

**STRINGERZONER I
BERGSLAGEN**

NSG nr 89046



Rapport och arbeten utförda av

SVERIGES GEOLOGISKA AB

på uppdrag av NSG

SVERIGES GEOLOGISKA AB
Division Prospektering
Uppdragsgivare: NSG
Projekt: PI-stringerzoner i
Bergslagen
Bengt Sjöblom

PROSPEKTERINGSRAPPORT
Datum: 1989-05-10
ID-nr: PRAP 89511
NSG:s ID-nr: 89046
Best nr: 111-F 68/1988
Plats: Bergslagen

STRINGERZONER I BERGSLAGEN

SAMMANFATTNING

Begreppet *stringer* har något oegentligt använts att omfatta de flesta epigenetiska bildningar i Bergslagen. Med stringer avses en tillförselkanal av primär karaktär med sidobergsomvandlingar och metallavsättning i sprickor eller som impregnationer i anslutning till en hydrotermalt bildad massiv sulfidmalm.

Primära mineral- och elementassociationer överpräglas oftast av metamorfa processer, till vilka bl a hör remobilisering av metaller eller segregation av kvarts ± guld. För guld kan remobilisering ses positivt ur anrikningssynpunkt.

Tolkning och förståelse av stringersystemets karaktär försvåras av metamorfa effekter.

Sulfidförekomster inom Valsan-, Grangärde-, Säter- och Ludvika områdena har provtagits och analyserats på Au samt i viss fall även övriga malmelement. Av förekommande mineralassociationer har i första hand sådana med kvarts, Cu och (Cu, Pb, Zn) undersökts.

Förhöjda Au-halter har kunnat påvisas med som bäst 1.7 ppm i en kvarts-granat-kopparkis association från Sätra gruva i Valsanområdet samt 0.9 ppm (93 ppm Ag) i en fluoritförande polymetallisk association från Norrgruvan i Ludvika.

Den sulfid- och delvis grafitförande malmkvartsiten på Rösjöberget (Brunnsvik, Ludvika) har, i betraktelse såsom stringer till de exhalativa sulfid- och järnmalmerna vid Brunnsvik och Digervåla, systematiskt provtagits och analyserats.

17 individuella eller sammansatta prov visar som bäst 0.05 ppm Au. Ag-halten för samtliga prov understiger detektionsgränsen 2 ppm. Av basmetallerna dominerar Cu medan Zn och Pb (Ag) inte motsvarar förhållandena vid Brunnsviks gruvor. Åtminstone den kemiska signaturen får här anses ogynnsam.

Intresse har riktats mot ytterligare en grafitförekomst med bl a muskovitomvandlat sidoberg samt övertvårande shearzoner och skölar. Grafit- och Fe-sulfid av gångnatur i äldre, delvis förgnejsade metasediment av gråvacketyper har vid Halvarsenbenning (Norberg) provtagits och analyserats. Mycket låga Au-halter har kunnat påvisas. Dock noteras 0.05 ppm Pt.

En test av analys- och provtagningsmetodik genom duplikat- och replikatförfarande av äldre provmaterial har i kombination med systematisk omprovtagning av förekommande mineralassociationer genomförts i Riddarhyttfältet.

Resultatet visar god reproducerbarhet och korrelation av duplikat och replikat.

I ett kopparkisrikt replikat från Persgruvan noteras 32.8 ppm Au i jämförelse med duplikatens 6.0 resp 13.5 ppm. Detta, liksom en låg Au-halt vid omprovtagning av motsvarande material, visar på nödvändigheten av tillräcklig provkvantitet (antal prov samt volym).

Som slutsats av ideoprojektet "stringerzoner" kan sägas att som områdesvals metod bör denna typ av projekt integreras som en del av andra regionala urvalskriterier för guld.

