



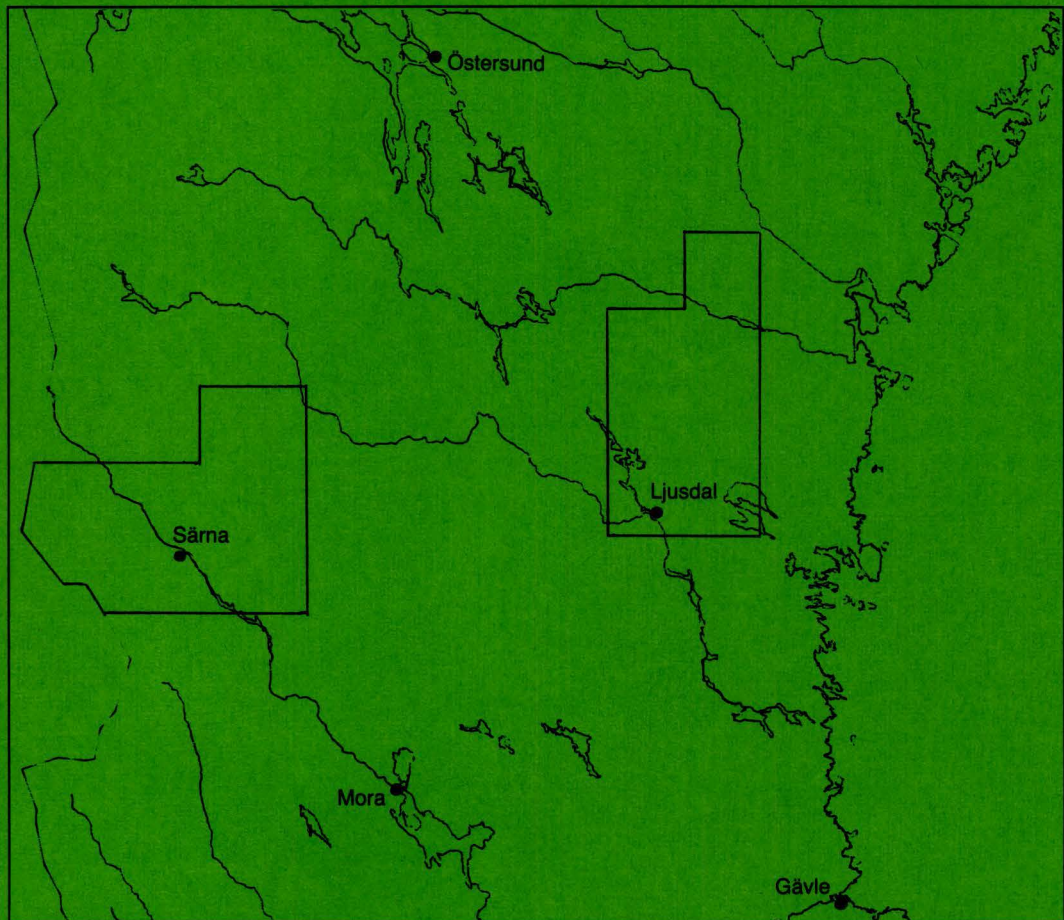
SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Rapporter och meddelanden nr 41

Madelen Andersson

Geokemisk kartering

Tungmineralanrikad morän

Kartbladen 15–16, C–D och 16–17, G



Uppsala 1985

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Rapporter och meddelanden nr 41

GEOKEMISK KARTERING

Madelen Andersson

Uppsala 1985

Omslagsbildens inramningar visar de karterade områden som behandlas i denna rapport.

ISBN 91-7158-337-8

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 kemiska

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 är organiskt bäckmaterial, s k bäcktorv. Detta material består främst av förmultnade växtdelar och levande växt-rötter. 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 korrigerings av analysvärdena med hänsyn till anrikningsfaktorer t ex järn och mangan. Provtypen bäcktorv utges separat och berörs ej vidare här.

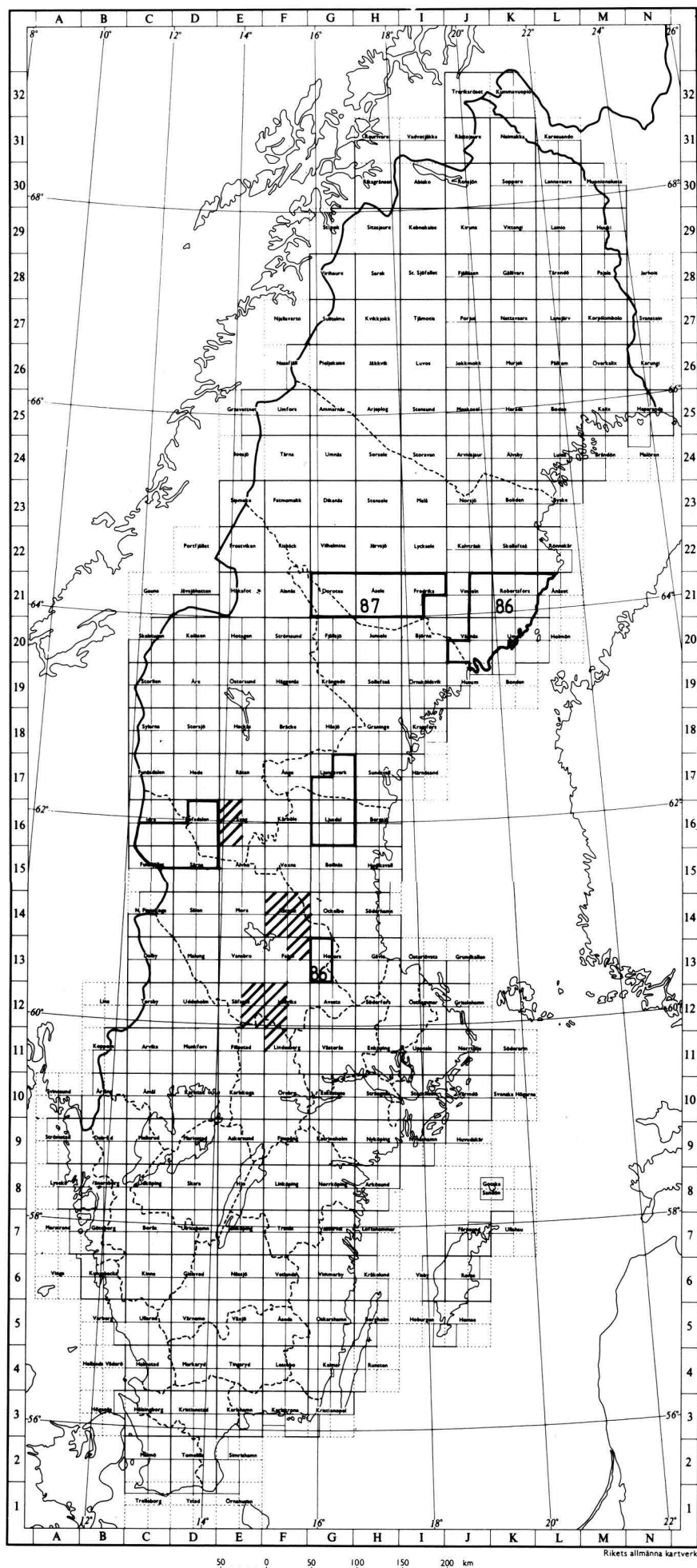
Den andra provtypen är tungmineral i morän som redovisas i denna rapport. De områden som hittills karterats visas i fig 1, tillsammans med planerad utgivning t o m 1987.

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.

Fig 1. Geokemiska kartor.
 Utgivning 1984 - 1987
 Tungmineralanrikad morän

-  1984
-  1985
-  1986
-  1987



Man har valt att framför allt 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 få ett koncentrat som, utöver bergartsbildande mineral, kan innehålla malmineral som ger elementförhöjningar vid analys.

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, se fig 2.

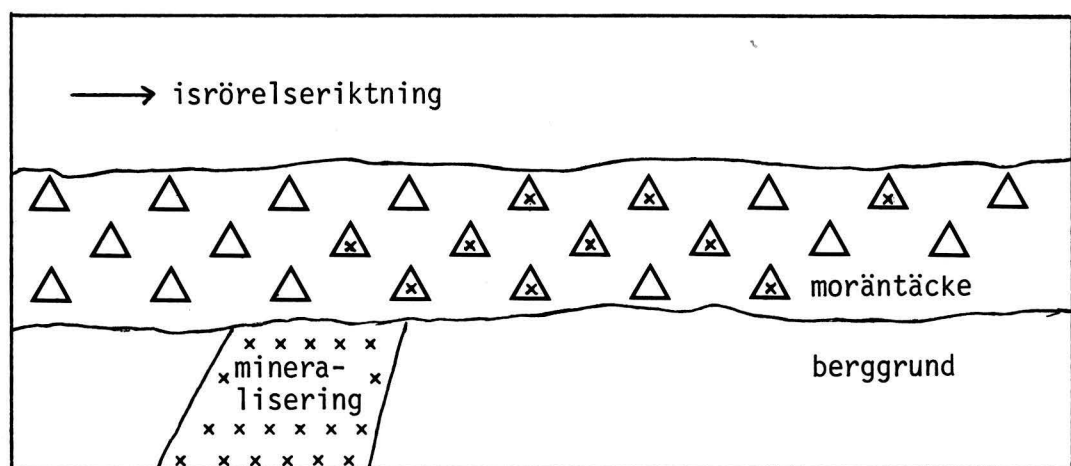


Fig. 2. Schematisk bild av hur mineraliserad berggrund lämnat spår i moränen. Ju längre bort från mineraliseringen man kommer, desto lägre blir koncentrationen av malmineral i moränen.

Metallelementens förhöjningar kan vara av två slag. 1. Mineralens närvaro kan ge upphov till förhöjningar av klastisk art, dvs antalet mineralkorn 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, vilket ger en provtäthet av 0.15 prov/km². Provtagningsnätet 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-horizonten där den är så gott som opåverkad av vittring. Provet våtsiktas på en 2mm-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 3), 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 i huvudsak 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, monazit.

Proverna analyseras med röntgenfluorescens (XRF) enl tabell 1. Analyseringen har utförts hos SGAB, Luleå.

