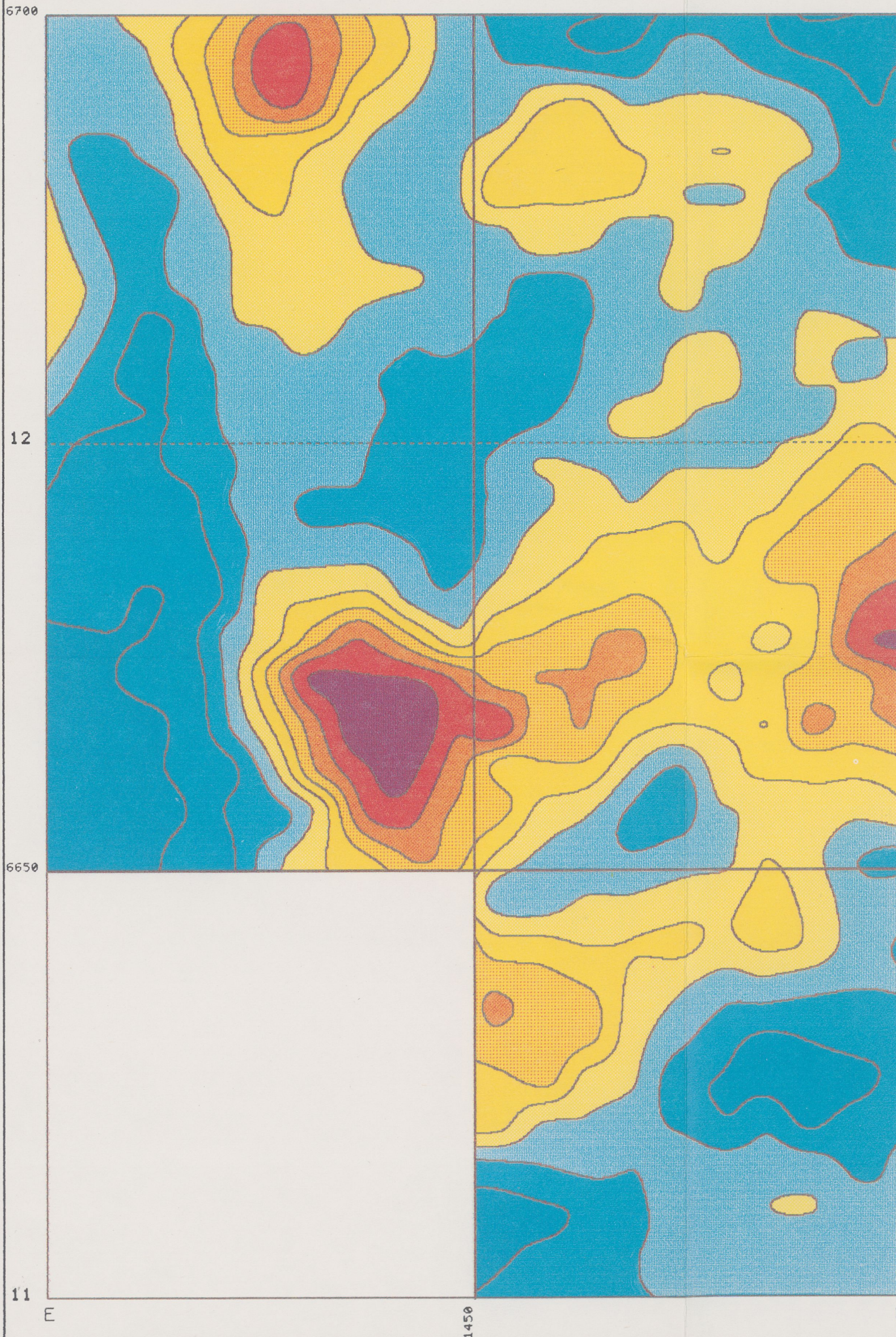
GEOKEMISK KARTA
TUNGMINERALANRIKAD
MORÄN
WOLFRAM (W)

SKALA 1:250 000



TRENDANALYS
FÄRGERNA REPRESENTERAR RELATIV
FÖRDELNING AV OKORRIGERADE
RÄVÄRDEN I PPM

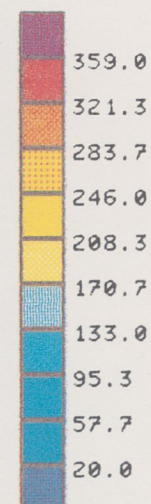
MIX MODELL (11000,-0.3,0)



12E SÄFSNÄS NO,50
 12F LUDVIKA NV,SV
 11F LINDESBERG NV

GEOKEMISK KARTA
 TUNGMINERALANRIKAD
 MORÄN
 WOLFRAM (W)

SKALA 1:250 000



TRENDANALYS
 FÄRGERNA REPRESENTERAR RELATIV
 FÖRDELNING AV OKORRIGERADE
 RÄVÄRDEN I PPM

MIX MODELL (11000,-0.3,0)