Nyckelord: Stringer, guld, epigenetisk, Bergslagen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	INLEDNING	4
2.	MÅLSÄTTNING	4
3.	METODIK OCH UTFÖRANDE	4
3.1	OMRÅDESVAL	4
3.2	PROVTAGNING - ANALYSERING	5
4.	RESULTAT	5
4.1	SKYTTGRUVAN, Faluområdet	6
4.2	SÄTRA ELLER VARGBERGSGRUVAN, Valsanområdet	6
4.3	GRANGÄRDEOMRÅDET (Lindbastmora gr. Fagerledstjärn, Stofallsberget)	7
4.3	RÖSJÖBERGET (BRUNNSVIK), Ludvikaområdet	9
4.4	NORRGRUVAN, Ludvikaområdet	12
4.5	BRODDGRUVEFÄLTET, Säterområdet	13
4.6	HALVARSBENNING-ST. ALTEN, Norbergsområdet	14
4.7	RIDDARHYTTEFÄLTET	15
5.	DISKUSSION	21
6.	UTVÄRDERING, BEDÖMNING	25
7.	LITTERATUR	27

BILAGOR:

- 1 Brunnsvik, Provtagningskarta med geologi. 1:10 000
- 2 Halvarsbening, Geologisk karta. 1:50 000
- 3 Riddarhyttan, Provtagningskarta. 1:50 000

1. INLEDNING

Föreliggande rapport redovisar resultat och erfarenheter från projektet PI-stringerzoner i Bergslagen på beställning av Nämnden för Statens Gruvegendom. Rapporten avser insatser enligt beställning 111-F 68/1988.

2. MÅLSÄTTNING

Att genom provtagningar i fält påvisa stringerzoners guldpotential samt i dessa klarlägga gynnsamma mineralogiska, kemiska och strukturella signaturer.

3. METODIK OCH UTFÖRANDE

3.1 OMRÅDESVAL

Områdesvalet har grundats på följande punkter:

- Olika typer av epigenetiska sulfidförekomster, såsom impregnation eller nätverk.
- Sulfiderade (skarn)järnmalmer.
- Kända och beskrivna omvandlingsbergarter. I första hand glimmeromvandlingar, cordierit-granat kvartsiter samt sekundärskarn.
- Hänsyn till bassängstrukturer med möjlig exhalativ sulfidmalmsbildning.

Gruvor eller gruvfält som på detta sätt valts ut är i Faluområdet Näverbergs-Skyttgruvan, i Valsanområdet Sätra (Vargbergs-) gruvan, i Grangärdeområdet Fagerledsgruvan, Storfallsberget och Lindbastmora gruva och i Säterområdet Broddgruvefältet. Utmåls- och inmutningsläget samt tidigare beskrivningar i den sk utmålsrapporten (PRAP 85536) har medfört endast vissa begränsade provtagningsinsatser. I Ludvika har Brunnsviksfältet behandlats mer systematiskt.

Undersökningen har kompletterats med grafitförande sulfidsystem i Norbergområdet (Halvarsbenning). En kontroll av analys- och provtagningsförfarande har genomförts med material från Riddarhyttfältet.

3.2 PROVTAGNING - ANALYSERING

Provtagning har uteslutande skett i varp eller fast klyft i skärpningar från ovan nämnda förekomster. I möjligaste mån har provmaterialet valts att omfatta förekommande typiska mineralassociationer med bla kvarts, Cu-Pb-Zn-sulfider, Fe-oxid, antofyllit-cordierit samt skarnmineral.

Proverna har efter krossning och malning upplösts med HF/HClO₄ och analysmetod för malmöversikt (G1) har varit ICP. Guld har analyserats enligt "fire assay" metoden (G5). Analysprogrammet G1 omfattar tyvärr inte haltbestämning av bla elementen S, Bi och Te.

För att klargöra möjligt gulds mineralogiska uppträdande har vanliga och polerade tunnslip mikroskoperats.

4. RESULTAT

Resultatet av studien får ses som negativt, främst på grund av att guldets haltnivå inte uppfyllt ställda förväntningar enligt målsättningen för undersökningen. Av sannolikt samma anledning har synligt guld inte i något fall kunnat påvisas genom mikroskopering av ett 30-tal vanliga och polerade tunnslip.