Al ₂ O ₃	0.1 %	As	10 ppm	Rb	10 ppm
CaO	0.1 %	Ba	50 ppm	S	100 ppm
Fe ₂ O ₃	0.1 %	Cl	100 ppm	Sn	100 ppm
K ₂ O	0.1 %	Co	10 ppm	Sr	10 ppm
MgO	0.1 %	Cr	10 ppm	Th	10 ppm
MnO	0.1 %	Cu	10 ppm	U	20 ppm
Na ₂ O	0.1 %	Mo	10 ppm	V	20 ppm
P ₂ O ₅	0.01 %	Nb	10 ppm	W	20 ppm
SiO ₂	0.1 %	Ni	10 ppm	Y	10 ppm
TiO ₂	0.1 %	Pb	20 ppm	Zn	10 ppm
				Zr	20 ppm

Tabell 1. XRF-analyser samt lägsta detekterbara halt.

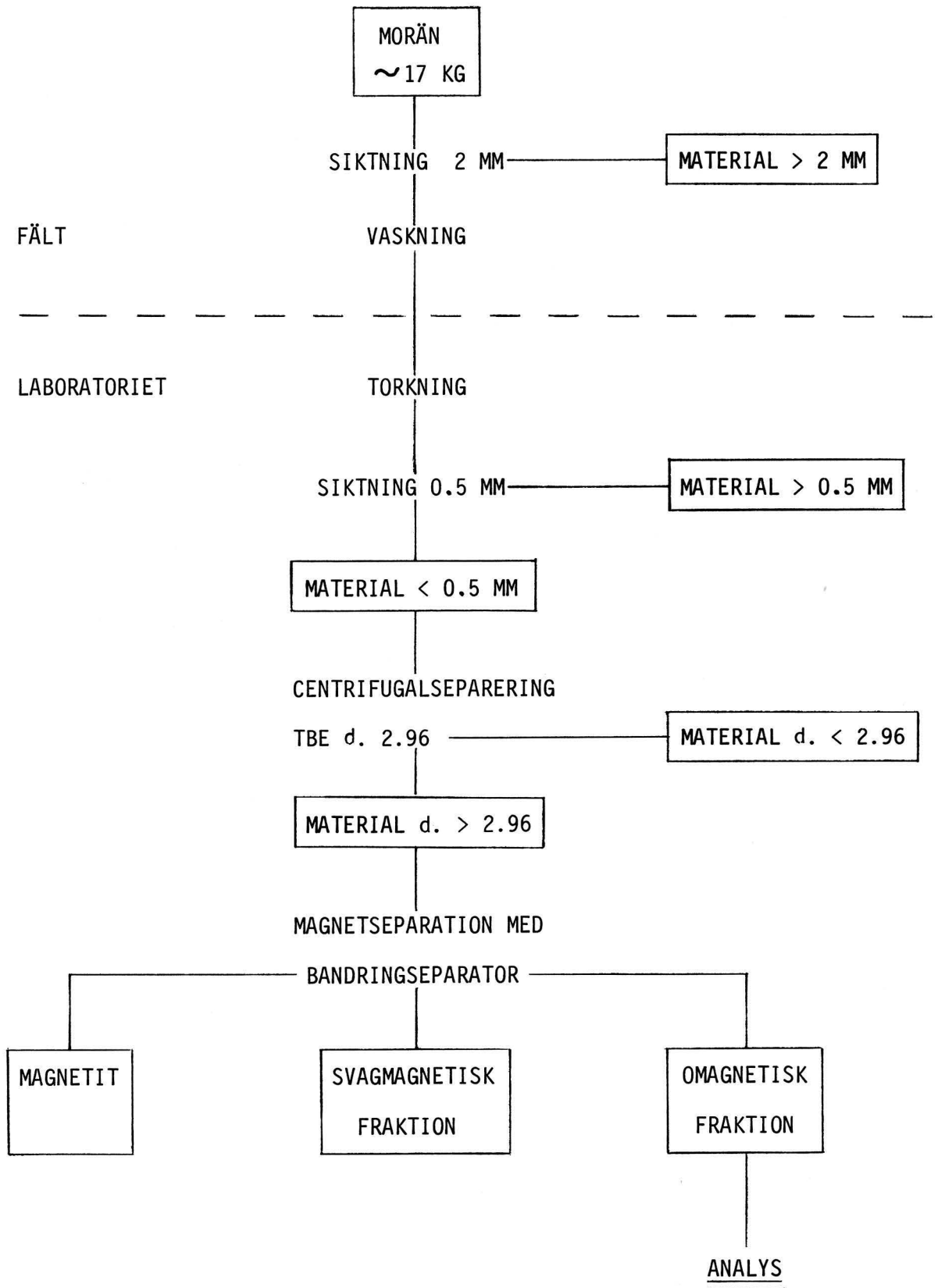


Fig. 3 Flytschema för tungmineralanrikning och separering.

Av dessa används W, Sn, Zn, Cu, Pb, Mo och U i den ordinarie karteringen och presenteras på cirkelkartor i skala 1:250 000, som kan beställas från geokemiska sektionen, SGU. Som exempel, under fliken längst bak lämnas W för de karterade områdena 1983. Kartformen redovisar varje enskild provpunkts råvärde, och cirkelsymbolerna anger intensiteten i elementets förhöjning med gränser vid 60:e, 70:e, 80:e, 90:e, 95:e och 99:e percentilerna. Den nedre gränsen för en förhöjning är alltså 60:e percentilen, vilket innebär (för respektive element) att 40 % av antalet prover som percentilberäkningen grundar sig på, omfattas av förhöjningen och ger en elementbild. Analysvärden under detektionsgränserna har angetts med siffran 1 på kartorna.

Bland de svårvittrade, omagnetiska, tunga mineral som är vanligt förekommande i anrikade moränprover, är, som nämnts tidigare, bl a zirkon, apatit och titanit med de associerade metallelementen Zr, P, Ti. Dessa mineral kallas ofta värdmineral, eftersom de kan ha varierande halter av olika spårelement, t ex Nb, Th, U, Sn, Mo, Pb. 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 värdmineral 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 tungmineralkarta byggs därför upp dels av parameter 1, där tenmineralet kassiterit skapar en klastisk förhöjning i moränen, dels av parameter 3 där titanit kan vara värdmineral för spårelementet tenn.

Med s k faktoranalys kan man klargöra en del elementassociationer. Faktoranalys är en multivariat statistisk metod som används för att studera det inbördes förhållandet mellan ett stort antal variabler i en normalfördelad provmängd. Elementhalterna (som här utgör variablerna) visar olika komplexa samband som uttrycks i ett antal mer eller mindre starka faktorer. En naturlig bindning mellan en del element i tungmineralanrikad morän är t ex associationen Zr-Ti-Nb-Ba som återfinns tillsammans med flera andra element oftast Mo, Pb, Sn men även U, Th, Cu m fl.

Associationen visar ett komplext samband där metallelementen uppträder enligt parametrarna ovan.

Extremvärden (mycket höga eller låga värden) omfattas inte av faktoranalytiker, vilket medför att höga elementhalter (> 99:e percentilerna), som i bästa fall kan innebära malmineralinnehåll i prov, måste studeras separat. Nedan följer därför en del allmänna påpekanden om vad höga elementhalter kan innebära för respektive element. Dessa grundas på XRF-analyser av maskinvaskad tungmineralanrikad morän och avser gälla 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 områden med porfyrer och sandstenar som dominerande berggrundsmaterial 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 kassiterit, dels av andra mineral i vilka tenn kan ingå som spårelement. 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 speciellt från yngre graniter, kan normalt ha ganska höga halter (> 1000 ppm). Endast i undantagsfall har metallen påträffats som molybdenglans i prover. De molybdenvärden som avspeglas i elementbilden beror troligtvis till stor del på elementets 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 radioaktivt bergartsmaterial. I några områden med förhöjningar > 300 ppm har block med uranimpregnationer påträffats.

Elementet kan också gå in i ett flertal andra mineral, bland annat apatit. Elementbilden i vaskad morän avspeglar väl områden med radiogena graniter.

- 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 den avspeglar kopparmineraliseringar. Trots att elementbilden avspeglar mineraliseringar, 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 resistent zinkspinellen kan däremot påträffas i proven. Elementbilden avspeglar tämligen väl områden med kända zinkförekomster och sulfidmalmsfält.

Sammanfattningsvis kan sägas om elementbilderna för låga förhöjningar att de för Mo och Cu (hit hör även As, som dock ej ges ut i kartform) till stora delar avspeglar granitoida bergarter där metallelementen naturligt ingår som spridda impregnationer. Sn, Mo, Pb och U kan avspegla elementens uppträdande i olika värddmineral (i viss mån även Zn som kan gå in i magnesiumrika silikater). W avspeglar till största delen endast scheelit-innehållet i moränen.

Karteringsåret 1983

Inom ramen för den geokemiska karteringen vid SGU provtas årligen mellan 75 och 100 mil² med provtypen tungmineral. Under 1983 provtogs ca 100 mil² uppdelat på två regioner inom länen Kopparberg-Jämtland

respektive Gävleborg-Västernorrland. Resultaten redovisas här i form av två kartbladsområden, nämligen 15-16, C-D och 16-17, G. Kartorna i skala 1:250.000 för elementen Sn, Mo, U, Pb, Cu och Zn kan beställas från geokemiska sektionen vid SGU, medan W medföljer som bilaga längst bak under fliken. Kartornas cirkelsymboler är indelade efter de percentilgränser som användes 1982 (kallade REG). Den population prover som analyserades och percentilberäknades då, bedöms utgöra ett gott referensmaterial, där moränsammansättningen återspeglar olika bergartstyper i vilka flera former av mineraliseringar uppträder. Samtliga ovannämnda element, utom Sn, finns representerade i mineraliseringar och/eller mineraliserade block, som i olika grad framkommer i de geokemiska elementbilderna (se SGU rapporter och meddelanden nr 37, "Geokemisk kartering, Andersson & Ohlsson, 1984). I tabell 2 redovisas de olika percentilgränserna, både de lokala (för varje kartblad) och de regionala (REG), medelvärden \bar{m} , samt 30:e percentilerna för elementen. De senare kan användas som ett mått på bakgrunden för ett element på ett kartblad.

I avsnitten med de olika kartbladsområdena finns en del cirkelkartor i A4-format (ungefärlig skala 1:500.000) med. Dessa har percentilberäknats lokalt och har gränsindelningar vid 60:e, 80:e, 90:e och 99:e percentilerna, se fig 5-8 och 10-13. Kartorna visar elementens fördelningar i olika berggrundsområden, där varje kartas geokemiska mönster är representativt för flera element. Två grundmönster kan utskiljas, det ena ger en basisk elementbild med i huvudsak Mg, Cr, Ni, Ca, P medan det andra skapas av de surare elementen Al, Na, Sr tillsammans med K, Ti, Ba, Zr och flertalet granitoida spårelement.