7150

21

7100

20

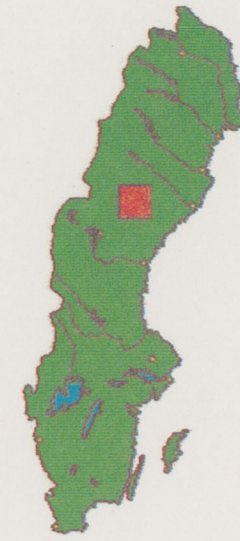
7050

G

1550

H

1600



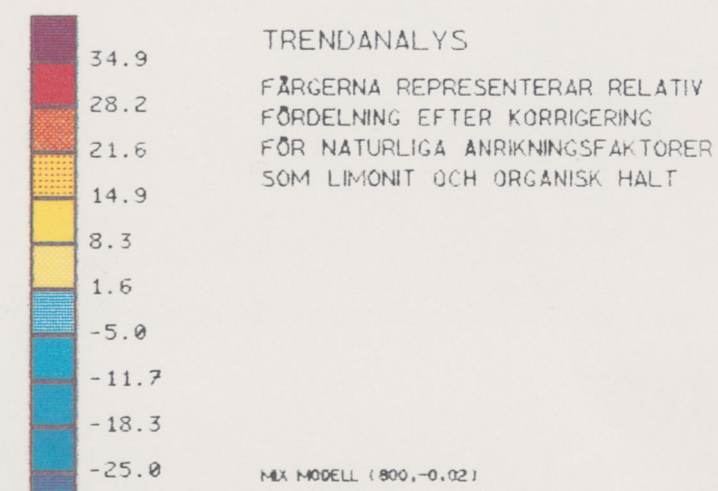
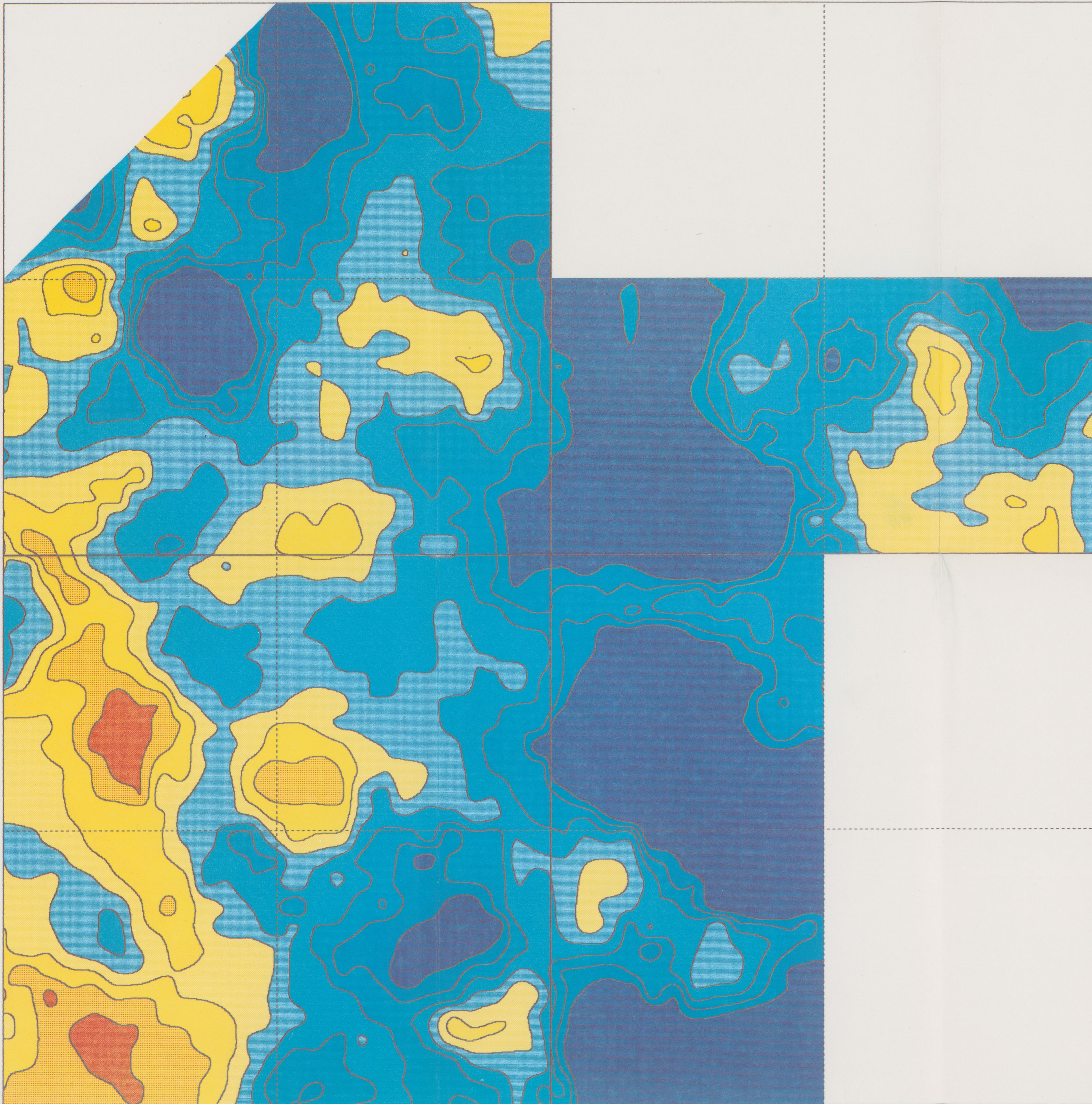
21G DÖRÖTEA
 21H ÅSELE
 20G FJÄLLSJÖ
 20H JUNSELE