En test av analys- och provtagningsmetodik genom duplikat- och replikatförfarande i kombination med omprovtagning har utfallit väl. Analyserat material från Persgruvan i Riddarhyttfältet har i detta sammanhang givit halterna 6.0, 13.5, 32.8 och 0.4 ppm Au.

Resultatet från de olika potentiella Au-förekomsterna redovisas var för sig i kapitel 4.1-4.8 med en sammanfattande bedömning i kapitel 6.

Genom litteraturstudier under sammanställning och utvärdering av projektet har framkommit flera betydelsefulla frågor rörande vilka olika guldmalmsbildande kriterier man kan förvänta i Bergslagen. Några sådana frågor tas upp i kapitel 5.

4.1 SKYTTGRUVAN, Faluområdet

Förhållandena i Näverbergs- och Skyttgruvan har tidigare redovisats i den sk Utmålsrapporten (PRAP 85536). I Skyttgruvan utgörs malmtypen av kopparhårdmalm (stringer) samt skarnig kalksten med zink och bly. Förutom något guld har relativt höga silverhalter påvisats.

Mineralparagenesen i omvandlingsbergarterna omfattas bla av cordierit och muskovit. Gedrit är sannolikt lokaliserat till djupare stratigrafiska lägen (Näverbergsgruvan). Det har inte utretts huruvida befintligt guld tidsmässigt kan relateras till ovan paragenes inklusive sulfider eller om senare omflyttning under retrograda förhållanden skett.

En analys från Skyttgruvans varp redovisas i tabell 1.

4.2 SÄTRA ELLER VARGBERGSGRUVAN, Valsanområdet

Sätra- (Vargbergs-) gruvan i Valsanområdet är en utmålsbelagd kopparfyndighet vilken tidigare behandlats i Utmålsrapporten (PRAP 85536).

Det cirka 400 m långa NNV-liga malmstråket uppvisar trenne malmtyper:

- 1) Cu-förande kiselsyrerik almandingnejs
- 2) Pb, Zn-förande skarnig kalksten
- 3) Pb och Zn som impregnation i biotitskiktad kvartsrik tuffit

Sidoberget utgörs av cordierit-antofyllit förande granat-biotit gnejs.

Kopparmineraliseringen är lokaliserad till en kvartsrik gnejs med ovan nämnda mineralparagenes. Mineraliseringen kan betraktas som trolig stringer med strimmor av gångkvarts med dissemination eller klumpar av kopparkis. Granat och biotit uppträder rikligt.

Zink och bly förekommer i skarnig kalksten samt i biotitskiktad kvartsrik tuffit. Sulfiderna är anordnade parallellt med bergartsstrukturen.

Mineraliseringstypen antyder en havsbottenavsättning, möjligen associerad till en underliggande stringerzon.

Guld har tidigare påvisats (0.1-0.7 ppm) i såväl "stringer" (kopparkis, pyrit, granat, biotit) som tuffit (Pb, Zn) och synes bäst positivt korrelerad med järn och svavel. Under 1988 har tre prov med kopparkis, kvarts och granat

analyserats. Resultatet redovisas i tabell 1. Synligt guld har inte observerats genom miskropering av ett prov (PISC 88015).

Förekomstens läge i en högmetamorf gnejsmiljö, där tex guldrelaterade sidobergsomvandlingar sannolikt genomgått metamorf överprägling, medger ingen entydig primär karaktäristik av stringersystemet. I allmänhet förekommer granat och guld tillsammans främst i skarn, även om ett fåtal guldförekomster, i högmetamorf terräng, associerade med granat och tex andalusit finns beskrivna. Under förutsättning att ej kända yngre retrograda processer verkat får närvaron av biotit i paragenesen anses utgöra en negativ faktor för en positiv bedömning av guldpotentialen.