Samtliga analyserade element kan efter önskemål framtagas i kartform i olika skalor.

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) beräknade på 1982 års provtagningsmaterial och applicerade på 1983 års provmängd (över 1 000 prov) i kartframställningen.

	\bar{m}	30	60	70	80	90	95	99
Cu 16-17, G	75	35	56	68	92	147	200	325
15-16, C-D	29	33	46	52	66	102	147	262
REG	43	29	38	42	47	59	82	195
Pb 16-17, G	145	111	151	168	190	215	233	273
15-16, C-D	107	67	96	118	143	202	251	327
REG	121	89	125	138	160	188	217	310
Zn 16-17, G	48	36	46	50	54	62	67	97
15-16, C-D	38	28	40	44	48	54	61	144
REG	99	42	56	63	75	104	154	572
Mo 16-17, G	347	41	117	224	454	1003	1637	3549
15-16, C-D	187	26	54	80	207	557	960	1956
REG	104	< 20	42	62	105	201	350	1393
Sn 16-17, G	175	157	178	187	200	217	231	278
15-16, C-D	158	141	162	170	182	198	216	247
REG	194	161	200	212	231	264	297	382
W 16-17, G	75	29	64	80	111	162	217	332
15-16, C-D	29	< 20	29	35	43	56	79	179
REG	136	33	100	133	177	290	408	903
U 16-17, G	60	36	54	62	77	107	146	219
15-16, C-D	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	22	27	36
REG	63	31	51	60	78	127	175	323

Kartbladet 15-16, C-D

Berggrunden på kartbladet består av Dalabergarter och i norra delen fjällkedjans kvartsiter, skiffrar och gnejser. Dalabergarterna utgörs av jotnisk sandsten som i öster begränsas av Bredvadsporfy. Även i väster respektive centralt i sandstensområdet uppträder porfy. I nordost och sydost finns graniter av olika typer. Gångar och massiv av diabas är vanliga. Provtagningen har i huvudsak gjorts utanför fjällkedjans bergartsområden.

Isrörelseriktningen är i huvudsak nordvästlig, men även nordliga och nordostliga riktningar förekommer.

Närheten till fjällkedjan innebär att bergarter därifrån till stor del ingår i moränsammansättningen, speciellt i de västra och centrala delarna av kartbladet. Halterna av Cr och Mg är också något högre på kartbladet än normalt, vilket är vanligt där fjällbergarter är nedkrossade i moränen.

De geokemiska mönstren avspeglar väl berggrunden i området. Na, Al och Sr har tyngdpunkten förlagd dels i väster dels i nordost. I den centrala delen är de basiska komponenterna i tungmineralproven övervägande, nämligen Mg, Cr, Ni, Co (fig 5) och i någon mindre grad Ca, P och delvis Mn (fig 6). Mineral som vanligen ger de geokemiska mönstren för dessa element är bland annat pyroxener, amfiboler, olivin.

Tillsammans med elementgruppen Na, Al, Sr (fig 7) hör också associationen Ti, K, Ba, Nb m fl (fig 8). Dessa element har dels en förhöjning i väster, där amfiboler från fjällkedjan kan vara orsaken, dels en förhöjning i porfyrområdets gräns mot sandstenen. Även S har en fördelning liknande dessa båda grupper. Järn uppvisar spridda förhöjningar över kartbladet, uthålligast i gränzonen Bredvadsporfy/sandsten.

Med hjälp av faktoranalys framkommer följande elementgrupperingar: Gruppen Na, Al, K, Sr bildar en stark grupp, där Sr troligen är associerat till kali-rika mineral. Ca och P utgör en annan grupp och Mg, Cr, Ni, Co, Mn, Zn, Rb ytterligare en. Den senare associationen anger troligen de magnesiumrika silikaternas naturliga element-innehåll. Den starkaste och den i tungmineralsammanhang vanligaste elementassociationen är emellertid Zr, Nb, Ba, Ti, dit också elementen Cu, Mo, As, Pb, Y, Th m fl hör. Zr-gruppen ligger med sin tyngdpunkt i Bredvadsporfyrens gräns mot sandstensområdet.

Elementhalterna för kartbladet är tämligen låga, speciellt ligger de granitoida elementens (Zr, W, Mo, Th m fl) bakgrundsvärden lågt. Några extremt höga halter har inte framkommit vid analysering av proverna.

Elementen W, Sn, U och Zn uppvisar inte några relevanta geokemiska mönster på kartbladet.

Relativa förhöjningar av de element som ges ut i kartskala 1:250 000, återfinns i Bredvadsporfyren och i gränsen till sandstensområdet, där Cu, Mo och Pb-halterna är förhöjda i stort sett på hela den sydöstra delen av kartbladet. Största intensiteten finns i ett område ett par mil öster om Särna. Blykartan påvisar dessutom flera av de mineraliseringar som är kända från fjällranden.

Kartbladet 16-17, G

Berggrunden på kartbladet består i huvudsak av sedimentgnejs med en del diabas i norr, samt gnejsig granit i söder. Små massiv och gångar av pegmatit och granit är vanliga. Längst i sydväst, i Färila-trakten, tangerar den tektoniska Ljusnanzonen kartbladet med en del vulkaniter.

Såväl tektoniska zoner och berggrundsområden som isrörelseriktningar är orienterade i nordväst-sydost. Detta medför att bergartsrepresentationen i moränen på kartbladet i stort sett följer den underliggande berggrunden. Således är gränsen mellan moräner med överrepresentation av elementen Na, Al, K, Sr nästan knivskarpt begränsad till det surare granitområdet i söder, medan de mer basiska elementen Mg, Ca, P återfinns i den norra delen. Hit hör även Cr, Ni och i viss mån Zn och Mn (fig 10). I magnesiumrika silikater (t ex pyroxener, amfiboler, olivin) ingår ofta varierande halter av dessa element, och man kan med hjälp av faktoranalys också påvisa en stark elementgruppering med Ni, Cr och Mg. Ca och P bildar en annan stark faktor på kartbladet tillsammans med V (som för övrigt ej avspeglar de smärre vanadin-mineraliseringar som förekommer här). I fosfatmineralet apatit kan flera olika spårelement ersätta kalcium eller fosfor i kristallgittret, bland annat kan vanadin ersätta fosfor. Även thorium och uran kan gå in i apatit och dessa element uppvisar också förhöjningar i den nordöstra delen av kartbladet. Kalcium-fosfor-fördelningen uttrycker därför troligen till största delen apatitinhållet i moränen (fig 11).

I den södra delen av kartbladet återfinns element som är representativa för surare typer av bergarter, speciellt granit. Till dessa element hör gruppen Na, Al, K, Sr (fig 12) resp. Zr, Nb, Y, Ba, Ti, Cu, As, Mo, Pb samt i mindre grad Co och Rb (fig 13). Den sistnämnda stora gruppen bildar en kraftig association i tungmineralanrikade prover. Det är främst runt gruppen

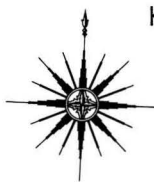
Zr, Ti, Nb, Ba som ett flertal andra element grupperas. Associationen är tämligen komplex, eftersom elementen uppträder både i primära mineralformer och som substituerande komponenter i andra mineral. Elementet zirkonium är t ex ett av de mest förekommande spårelementen i många mineral från olika bergartsgrupper. Det har också förmåga att ersätta ett flertal andra element (Ti, Nb, Fe, Ca, Mg, Al, Y etc) i mineral. Zirkonmineral kan också innehålla halter av Nb, U, Mo etc. I den södra delen av kartbladet återfinns även huvuddelen av Fe och Si.

De geokemiska mönster som framkommer på kartbladet är till största delen beroende av den underliggande berggrunden. Elementhalterna är tämligen normala eller låga, utom för Zr som både har högt medelvärde och som uppvisar en del extremvärden tillsammans med höga uran- och thoriumhalter. Med faktoranalys framkommer en U-Th-Pb-faktor som antyder radioaktiv berggrund och/eller spår av sådan i moränen. Med de höga zirkoniumhalterna följer troligen också den kraftiga Mo-förhöjningen i södra delen av området. Denna, på flera element, förhöjda zon, avspeglar sannolikt också de sulfidmineraliseringar som återfinns dels på angränsande kartblad i väster (bl a Enåsen), dels i sydvästra delen av kartbladet.

Elementbilden för Pb följer i stort sett de radioaktiva elementens mönster. Sydost om Ljusdal återfinns dock ett mindre område förhöjt också på bland annat Zn, S och As.

Wolframhalterna är rätt låga på kartbladet, men en förhöjning med ett par värden > 1400 ppm, återfinns dock ett par mil nordost om Ljusdal.

Tennhalterna är mycket låga och saknar variation, varför något signifikant geokemiskt mönster ej kan utskiljas.