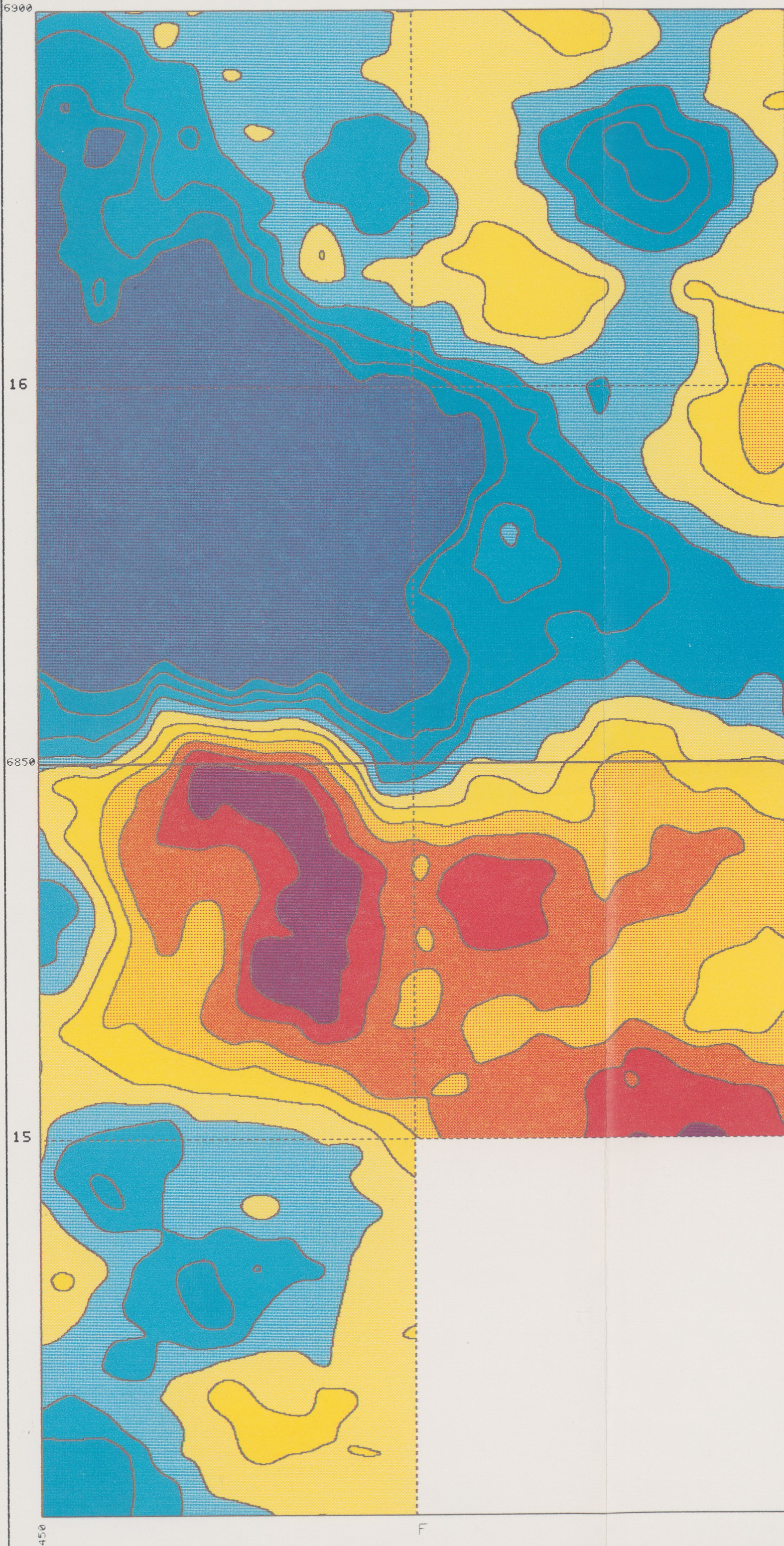
GEOKEMISK KARTA

BÄCKTORV

KOPPAR (CU)

SKALA 1:250 000





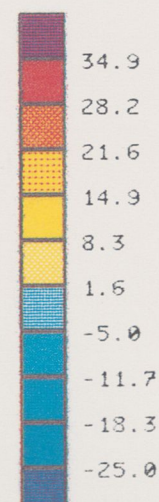
16F KARBÖLE
15F VOXNA

GEOKEMISK KARTA

BÄCKTORV

KOPPAR (CU)

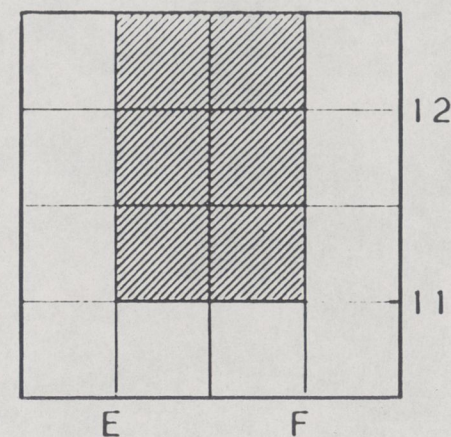
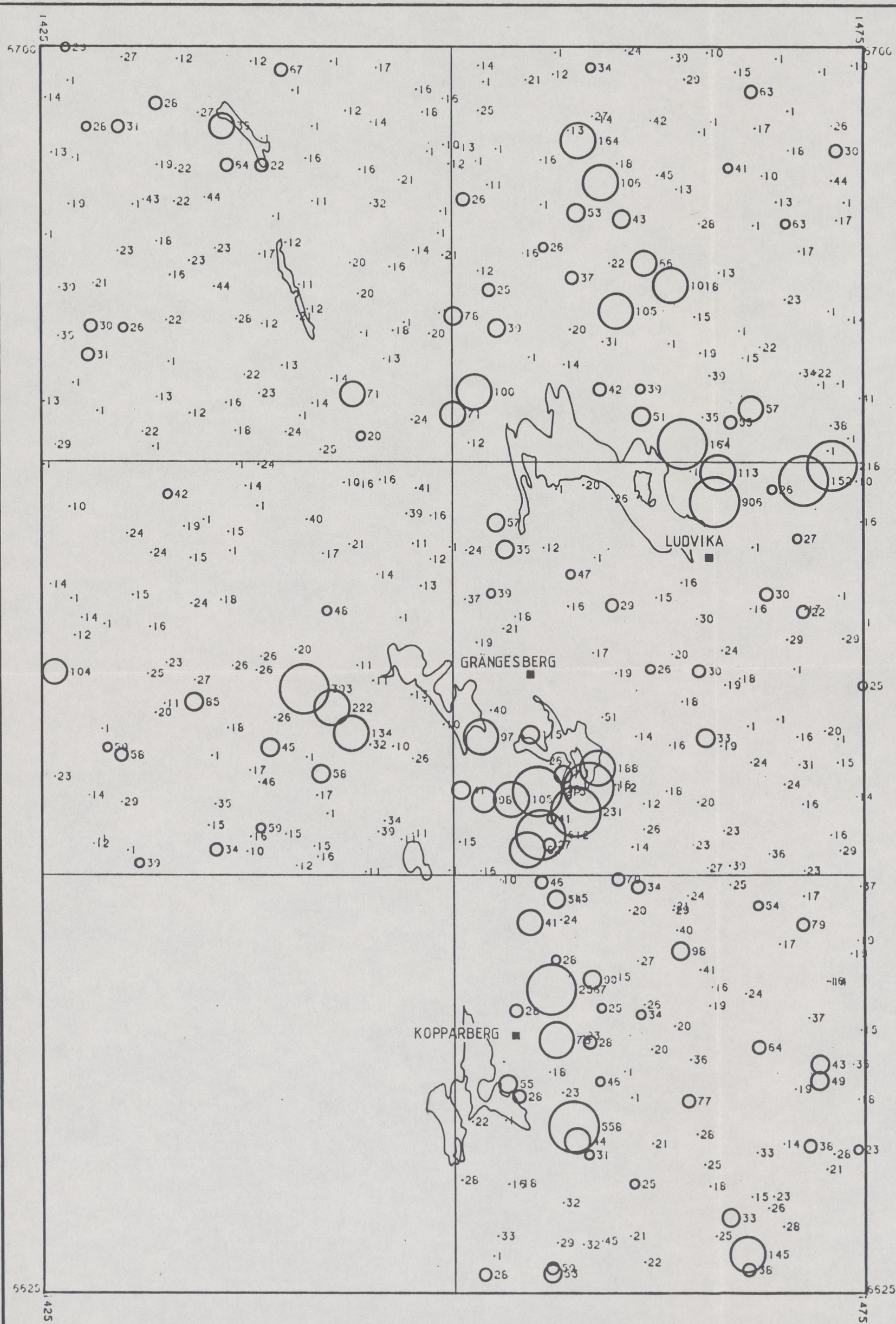
SKALA 1:250 000



TRENDANALYS

FÄRGERNA REPRESENTERAR RELATIV
FÖRDELNING EFTER KORRIGERING
FÖR NATURLIGA ANRIKNINGSFAKTORER
SOM LIMONIT OCH ORGANISK HALT