TABELL 1 Provtagning, VALSAN - FALUOMRÅDET

G1: ICP, malmöversikt
G5: Au, Ag, Pt, Pd (fire assay)

GDA.NR.	KBL	XKORD	YKORD	Analys	Läge
PISC 88015	13F 5e	6725350	1474050	G5	Sätra gr. Valsan
PISC 88016	13F 5e	6725350	1474050	G5	Sätra gr. Valsan
PISC 88017	13F 5e	6725350	1474050	G5	Sätra gr. Valsan
PISC 88019	13F 4h	6720250	1485300	G5	Skyttgr. Falun

	Anm.
PISC 88015	Kopparkis, Kvarts, granat
PISC 88016	Kopparkis, (kvarts), granat, biotit
PISC 88017	Kopparkis, granat
PISC 88019	Cu-hårdmalm

GDA.NR.	ppm Au	ppm Ag	ppm Pt	ppm Pd
PISC 88015	1.67	23	<0.04	<0.03
PISC 88016	0.03	14	<0.04	<0.03
PISC 88017	0.2	39	<0.04	<0.03
PISC 88019	0.84	417	<0.04	<0.03

4.3 GRANGÄRDEOMRÅDET (Lindbastmora gr. Fagerledstjärn, Stofallsberget)

Den komplexa sulfidförekomsten vid Lindbastmora utgör exempel på hur sekundärskarn med åtföljande sulfider ersatt tidigare skarn. Malmen, som mest består av zinkblände och blyglans, är delvis utbildad som kulmalm med bitar av

amfibol och kvarts. Även kopparkis, pyrit och magnetkis förekommer och det har konstaterats att kopparkisen och blyglansen utgör yngsta mobiliserade fas i form av tunna vener som klipper kvarts.

Det sulfidförande skarnet består av amfibol, diopsid och granat med en hel del kvarts. I hållar några hundra m norr om gruvan ses bäst hur ett tidigare grönartat skarn utifrån ett oregelbundet sprickmönster ersatts av i detta fall sulfidfritt ljusare diopsidskarn.

Storfallsberget utgör ytterligare exempel på sulfidförande skarn i Grangärdeområdet. Malmen består här av impregnation av zinkblände, svavelkis samt något kopparkis. Rika klumpar av zinkblände kan förekomma. Skarnet, som uppträder i en miljö av leptitgnejs, kalksten och gnejsgranit, består av hornblände, ljusgrön pyroxen och granat. Flusspat har observerats.

Förhållandena vid Fagerleds koppargruva uppfyller, genom riklig kvartsgenomdränkning, bättre kraven på ett stringersystem. I anslutning till gångkvartsränder uppträder här koppar- och svavelkis, flusspat samt spår av molybdenhlans. Malmen är lokaliserad till en kvartsig leptitgnejs och liksom vid Storfallsberget delvis omsluten av gnejsgranit.

Fåtalet analyser från undersökta förekomster i Grangärdeområdet (se tabellerna 2 och 7b) tillåter ingen säker bedömning av områdets guldpotential. Au-halterna får dock anses låga och motsvarar nivån för flertalet sulfidförande system i Bergslagen.

TABELL 2 Provtagning, GRANGÄRDEOMRÅDET

G1: ICP, malmöversikt
G5: Au, Ag, Pt, Pd (fire assay)

GDA.NR.	KBL	XKORD	YKORD	Analys	Läge
PISC 88001	12F 8b			G5,G1	Lindbastmora gr.
PISC 88002	12F 8b			G5	Lindbastmora gr.
PISC 88129	12F 7c	6685950	1461850	G5	Fagerledstjärn
PISC 88130	12F 7c	6685050	1461500	G5	Storfallsberget

Anm.