0 10 km

C

D

16

15

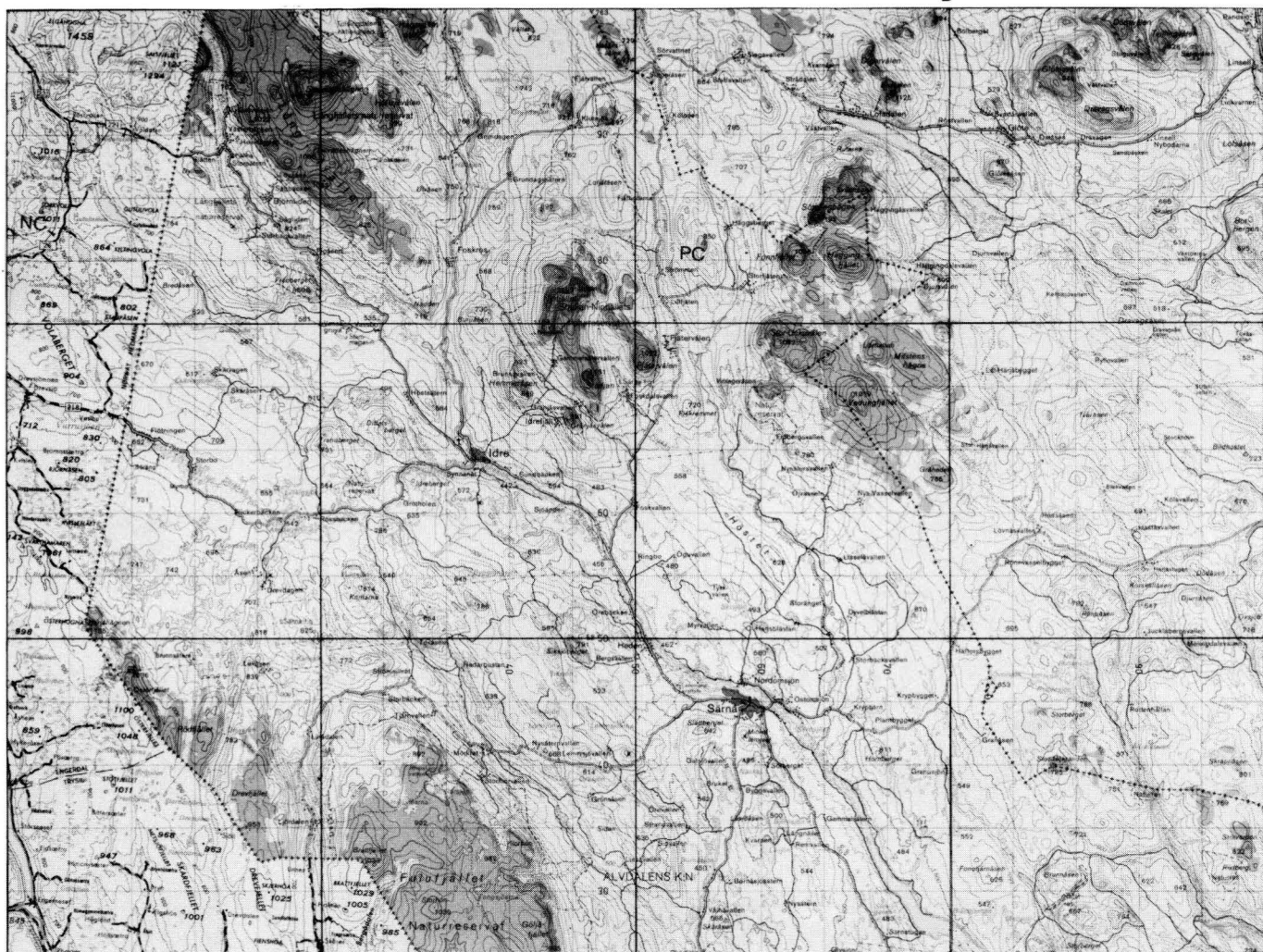
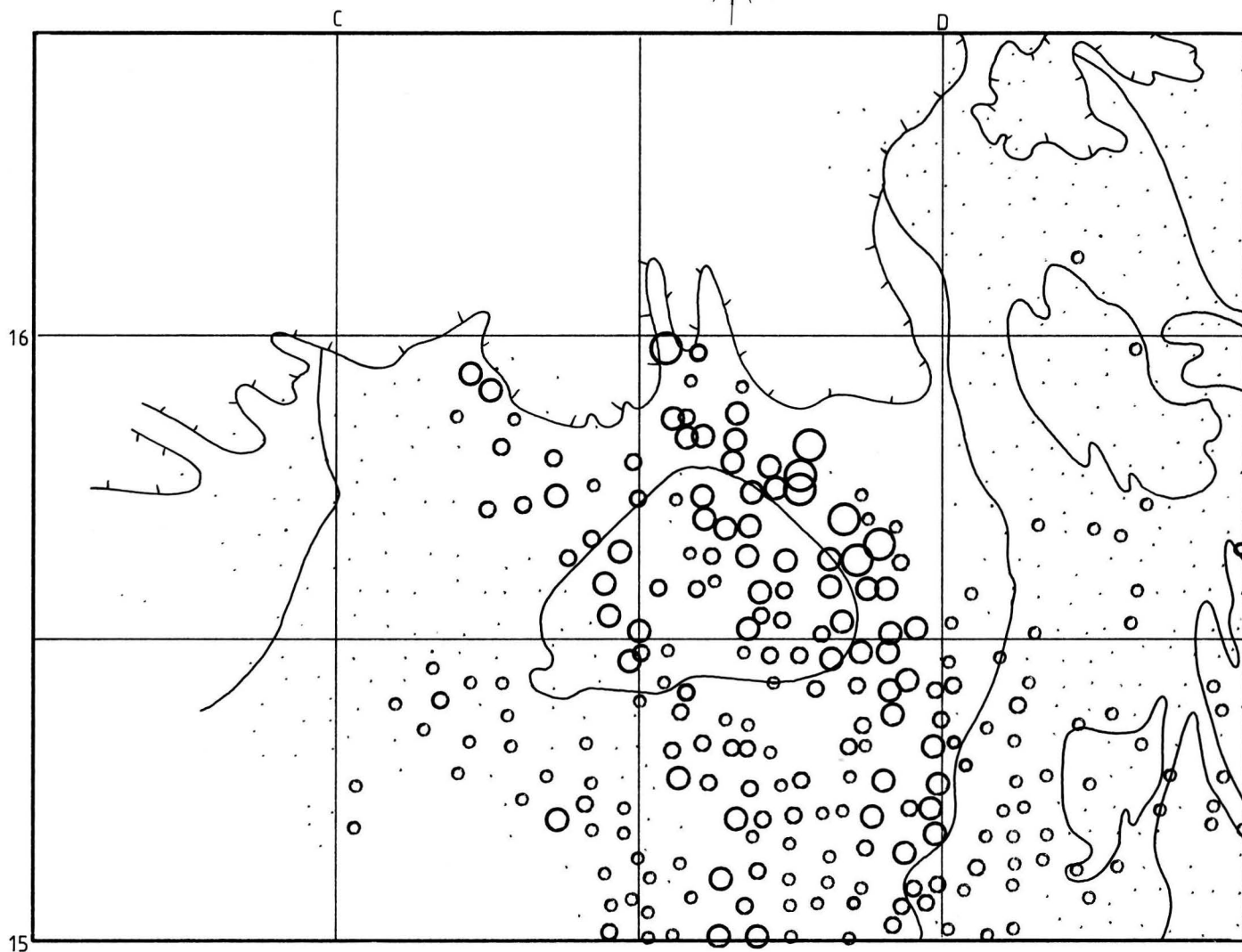


Fig 4. Geografisk karta för orientering av figurerna 5-8. Underlaget är Lantmäteriverkets översiktskarta, planeringsversionen.

Råvärden är plottade för 60:e, 80:e, 90:e och 99:e percentilerna beräknade på kartbladets provmängd



0 10 km



Schematisk berggrund

Sandsten med porfyr centralt och i väster.

Diabas är vanligt förekommande på kartbladet.

I norr återfinns fjällkedjans bergarter.

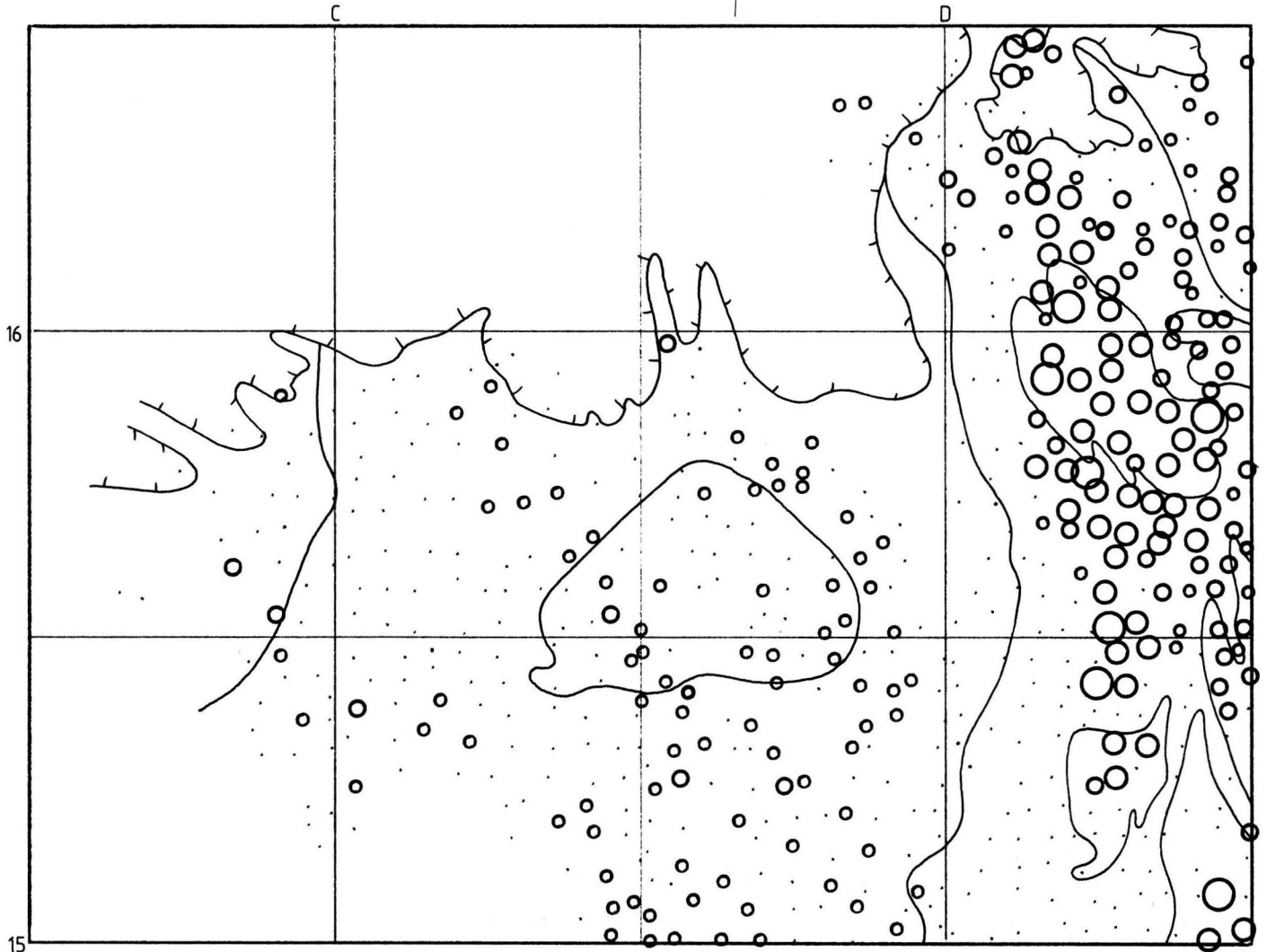
Bredvadsporfyr med sandsten centralt. En del graniter i nordost och i sydost.

Fig 5. Relativ fördelning av Mg i tungmineralanrikad morän. Cr, Ni och Co ger ett likartat mönster.

Råvärden är plottade för 60:e, 80:e, 90:e och 99:e percentilerna beräknade på kartbladets provmängd



0 10 km



Schematisk berggrund

Sandsten med porfyr centralt och i väster.
Diabas är vanligt förekommande på kartbladet.
I norr återfinns fjällkedjans bergarter.