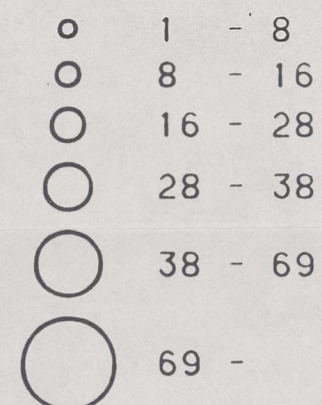
MAX MODELL (800,-0,02)



GEOKEMISK KARTA

BÄCKTORV

KOPPAR (Cu)



CIRKLARNA REPRESENTERAR RELATIV FÖRDELNING EFTER KORRIGERING FÖR NATURLIGA ANRIKNINGSFAKTORER (LIMONIT OCH ORGANISK HALT)

PÅ KARTAN ÄR RAVÄRDEN MARKERADE I PPM

SKALA 1:250 000

BÄCKTORV

Cu*

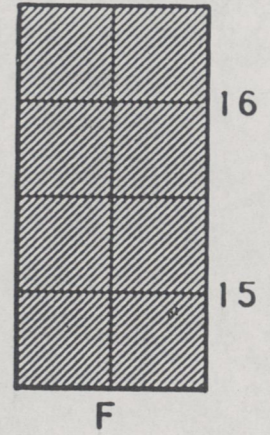
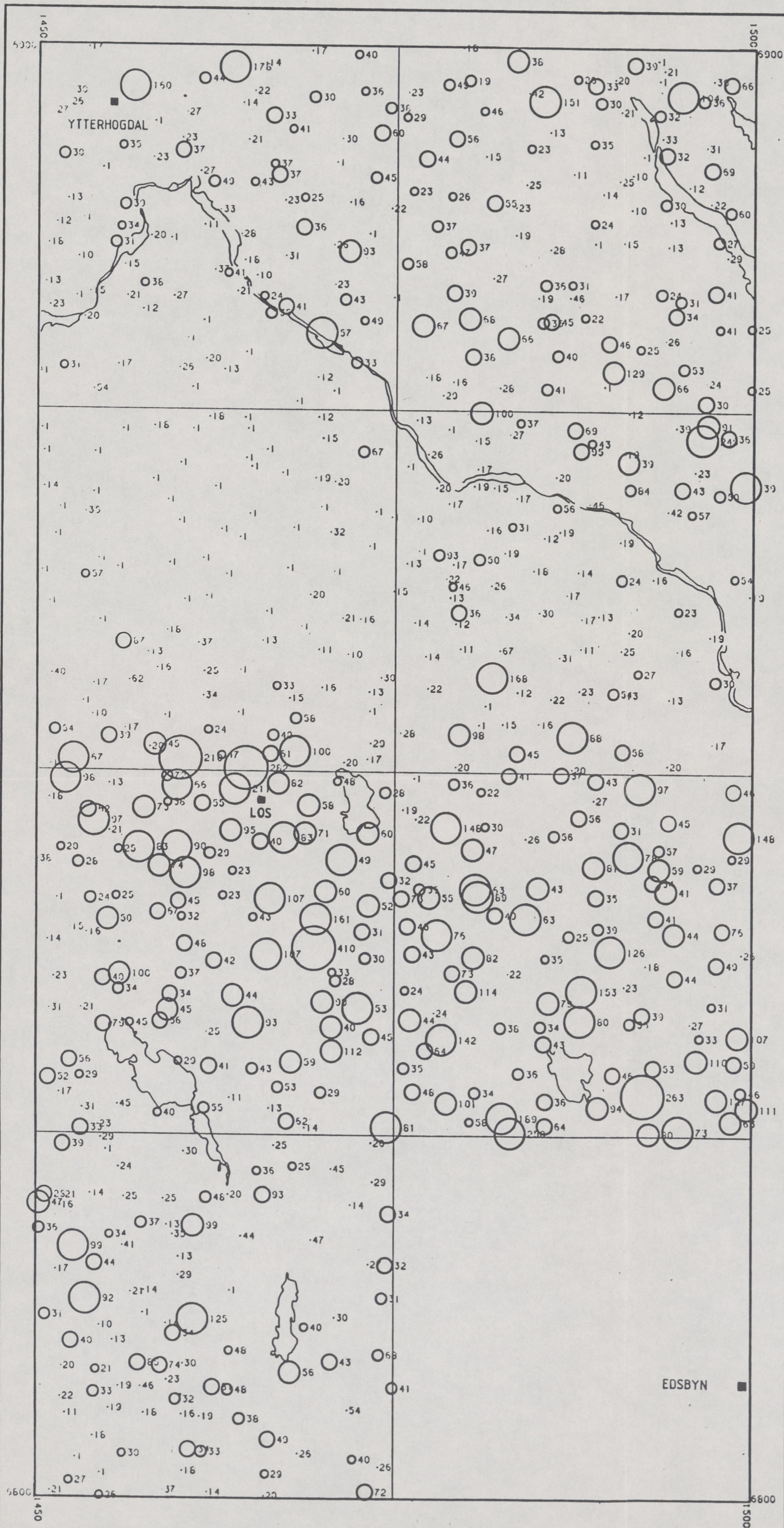
11-12.E-F



GEOKEMISKA KARTFRINGEN UTFORD 1962.
KOMMENTARER TILL KARTAN FINNS I TILLHÖRANDE BESKRIVNING.
TEL. 560 016-179900

SGU GEOKEMISKA SEKTIONEN

SGU ADB SEKTIONEN



GEOKEMISK KARTA

BÄCKTORV

KOPPAR (Cu)

- 1 - 8
- 8 - 16
- 16 - 28
- 28 - 38
- 38 - 69
- 69 -

CIRKLARNA REPRESENTERAR RELATIV FÖRDELNING EFTER KORRIGERING FÖR NATURLIGA ANRIKNINGSFAKTORER (LIMONIT OCH ORGANISK HALT)