PISC 88001	Mk, Kk, Bg, Zinkblände (ej kompaktform)
PISC 88002	Kk +/- Bg i Kvarts
PISC 88129	Kk, Kvarts
PISC 88130	Kk i grönskarn

Mk=Magnetkis, Kk=Kopparkis, Bg=Blyglans

GDA.NR.	ppm Au	ppm Ag	ppm Pt	ppm Pd
PISC 88001	0.1	40	<0.04	<0.03
PISC 88002	0.04	6	<0.04	<0.03
PISC 88129	0.32	8	<0.04	<0.03
PISC 88130	0.03	<2	<0.04	<0.03

4.3 RÖSJÖBERGET (BRUNNSVIK), Ludvikaområdet

Guld är sedan gammalt känt från bla Malsjöbergs- och Ickorrbottenfälten i Ludvikaområdet. I det förra fallet är guldet associerat med vismut i pyroxenskarn. I det senare förekommer bla scheelit och fluorit i malm och sidoberg.

Brunnsviksfältet bildar ett västligare beläget nord-sydligt sulfidstråk känt från Bolidens tidigare arbeten (Brunnsviks silvergruva) och från de tidigare bearbetade Digervåla koppargruvor. Insatser, bla borrhningar, i NSG s regi har på senare år bedrivits i fältet (PRAP 84539, 85500).

Förutom sulfidgruvorna uppträder ett antal järnmalmer i skarn av pyroxen, granat, amfibol samt med scheelit i kvarts. Järnmalmera är ofta sulfiderade. En geologisk översikt med provtagningspunkter presenteras i bilaga 1. Den berggrundsgeologiska informationen har i huvudsak hämtats från ovan rapporter.

Strukturellt sett bildar den lagerformade bergartssekvensen ett antiklinalveckat nord-sydligt stråk, i vilket det stratigrafiska schemat kan sammanfattas enligt:

- Yngre gångintrusioner, bla diabas (yngst)
- Serorogen granit och pegmatit
- Primorogen granit
- Karbonatsten och metatuffit med sulfid- och järnmalm
- Metatuffiter
- "Malmkvartsit" med grafit och epigenetiska sulfider (äldst)

Tuffiterna är eller har varit karbonatförande. Det är den underst belägna och uppvecklade malmkvartsiten som i detta sammanhang betraktats som "stringerzon"

till övre liggande exhalativa sulfidavsättningar (Brunnsviks silvergruvor). Inom området, vilket på kartbilagan markerats som malmkvartsit är bergarterna så starkt omvandlade att ursprunget i flera fall varit omöjligt att fastställa. Ett vulkanogent grundtema får dock anses gälla.

Karaktäristiskt för omvandlingsbergarterna är den grå - vita färgen och ett strösockerartat gry samt ställvis rikligt uppträdande grafit. Fälthakttagelser och analysresultat styrker tidigare uppfattning om att lakningsprocesser varit verksamma. Huruvida kiseltsyra tillförts eller om bergarternas ibland kvartsitiska utbildning är resultat av nedbrytning av tidiga silikater och karbonater är inte helt utrett. Mg, Ca och K har bortförts, vilket resulterat i en kvarts-albitbergart som ofta är grafitpigmenterad. En sådan "lakning" kan ha medverkat till de exhalativa sulfidavsättningarna i ovanliggande karbonatsten.

På Rösjöberget har ett större antal sulfidskärpningar upptagits. Under antagande om att lakning skett, så måste förekomsten av dessa epigenetiska, ofta Fe-sulfider förklaras genom att yngre hydrotermala system verkat. En, gentemot Brunnsviks silvergruva, avvikande basmetall- (inkl. Ag) sammansättning styrker en sådan hypotes.

I anslutning till dessa magnet- och svavelkis- (+/- kopparkis) mineraliseringar har observerats något sericit samt i något fall småmaskigt nätverk av biotit.

Provtagning har skett i varp och omfattat prov med sulfider, grafit eller skarn. Inalles har 17 individuella eller sammansatta prov analyserats med avseende på guld. 5 prov har kompletterats med malmöversikt.

Analysresultatet av de knappt detekterbara guldhalterna redovisas i tabell 3. Övriga element återfinns i tabell 7a.