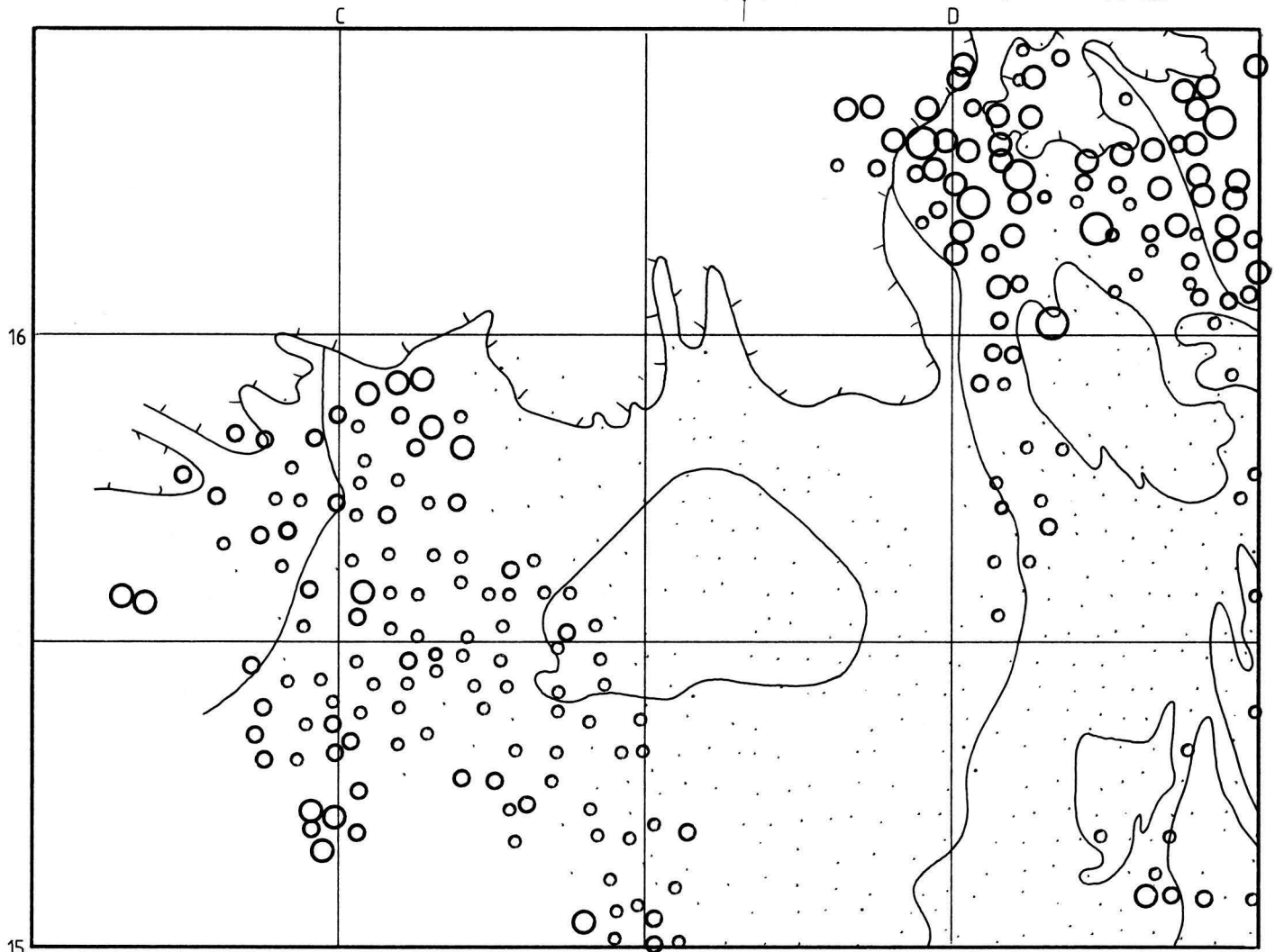
Bredvadsporfyr med sandsten centralt. En del graniter i nordost och i sydost.

Fig 6. Relativ fördelning av Ca i tungmineralanrikad morän. P och i viss mån Mn ger ett likartat mönster.

Råvärden är plottade för 60:e, 80:e, 90:e och 99:e percentilerna beräknade på kartbladets provmängd



0 10 km



Schematisk berggrund

▲ Sandsten med porfyr centralt och i väster.
Diabas är vanligt förekommande på kartbladet.
I norr återfinns fjällkedjans bergarter.

▲ Bredvadsporfyr med sandsten centralt. En del graniter i nordost och i sydost.

Fig 7. Relativ fördelning av Al i tungmineralanrikad morän. Na och Sr ger ett likartat mönster.

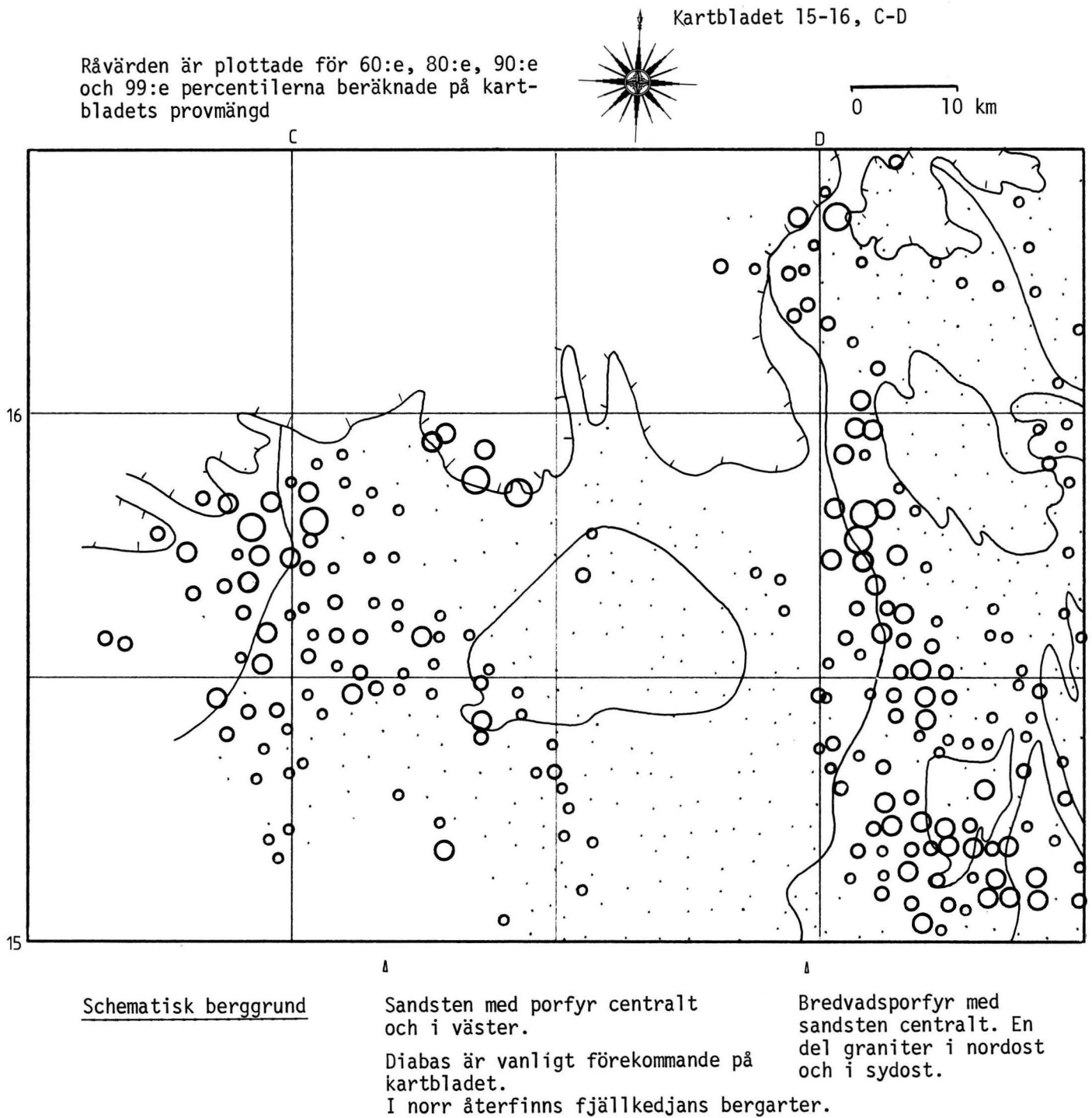


Fig 8. Relativ fördelning av Ba i tungmineralanrikad morän. K, Ti, Nb, Zr, Y, Th, Cu, Mo, As och Pb ger ett likartat mönster.