PÅ KARTAN ÄR RAVÄRDEN MARKERADE I PPM

SKALA 1:250 000

BÄCKTORV

Cu

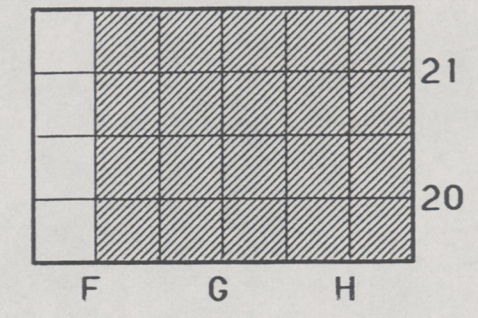
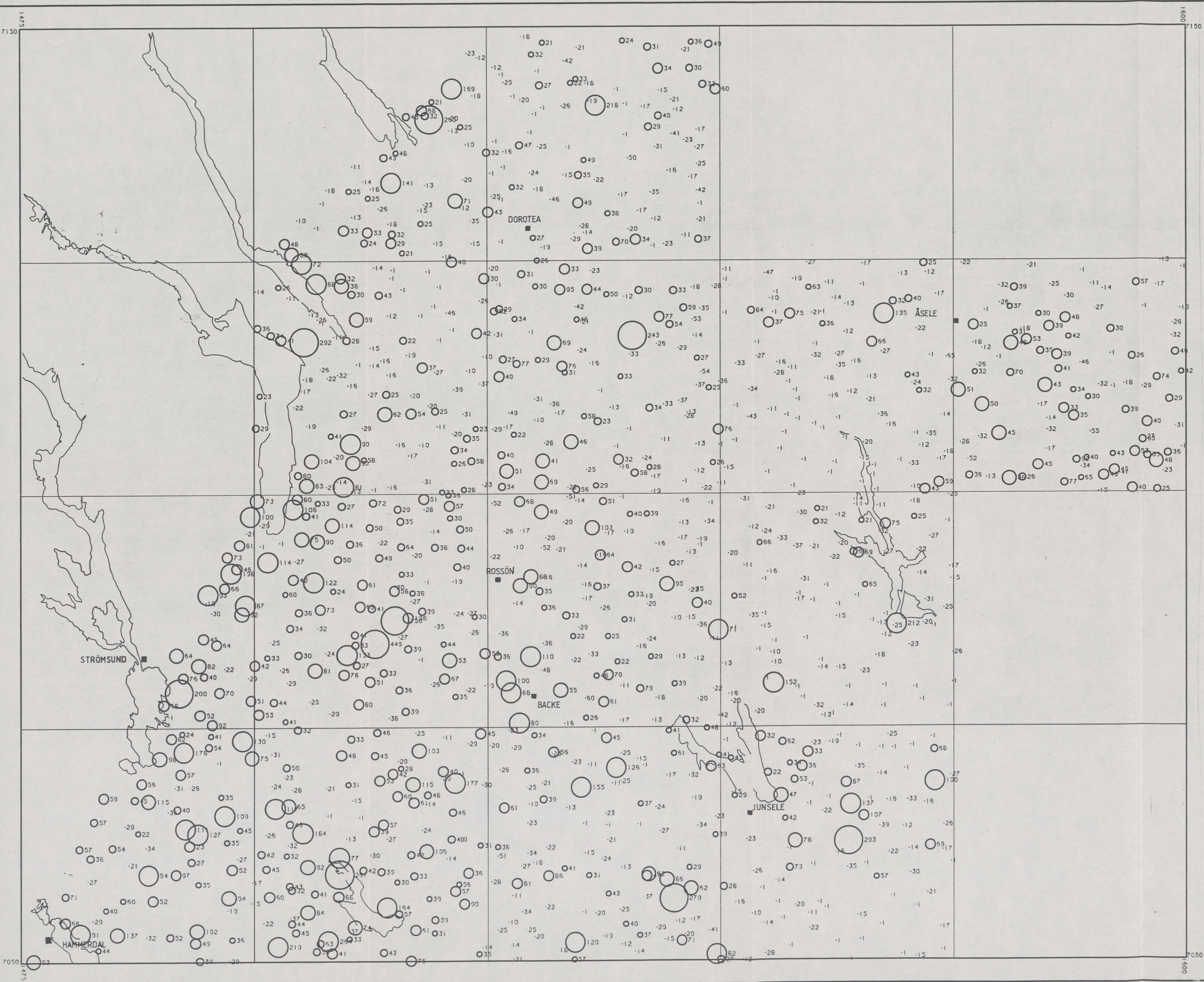
15-16.F



GEOKEMISKA KARTERINGEN UTFÖRD 1962.
KOMMENTARER TILL KARTAN FINNS I TILLHÖRANDE BESKRIVNING.
TEL. SGU 016-179000

SGU GEOKEMISKA SEKTIONEN

SGU ADB SEKTIONEN



GEOKEMISK KARTA

BÄCKTORV

KOPPAR (Cu)

- 1 - 8
- 8 - 16
- 16 - 28
- 28 - 38
- 38 - 69
- 69 -

CIRKLARNA REPRESENTERAR RELATIV FÖRDELNING EFTER KORRIGERING FÖR NATURLIGA ANRIKNINGSFAKTORER (LIMONIT OCH ORGANISK HALT)