TABELL 3

Provtagning, LUDVIKAOMRÅDET
G1: ICP, malmöversikt
G5: Au, Ag, Pt, Pd (fire assay)
(=NNN): Samplingsanalys

GDA.NR.	KBL	XKORD	YKORD	Analys	Läge
PISC 88100	12F 5C	6676980	1463490	G5	Rösjöberget
PISC 88101	12F 5C	6677140	1463610	G5,G1	Rösjöberget
PISC 88103	12F 5C	6677820	1463920	G5,G1	Rösjöberget
PISC 88104	12F 5C	6677620	1463840	(=103)	Rösjöberget
PISC 88105	12F 5C	6678050	1463850	G5	Rösjöberget

GDA.NR.	KBL	XKORD	YKORD	Analys	Läge
PISC 88106	12F 5C	6677570	1463580	G5	Rösjöberget
PISC 88107	12F 5C	6676800	1463510	G5	Rösjöberget
PISC 88108	12F 5C	6676790	1463610	G5	Rösjöberget
PISC 88109	12F 5C	6676410	1463590	G5	Rösjöberget
PISC 88110	12F 5C	6676050	1463340	G5	Rösjöberget
PISC 88111	12F 5C	6676270	1463370	(=110)	Rösjöberget
PISC 88112	12F 5C	6676400	1463470	G5	Rösjöberget
PISC 88113	12F 5C	6676550	1463420	(=114)	Rösjöberget
PISC 88114	12F 5C	6676560	1463390	G5,G1	Rösjöberget
PISC 88115	12F 5C	6677630	1463720	G5	Rösjöberget
PISC 88116	12F 5C	6677400	1463720	G5	Rösjöberget
PISC 88117	12F 5C	6677440	1463650	(=118)	Rösjöberget
PISC 88118	12F 5C	6677390	1463650	G5	Rösjöberget
PISC 88119	12F 5C	6677290	1463620	G5	Rösjöberget
PISC 88120	12F 5C	6675490	1463620	G5	Rösjöberget
PISC 88121	12F 5C	6675230	1463690		Rösjöberget
PISC 88122	12F 5C	6675100	1463700	(=124)	Rösjöberget
PISC 88123	12F 4C	6674990	1463740	(=124)	Rösjöberget
PISC 88124	12F 4C	6674910	1463770	G5,G1	Rösjöberget
PISC 88126	12F 5D	6679100	1469200	G5,G1	Norrgr.
PISC 88127	12F 5D	6679100	1469200	G5	Norrgr.
PISC 88128	12F 5D	6679100	1469200	(=127)	Norrgr.

Anm.

PISC 88100	Kvarts i grönskarn. Ng. Py, Mk
PISC 88101	"strösocker"granulär sur metavulk. m. Mk
PISC 88103	Kvarts, finkorn. grafit
PISC 88104	Finkorn grafit i gråvit omvandl.bga
PISC 88105	Grafit i vit omvandl. bga
PISC 88106	Amfibolit (skarn) m. Kk
PISC 88107	"strösocker"granulär sur metavulk. m. Mk, Kk, Py
PISC 88108	Amfibolit
PISC 88109	Mk-Py impregn. Ng. Kk i granulär sur metavulk.
PISC 88110	skiktad "strösocker"granulär sur metavulk. m. Mk
PISC 88111	Ljust gråvit omvandl. bga m. ng. kis
PISC 88112	Kritvit finkorn. omvandl. bga. m. grafitaggregat
PISC 88113	Kvartsig bga. m. Mk
PISC 88114	Mk-slior i "strösocker"-granulär sur metavulk.
PISC 88115	Kvarts m. amfbl.
PISC 88116	Grå finkorn. sur metavulk. genomsatt av biotitnät.
PISC 88117	Svartgrönt skarn m. Mk-impregn.
PISC 88118	Gråsvart skarn? m. Kk-impregn.
PISC 88119	Kvarts, Kk i granulär sur bergart
PISC 88120	"strösocker"granulär sur metavulk. m. Mk, Kk
PISC 88121	Glimmergnejs . ng. Kk och Mk
PISC 88122	Mk, Kvarts
PISC 88123	Kvartsitomvandl. m. fink. Kk och Mk
PISC 88124	Kvarts m. Kk, Mk och Py
PISC 88126	Gråvit, fk. K-leptit. Py, Kk, Fluorit
PISC 88127	Kvarts, Blyglans
PISC 88128	Kvarts, Ng. Kk och Azurit
	Mk=Magnetkis, Kk=Kopparkis, Py=Pyrit