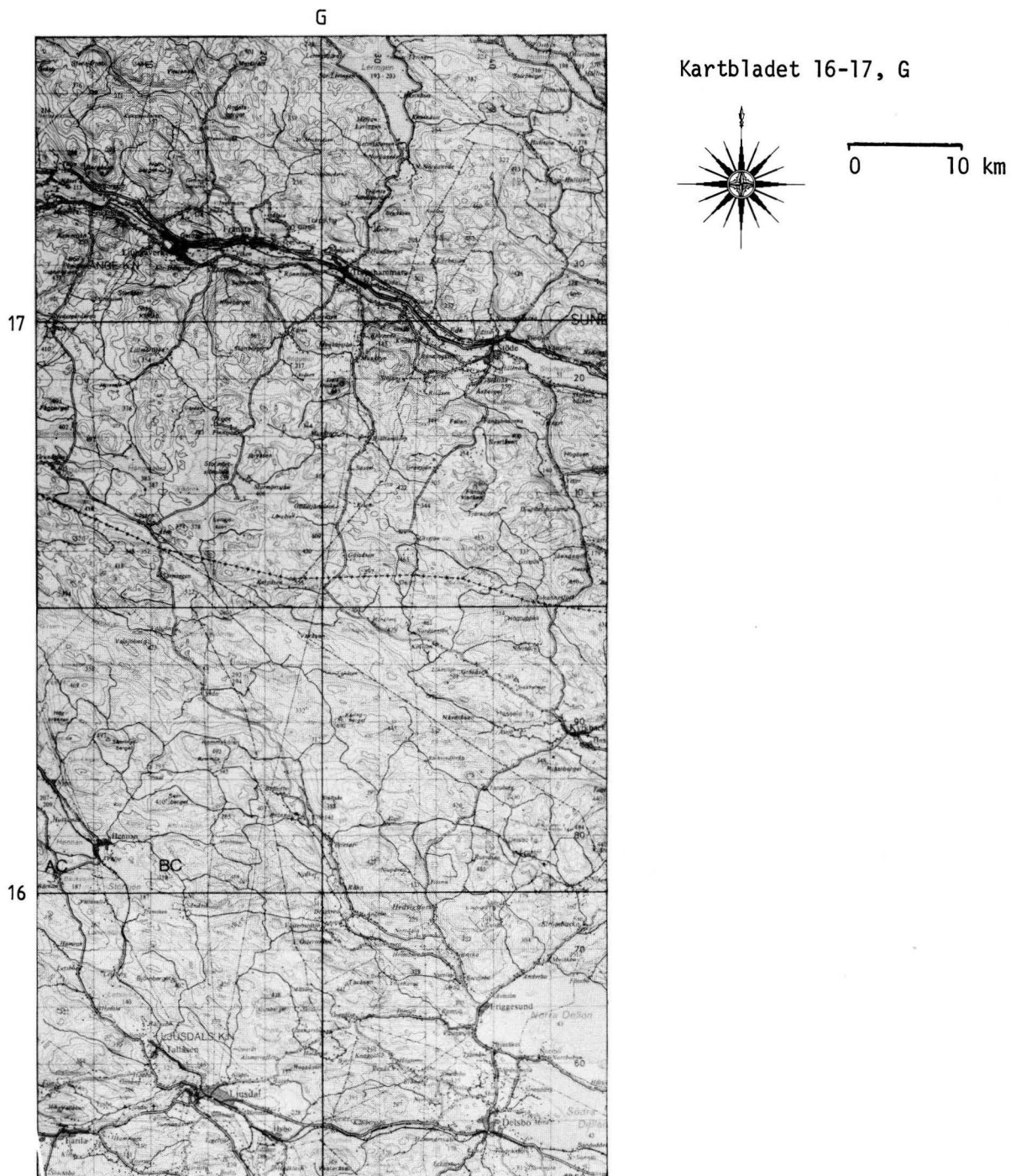
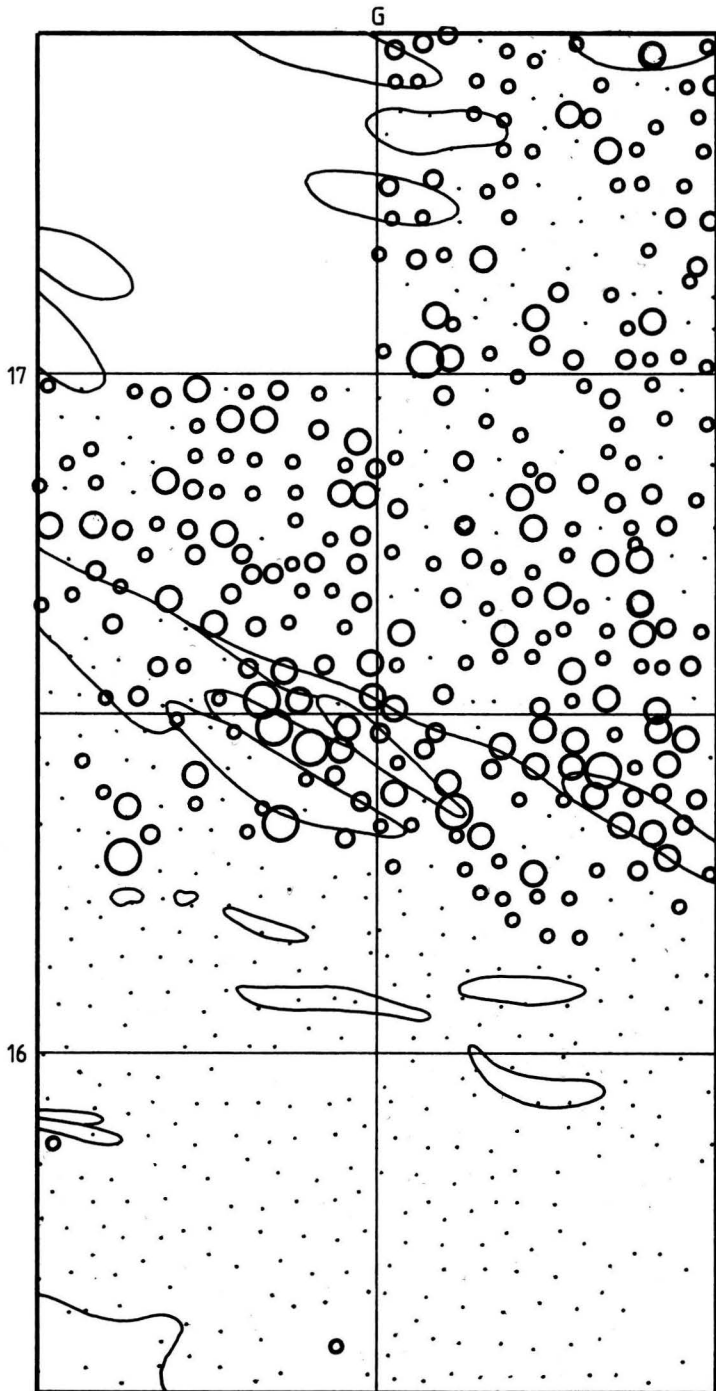


Fig 9. Geografisk karta för orientering av figurerna 10-13. Underlaget är Lantmäteriverkets översiktskarta, planeringsversionen.



Kartbladet 16-17, G



0 10 km

Schematisk berggrund

- ↳ Sedimentgnejs med, underordnat, en del graniter i norr. Diabas är vanligt förekommande.
- ↳ Kvartsit, migmatit och gnejser i zonen mellan de två större bergartsområdena.
- ↳ Gnejsgranit (Ljusdalsgranit) med stråk av sedimentgnejs och smärre förekomster av yngre granit och pegmatit. Längst i sydväst finns en del vulkaniter i Ljusnanzonen.

Råvärden är plottade för 60:e, 80:e, 90:e och 99:e percentilerna beräknade på kartbladets provmängd.

Fig 10. Relativ fördelning av Mg i tungmineralanrikad morän. Cr, Ni, Zn och Mn ger ett likartat mönster.

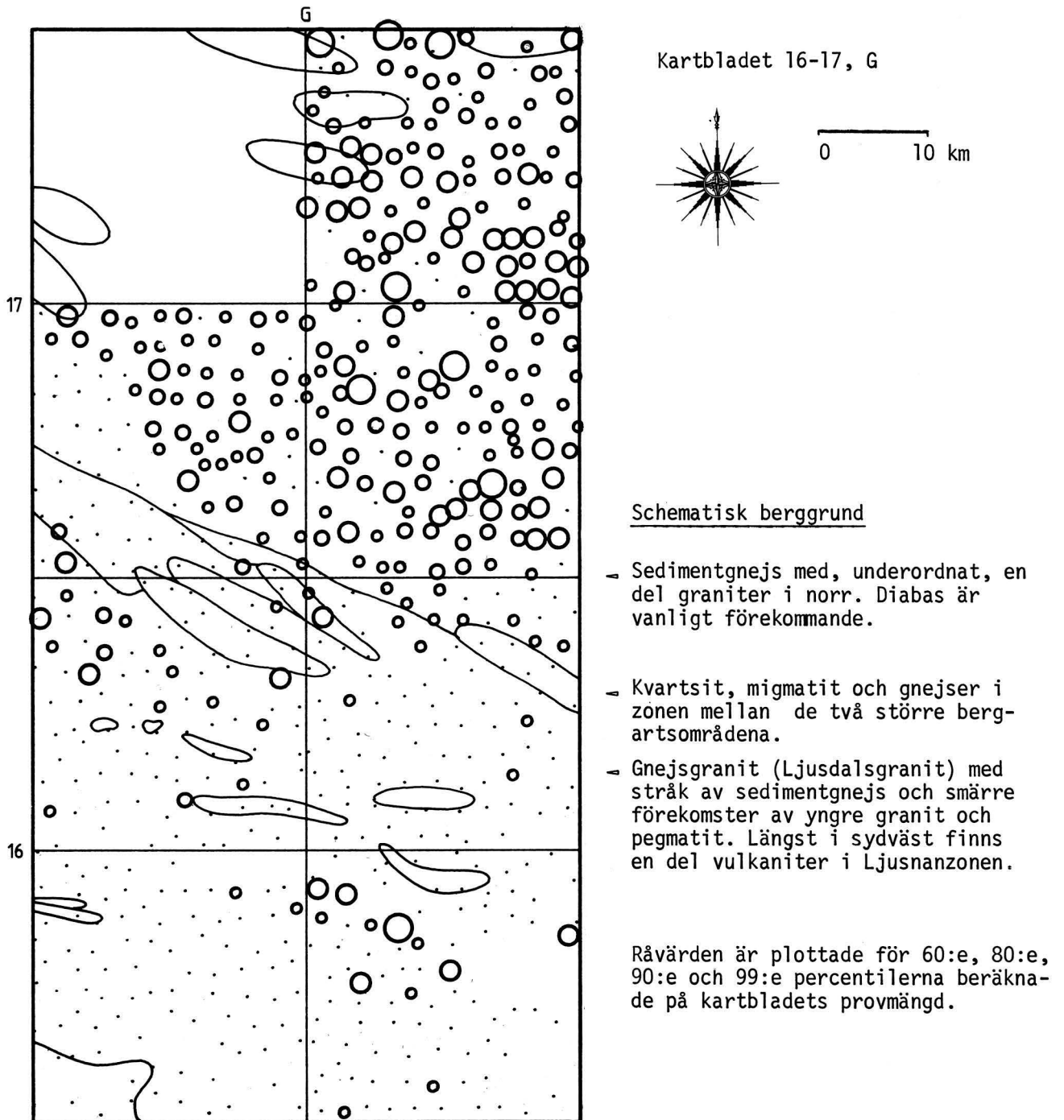
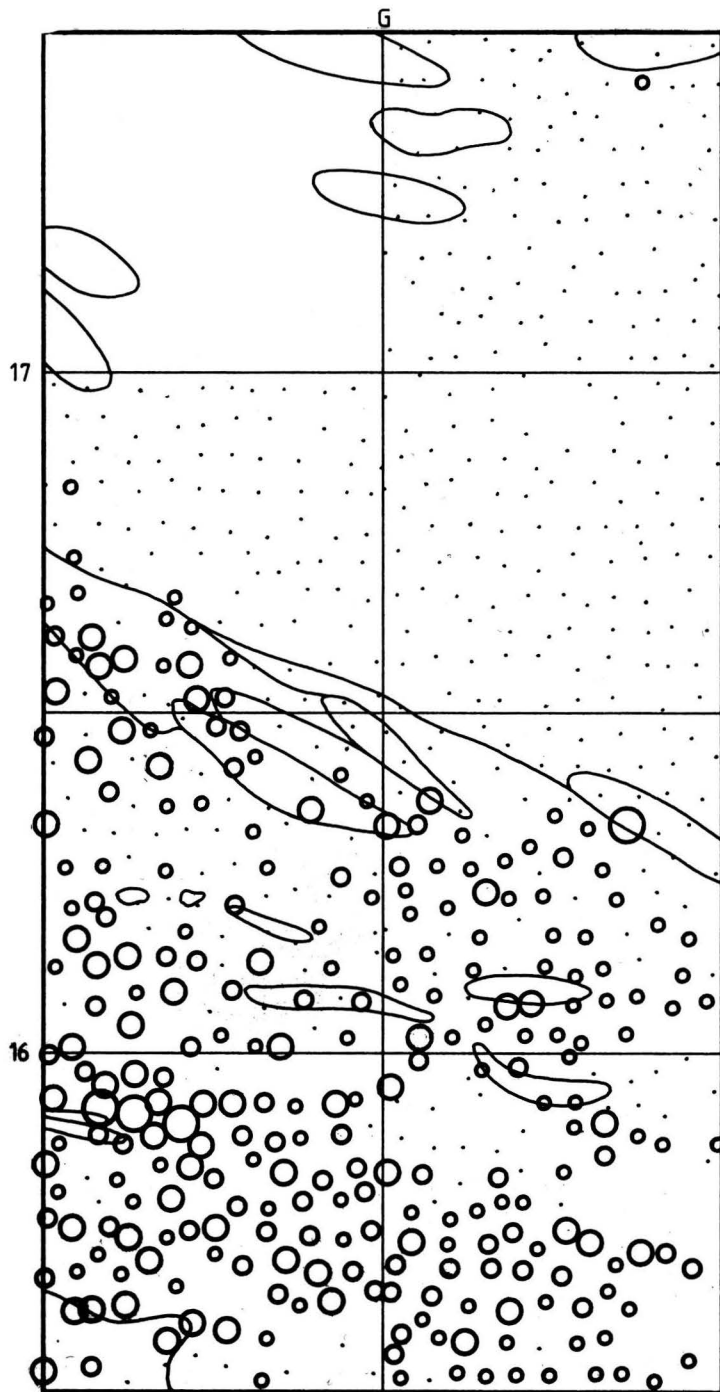