PÅ KARTAN ÄR RAVÄRDEN MARKERADE I PPM

SKALA 1:250 000

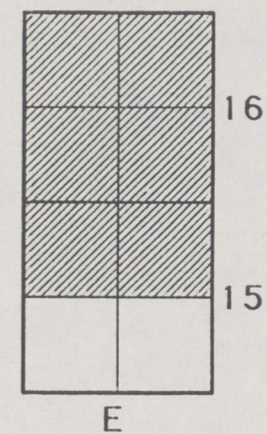
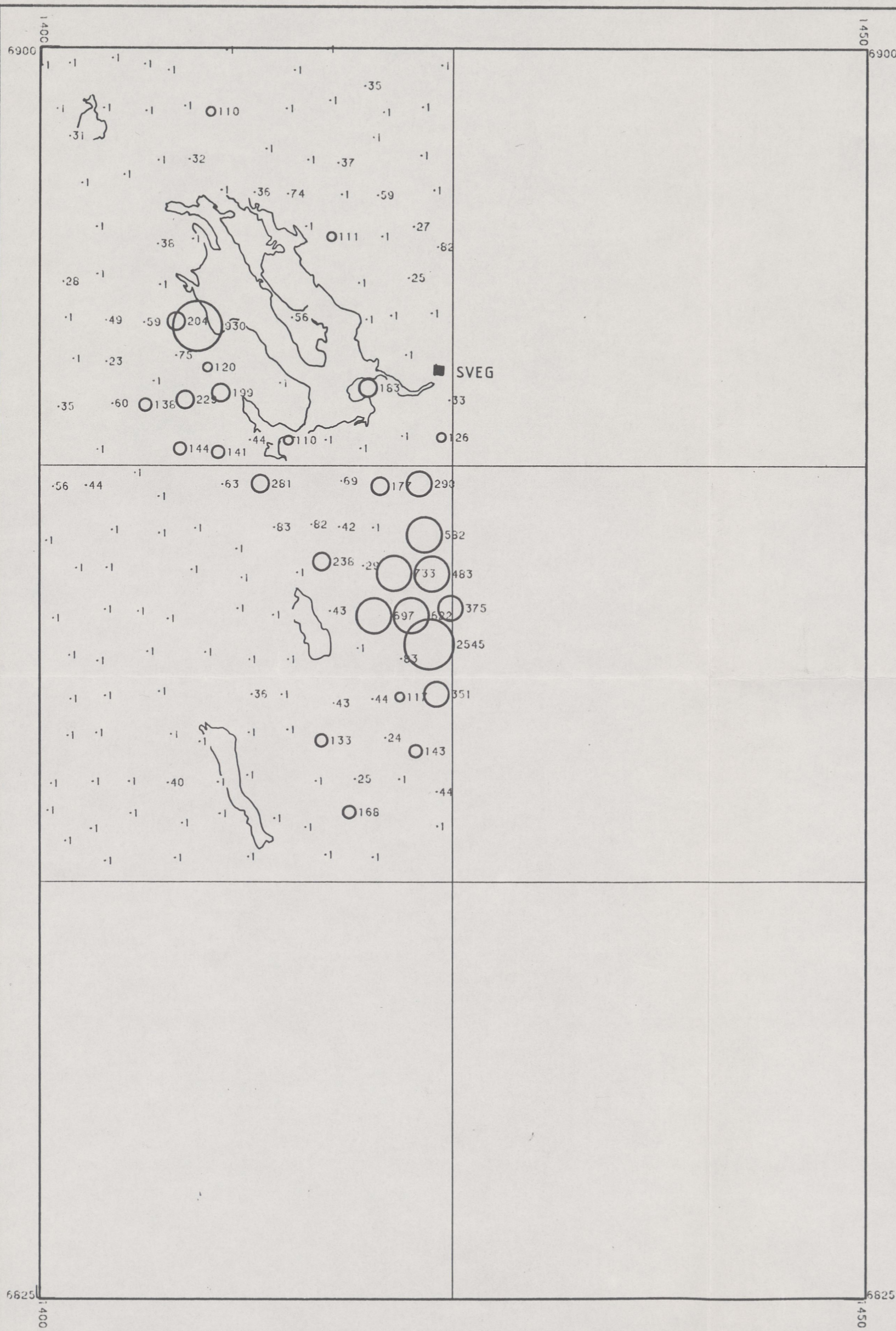
BÄCKTORV	Cu	20-21, F-G-H
----------	----	--------------



GEOKEMISKA KARTERINGEN UTFÖRD 1962.
KOMMENTARER TILL KARTAN FINNS I TILLHÖRANDE BESKRIVNING
TEL. SGU 016-179000

SGU GEOKEMISKA SEKTIONEN

SGU ADB SEKTIONEN



GEOKEMISK KARTA

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN

WOLFRAM (W)

- 100 - 133
- 133 - 177
- 177 - 290
- 290 - 408
- 408 - 903
- 903 -

CIRKLARNA REPRESENTERAR RELATIV FÖRDELNING AV OKORRIGERADE RÄVÄRDEN I PPM

SKALA 1:250000

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN

W

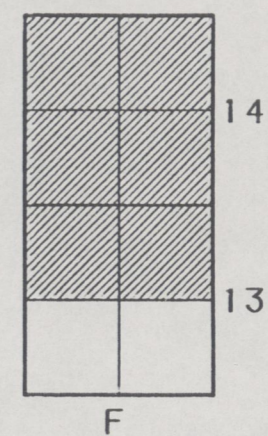
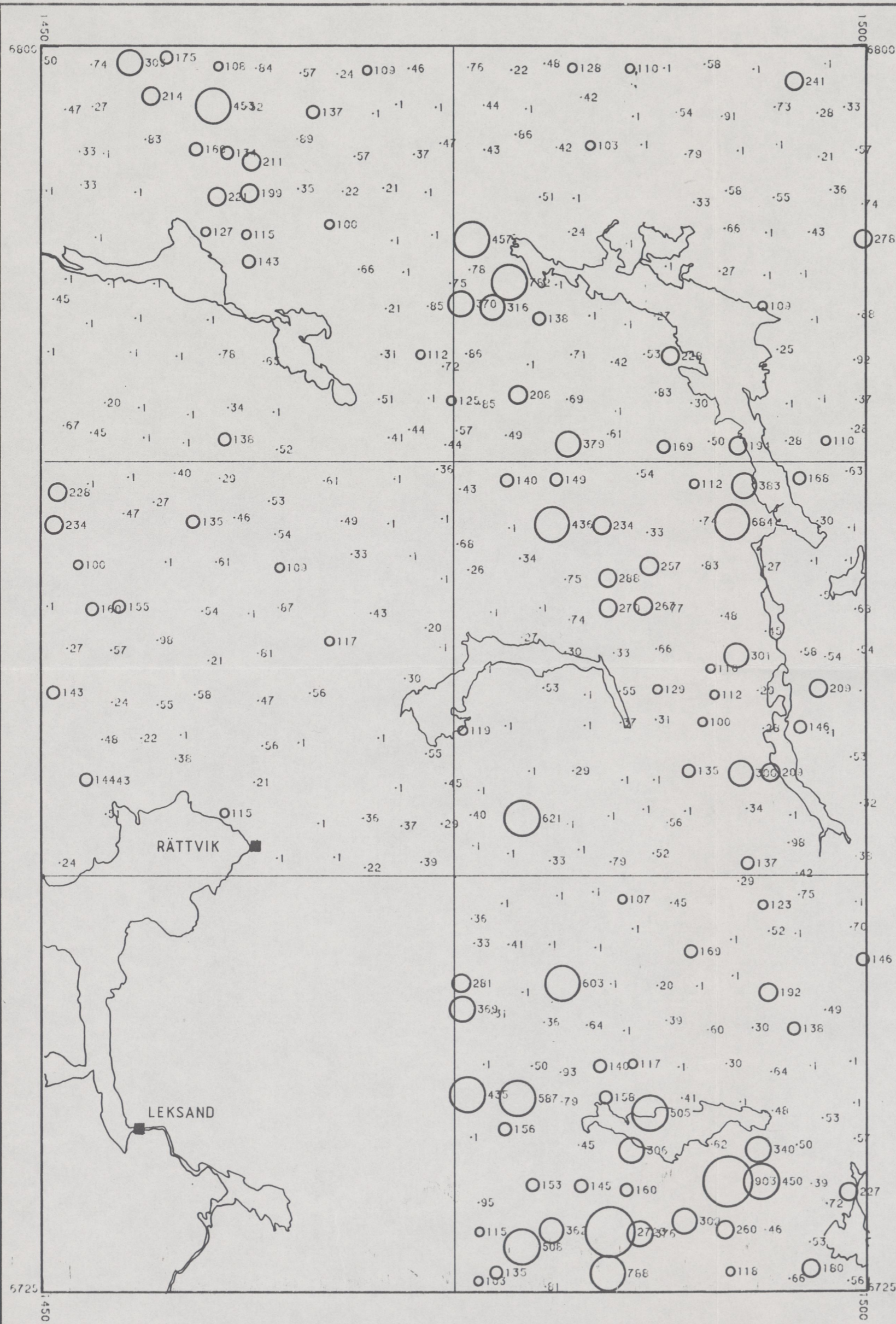
16E