GDA.NR.	ppm Au	ppm Ag	ppm Pt	ppm Pd
PISC 88100	0.02	<2	<0.04	<0.03
PISC 88101	0.03	<2	<0.04	<0.03
PISC 88103	0.04	<2	<0.04	<0.03
PISC 88105	<0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88106	0.05	<2	<0.04	<0.03
PISC 88107	<0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88108	<0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88109	0.02	<2	<0.04	<0.03
PISC 88110	<0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88112	<0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88114	0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88115	<0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88116	<0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88118	0.03	<2	<0.04	<0.03
PISC 88119	0.02	<2	<0.04	<0.03
PISC 88120	0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88124	0.03	<2	<0.04	<0.03
PISC 88126	0.9	93	<0.04	<0.03
PISC 88128	0.06	41	<0.04	<0.03

En försiktig bedömning blir att, trots Rösjöbergets epigenetiska sulfider, någon förväntad stringersituation inte anses föreligga. De låga guldhalterna visar att guld inte funnits tillgängligt under ett sannolikt senare hydrotermalt verkande system.

4.4 NORRGRUVAN, Ludvikaområdet

Norrgruvans varp har besökts i rekognoserande syfte, varvid 3 prov togs. Förekomsten är polymetallisk med bla silverhaltig blyglans. Sedan tidigare är känt kopparkis med förhöjda guldhalter. Fyndigheten är knuten till granat-amfibol skarn i en delvis kvartsitomvandlad K-leptit miljö. Analysresultaten återfinns i tabellerna 3 och 7a.

Det bör påpekas att Mo, W och fluorit synes väl frekvent i dessa trakter. Detta förhållande antyder att granitrelaterade (serorogena?) system möjligen verkat.

4.5 BRODDGRUVEFÄLTET, Säterområdet

Varpen vid Broddtorpet (Nisshyttan) har bortförts och av den sparsamma återstoden noteras svartmalm, grönskarn med något epidot, karbonat, granat samt möjligen wollastonit. Kvartsdruser med bergbeck förekommer. Järnmalmien är ställvis randad och t o m kvartsränder har iakttagits. Sidoberget utgörs av grå-gråvit sur-intermediär gnejsgranit samt grå till rödlätt leptit.

Sulfider syns sparsamt (koppar-, magnet- och svavelkis). Kopparkisen uppträder i skölartade partier (biotit) eller som mm-tunna sprickfyllnader i järnmalmen. Magnetkis uppträder oregelbundet i smärre klumpar.

Under rekognosering i Nisshyttetrakten konstaterades att tidiga graniter bryter upp småkornig amfibolitisk grönsten. Sura intrusiv uppträder gångformat i två generationer, av vilka en grövre och något ögonförande utgör den senare fasen. Inga tecken på malmrelaterade omvandlingar eller mineraliseringar har kunnat påvisas.

De nedslående analysresultaten från Broddgruvefältet redovisas i tabellerna 4 och 7b. Bedömningen av guldpotentialen blir något osäker då äldre uppgifter om guld och kopparkisrika partier föreligger.

TABELL 4 Provtagning, SÄTEROMRÅDET

G1: ICP, malmöversikt
G5: Au, Ag, Pt, Pd (fire assay)

GDA.NR.	KBL	XKORD	YKORD	Analys	Läge
PISC 88011	12F 6i	6684050	1493930	G5	Broddgr.
PISC 88012	12F 6i	6684050	1493930	G5, G1	Broddgr.
PISC 88013	12F 6i	6684050	1493930	G5	Broddgr.
PISC 88014	12F 7j	6685150	1495350	G5	NO om Embjörnssjön

Anm.