Fig 11. Relativ fördelning av P i tungmineralanrikad morän. Ca och V ger ett likartat mönster.



Kartbladet 16-17, G



0 10 km

Schematisk berggrund

- ↳ Sedimentgnejs med, underordnat, en del graniter i norr. Diabas är vanligt förekommande.
- ↳ Kvartsit, migmatit och gnejser i zonen mellan de två större bergartsområdena.
- ↳ Gnejsgranit (Ljusdalsgranit) med stråk av sedimentgnejs och smärre förekomster av yngre granit och pegmatit. Längst i sydväst finns en del vulkaniter i Ljusnanzonen.

Råvärden är plottade för 60:e, 80:e, 90:e och 99:e percentilerna beräknade på kartbladets provmängd.

Fig 12. Relativ fördelning av Al i tungmineralanrikad morän. Na, K och Sr ger ett likartat mönster.

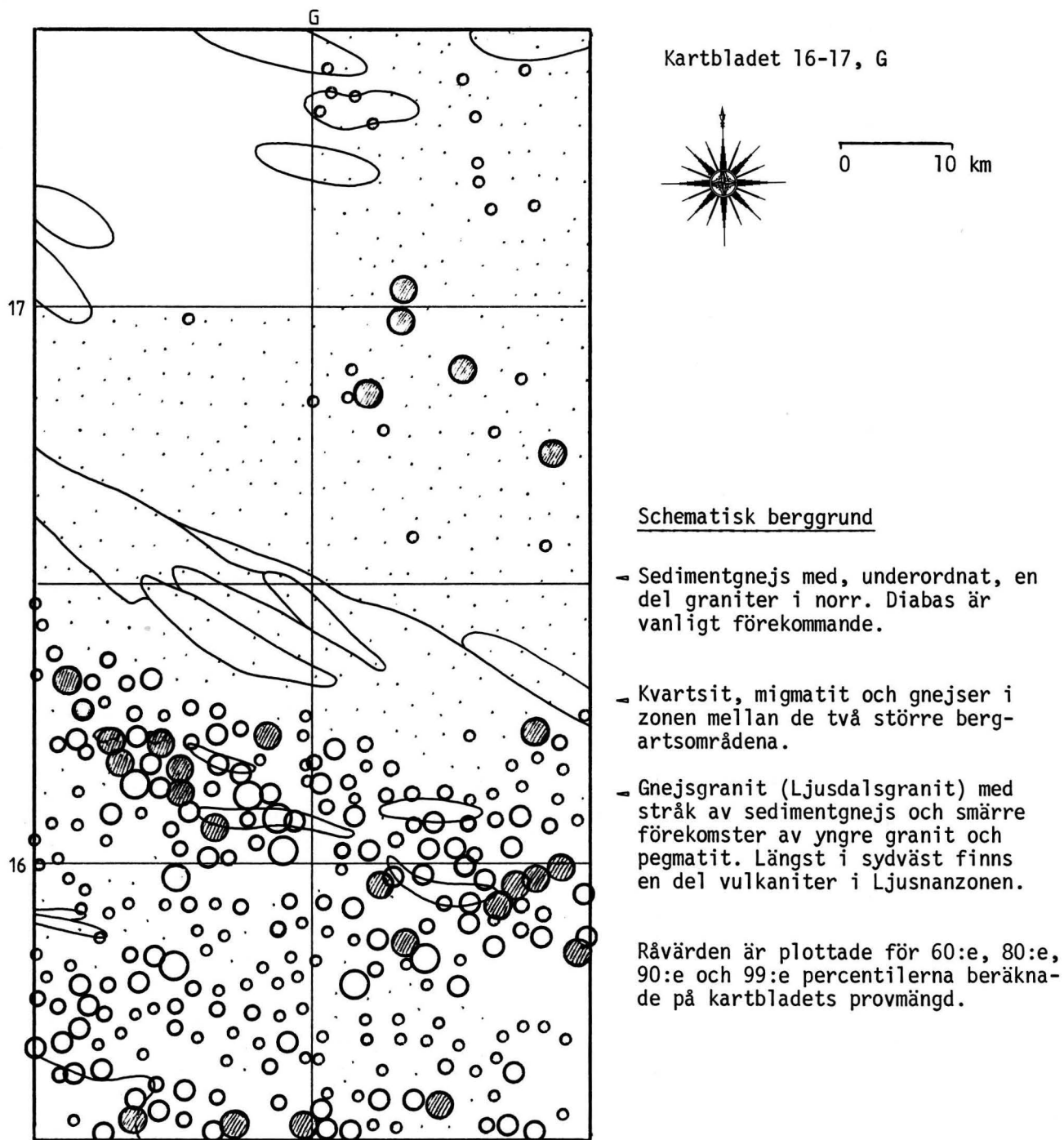
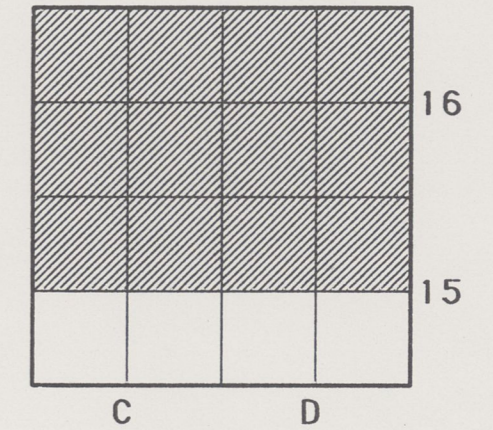
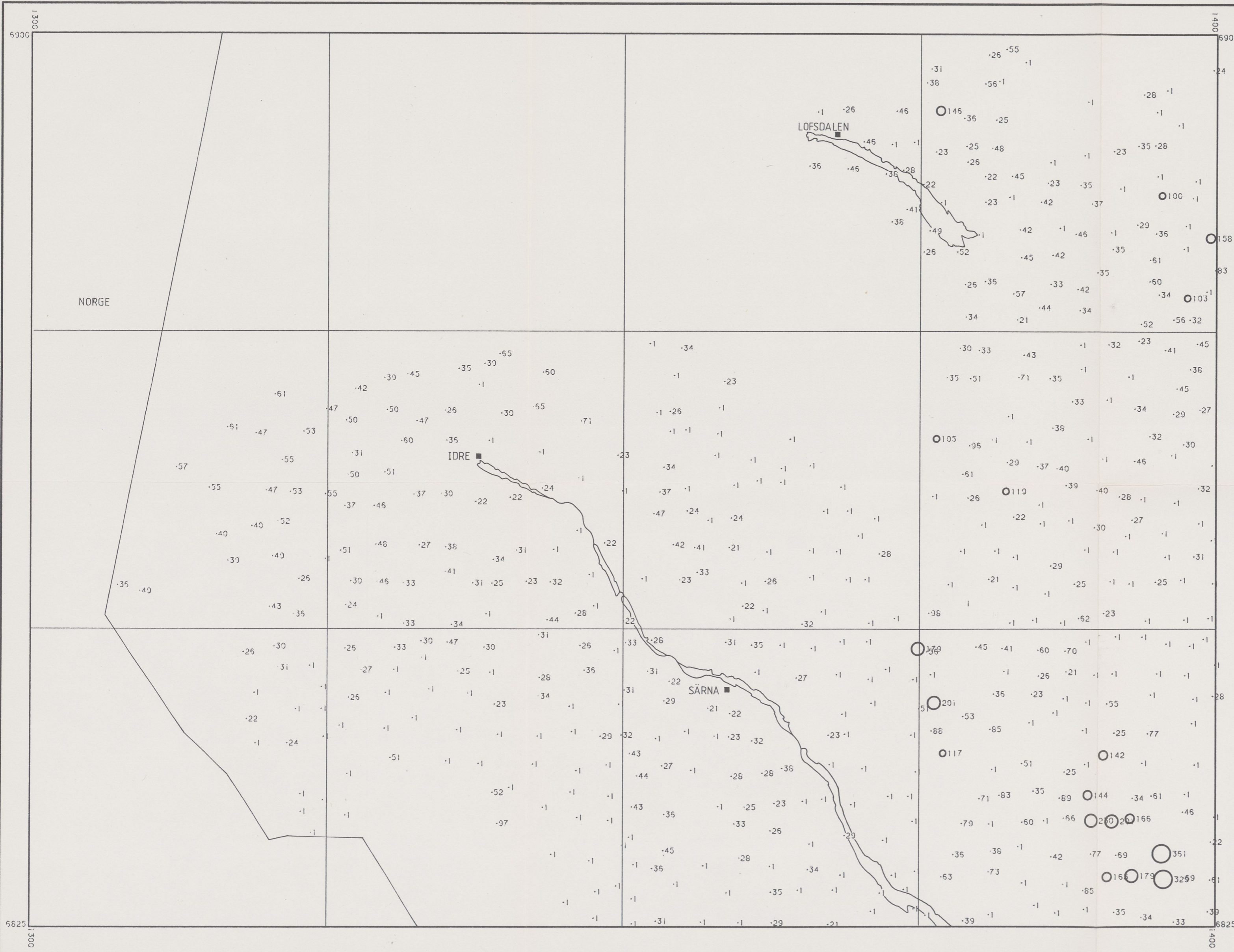


Fig 13. Relativ fördelning av Zr i tungmineralanrikad morän. Nb, Y, Ba, Ti, Cu, As, Mo, Pb samt i mindre grad Sn, Co och Rb ger ett likartat mönster. (Cirklar med raster markerar extremt höga analysvärden för Zr).