GEOKEMISKA KARTERINGEN UTFÖRD 1982.
KOMMENTARER TILL KARTAN FINNS I TILLHÖRANDE BESKRIVNING.
TEL. SGU 018-179003

SGU GEOKEMISKA SEKTIONEN

SGU ADD SEKTIONEN



GEOKEMISK KARTA

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN

WOLFRAM (W)

- 100 - 133
- 133 - 177
- 177 - 290
- 290 - 408
- 408 - 903
- 903 -

CIRKLARNA REPRESENTERAR RELATIV FÖRDELNING AV OKORRIGERADE RÄTVÄRDEN I PPM

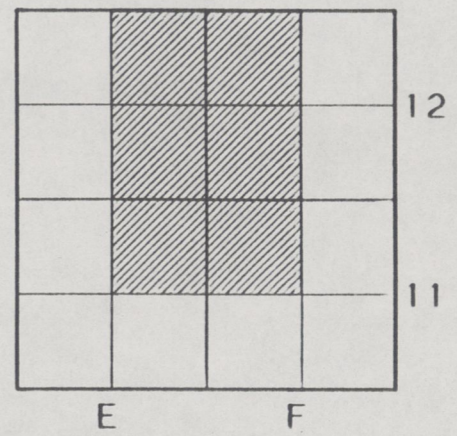
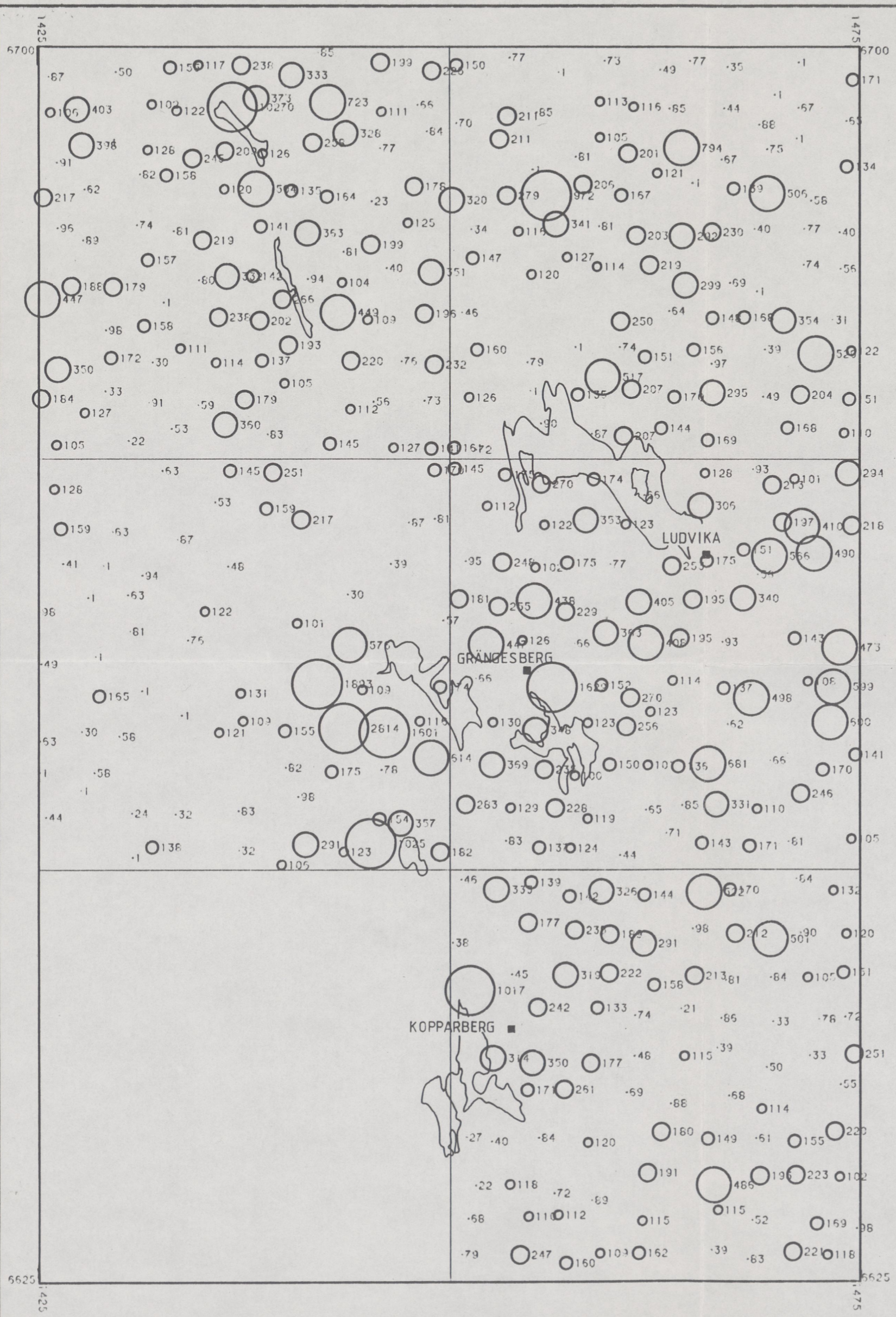
SKALA 1:250000

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN	W	13-14.F
--------------------------	---	---------



GEOKEMISKA KARTERINGEN UTFÖRD 1982.
KOMMENTARER TILL KARTAN FINNS I TILLHÖRANDE BESKRIVNING.
TEL. SGU 018-179000

SGU GEOKEMISKA SEKTIONEN



GEOKEMISK KARTA

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN

WOLFRAM (W)

- 100 - 133
- 133 - 177
- 177 - 290
- 290 - 408
- 408 - 903
- 903 -

CIRKLARNA REPRESENTERAR RELATIV FÖRDELNING AV OKORRIGERADE RÄVÄRDEN I PPM

SKALA 1:250000

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN	W	11-12.E-F
--------------------------	---	-----------



GEOKEMISKA KARTERINGEN UTFÖRD 1982.
KOMMENTARER TILL KARTAN FINNS I TILLHÖRANDE BESKRIVNING.
TEL. SGU 018-179000

SGU GEOKEMISKA SEKTIONEN

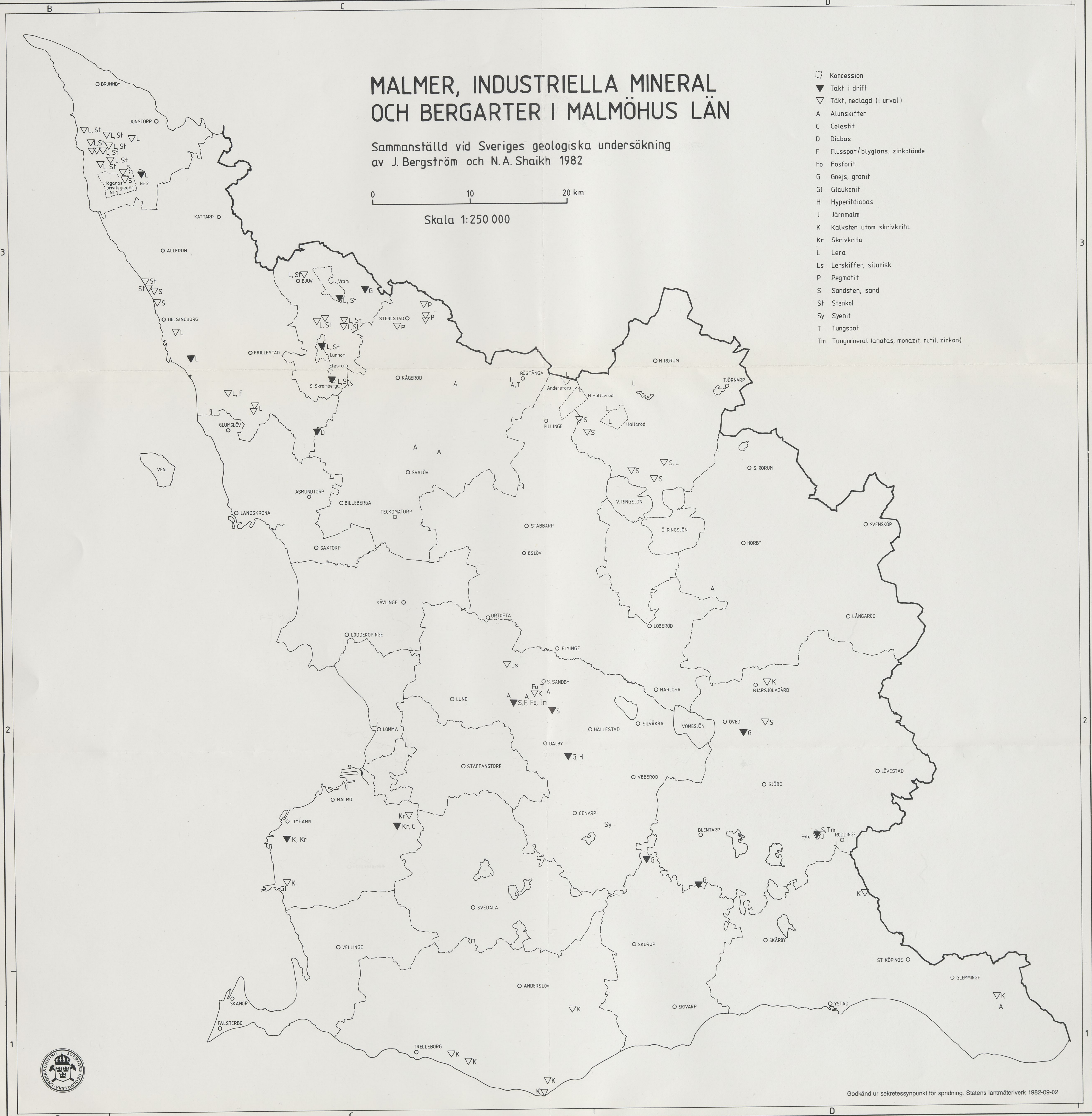
MALMER, INDUSTRIELLA MINERAL OCH BERGARTER I MALMÖHUS LÄN

Sammanställd vid Sveriges geologiska undersökning
av J. Bergström och N.A. Shaikh 1982

0 10 20 km

Skala 1:250 000

- Koncession
- ▼ Takt i drift
- ▽ Takt, nedlagd (i urval)
- A Alunskiffer
- C Celestit
- D Diabas
- F Flusspat/blyglans, zinkblände
- Fo Fosforit
- G Gnejs, granit
- Gl Glaukonit
- H Hyperitdiabas
- J Järnmalm
- K Kalksten utom skrivkrita
- Kr Skrivkrita
- L Lera
- Ls Lerskiffer, silurisk
- P Pegmatit
- S Sandsten, sand
- St Stenkol
- Sy Syenit
- T Tungspat
- Tm Tungmineral (anatas, monazit, rutil, zirkon)



25. **Laufeld, S.**, (Ed.). Proceedings of Project Ecostratigraphy Plenary Meeting, Gotland, 1981. 1981.
26. **Fredén, C., m fl.** Tuveskredet, 1977-11-30. Geologiska undersökningar. Särtryck av SGI Rapp. 11 B. 1981.
27. SWIM 81. Intruded and relict groundwater of marine origin. Proceedings of Seventh Salt Water Intrusion Meeting, Uppsala, Sweden, 14 –17 September 1981. 1981.
28. **Aastrup, M., Aneblom, T., Henriksson, B., och Persson, G.** PMK-grundvattnen. Lägesrapport mars 1982. 1982.
29. Energigeologi. Exempel på verksamhet inom energisektorn vid SGU. April 1982.
30. **Åkerblom, G., and Wilson, C.** Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
31. **Bergström, J., och Shaikh, N. A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Malmöhus län. 1982.
32. **Ericsson, B., och Grånäs, K.** SGU:s grusdataarkiv. 1983.
33. **Sivhed, U.** Upper Cretaceous Ostracodes from the Malen Limestone quarry and the river Stensån, southern Sweden. 1983.
34. Berggrundsgeokemi som prospekteringsmetod i Sveriges urberg. Föredrag och inlägg från ett symposium i Uppsala den 17–18 mars 1983 anordnat av Sveriges geologiska undersökning och Svenska Gruvföreningen. O. Selinus (Red.). 1983.
35. Vanadin. 1984.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Biblioteket
Box 670, 751 28 UPPSALA
Telefon 018-17 90 00

Pris 100 kr inkl moms