Referenser

- Andersson, M., Ohlsson, S-Å., 1984: Geokemisk kartering. SGU rapporter och meddelanden nr 37.
- Lundegårdh, P., 1966: Berggrundskarta över Gävleborgs län i skala 1:200 000. SGU serie Ba nr 22.
- Lundegårdh, P., 1984: Berggrundskarta över Jämtlands län i skala 1:200 000. SGU serie Ca nr 53.
- Hjelmqvist, S., 1966: Berggrundskarta över Kopparbergs län i skala 1:200 000. SGU serie Ca nr 40.



GEOKEMISK KARTA

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN

WOLFRAM (W)

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

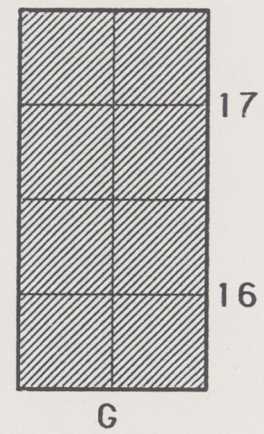
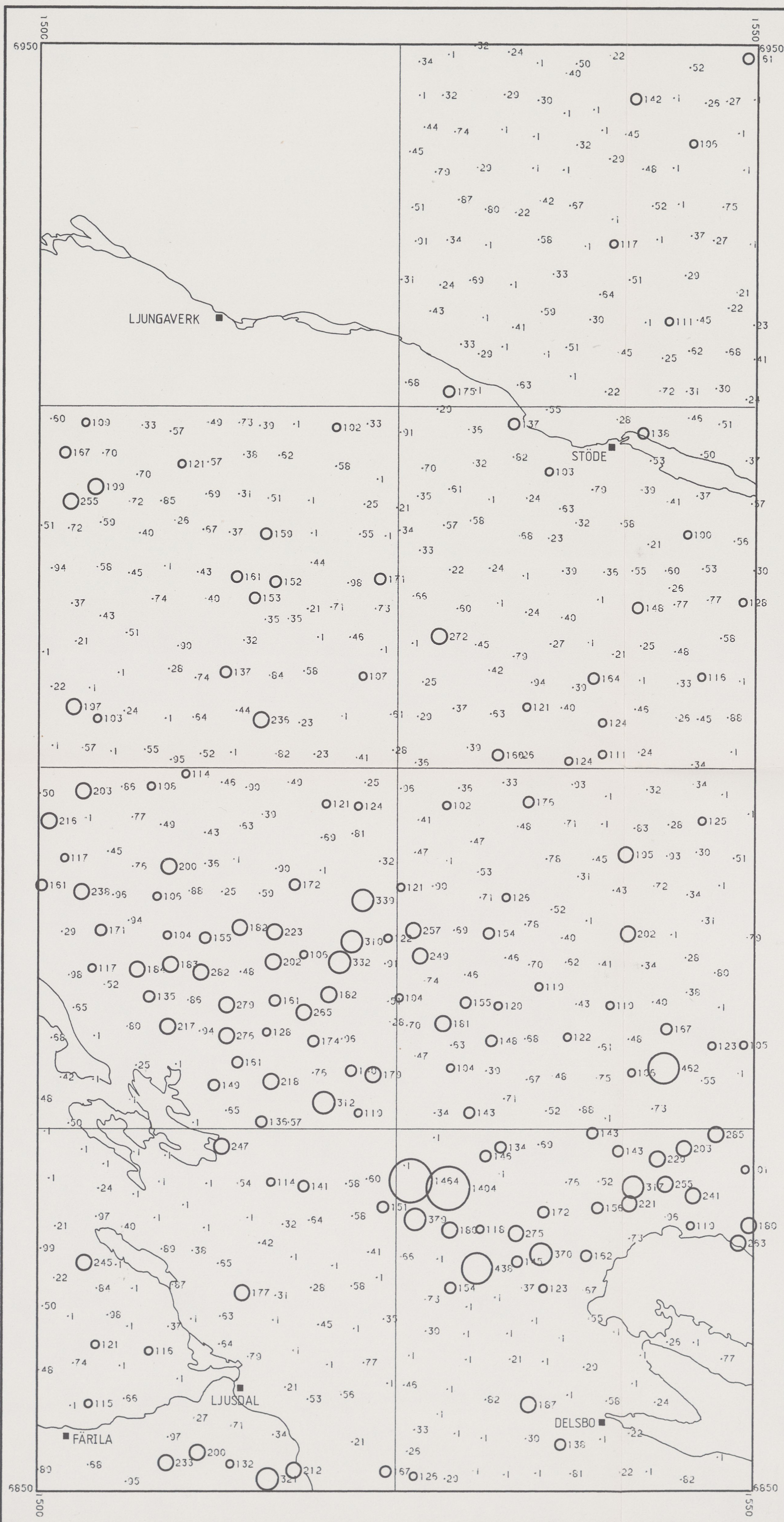
CIRKLARNA REPRESENTERAR RELATIV FÖRDELNING AV OKORRIGERADE RÄVÄRDEN I PPM

SKALA 1:250000

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN	W	15-16.C-D
--------------------------	---	-----------

GEOKEMISKA KARTERINGEN UTFÖRD 1983.
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 RÄKVÄRDEN I PPM

SKALA 1:250000

TUNGMINERALANRIKAD MORÄN	W	16-17.G
--------------------------	---	---------

GEOKEMISKA KARTERINGEN UTFÖRD 1963.
KOMMENTARER TILL KARTAN FINNS I TILLHÖRANDE BESKRIVNING.
TEL. SGU 016-179900

SGU GEOKEMISKA SEKTIONEN

I SGU:s serie Rapporter och meddelanden har tidigare utgivits:

- *1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1–2. 1931.
- *2. **Sahlström, K. E.** Sveriges lodade sjöar. 1945.
- *3. **Ödman, O. H.** Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940–48.
4. **Stålhös, G.** Bidrag till kännedomen om den radioaktiva strålningens fördelning inom den svenska berggrunden. 1959.
5. **Johansson, H. G., och Ericsson, B.** Grusutredningen -74. Översiktlig inventering av sand- och grusförekomster – Försöksverksamhet. 1976.
- *6. **Knutsson, G., m fl.** Grustillgångarna i Östersundsområdet. Del 1 inventering. 1976.
- *7. **Ericsson, B.** Svallgrustillgångar längs Kilsbergen, Örebro län. 1977.
8. **Gustafsson, O., och De Geer, J.** Skånes större grundvattentillgångar. 1977.
9. **Knutsson, G., och Fagerlind, T.** Grundvattentillgångar i Sverige. 1977.
10. **Modig, S., Knutsson, G., Nordberg, L., och Persson, G.** Särtryck ur Ymer 1978 – Bebyggelsen och vattnet. 1978.
11. **Guy-Ohlson, D.** Jurassic biostratigraphy of three borings in NW Scania. (A brief palynological report.) 1978.
12. **Gustafsson, O., Andersson, J.-E., och De Geer, J.** Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. 1979.
13. **Hörnsten, Å.** Sand och övriga jordarter i Öresund. Kommentar till SGU:s maringeologiska karta över Öresund. (Under tryckning.)
- *14. Hydrogeologi vid SGU. Särutgåva av Vannet i Norden. 1979.
15. **Knutsson, G., Lindén, A., och Rudmark, L.** Grus och moräntillgångar i Nybroregionen. 1979.
16. **Wilson, M. R., och Sundin, N. O.** Isotopic age determinations on rocks and minerals from Sweden. 1960–1978.
17. **Karlqvist, L., och Qvarfort, U.** Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand – betonitskikt. 1980.
18. **Karlqvist, L., och Qvarfort, U.** Gruvhanterings inverkan på Bersboområdet, Åtvidabergs kommun. 1980.
19. **Wilson, M. R., och Åkerblom, G.** Uranium enriched granites in Sweden. 1980.
20. **Cato, I., och Engdahl, M.** Beskrivning till temakartor utvisande var särskild uppmärksamhet av stabilitetsförhållanden erfordras inom vissa bebyggda eller detaljplanerade områden med lerjord.
21. **Olsson, T.** Ground-water-level fluctuations as a measure of the effective porosity and ground-water recharge. 1980.
22. **Bergström, J., och Shaikh, N.A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kristianstads län. Projekt i länsplanering 1980. 1980.
23. **Lilja, A.** Störning av berggrundens temperaturförhållanden vid hammarboring. 1981.
24. **Agrell, H.** Gotska Sandöns kvartärgeologi. (Summary: The Quaternary geology of the island of Gotska Sandön in the Baltic.) 1981.
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-grundvatten. 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.
37. **Andersson, M., och Ohlsson, S.-Å.** Geokemisk kartering. 1984.
38. **Lundqvist, Th.** Färg- och teckenschema för SGU:s berggrundskartering. 1984.
39. Lindewald, H. Salt grundvatten i Sverige. 1985.
40. Guy-Ohlson, D., och Malmquist, E. Lower Jurassic biostratigraphy of the Oppgård Bore No. 1, NW Scania, Sweden

*Utgången

Distribution
LIBER DISTRIBUTION
162 89 STOCKHOLM
Telefon 08-739 91 30

Cirkapris 30 kr inkl moms

ISBN 91-7158-337-8
ISSN 0349-2176