PISC 88011	Magnetit, ngt. Kopparkis
PISC 88012	Sparsamt m. sulfid
PISC 88013	Sulfider (bla Kopparkis) samt biotit
PISC 88014	Skarn ngt. Pyrit

GDA.NR.	ppm Au	ppm Ag	ppm Pt	ppm Pd
PISC 88011	0.06	<2	<0.04	<0.03
PISC 88012	0.08	<.5	<0.04	<0.03
PISC 88013	0.04	2	<0.04	<0.03
PISC 88014	<0.01	<2	<0.04	<0.03

4.6 HALVARSBENNING-ST. ALTEN, Norbergsområdet

Förutom vid Rösjöberget (Brunnsvik) uppträder grafit i samband med omvandlingar även i trakten av Halvarsenbenning (Norberg). Intresset har riktats mot denna förekomst pga den äldre beskrivningen (Tegengren, 1924) av en till urgraniterna associerad epigenetisk bildning.

Grafit- och Fe-sulfid av gångnatur uppträder från N. Gilttjärn i ett 6.5 km långt nordostligt stråk i en miljö av biotit-, biotit-muskovit förande urgranit och delvis förgnejsade metasediment av gråvacketyp. En geologisk översikt återges i bilaga 2. Förutom grafit består mineraliseringen av samtidigt bildad pyrit, magnetkis samt något kopparkis. Av silikater dominerar muskovit, antofyllit, kvarts samt rester av fältspat. Vid St. Alten har observerats turmalin. Omvandling av det granitiska sidoberget kan beskrivas som greisenbildning (muskovitisering).

Vid N. Gilttjärn har en öst-västlig mineraliserad sköl eller starkt förskiffrad zon provtagits. Skölens riktning avviker från den regionala tektoniska trenden. Analysresultaten från Halvarsenbenning redovisas i tabellerna 5 och 7b.

TABELL 5 Provtagning, NORBERGSOMRÅDET

		G1:		ICP, malmöversikt		
		G5:		Au, Ag, Pt, Pd (fire assay)		
GDA.NR.	KBL	XKORD	YKORD	Analys	Läge	
PISC 88050	12F 2J	6664000	1496900	G5	N.Gilttjärnen	
PISC 88051	12F 2J	6664980	1498350	G5,G1	St. Alten	
PISC 88052	12F 2J	6664980	1498350	G5	St. Alten	
Anm.						
PISC 88050	Grafit samt ngt. Mk					
PISC 88051	Grafitskiffer m. ngt Mk samt turmalin-nålar					
PISC 88052	Gnejs m. kvarts, grafit och ngt. Kk					
Mk=Magnetkis, Kk=Kopparkis						

GDA.NR.	ppm Au	ppm Ag	ppm Pt	ppm Pd
PISC 88050	0.01	<2	<0.04	<0.03
PISC 88051	0.02	<2	0.05	<0.03
PISC 88052	0.02	<2	<0.04	<0.03

Associationen grafit - Fe-sulfid - guld är en inte ovanlig förekomst världen över. Vid Halvarsbänning får detta ses som ett positivt drag. Omvandlingstypen (greisen) är dock ovanlig i anslutning till guldförekomster och trots grafitens epigenetiska natur finns inga eller endast svaga argument för att en stringersituation skall råda.

4.7 RIDDARHYTTEFÄLTET

Guld är sedan tidigare känt från Riddarhyttefältet och har bl.a. behandlats i rapporterna PRAP 86541 och PRAP 87018. Material från ett flertal sulfiderade järnmalmer har utvalts för en test av analystillförlitlighet och provtagningsmetodik. Prov från 1986 har omanalyserats (duplikat). För jämförelse har chips av återstående referensmaterial i kombination med omprovtagning (se bilaga 3) av likartade mineralassociationer analyserats.

Resultatet av jämförelsen kan utläsas i tabell 9. En kompletterande malmöversikt återges i tabell 8.

Av kolumn 1a och 1b framgår att duplikatanalyserna visar mycket god överensstämmelse med primäranalyserna. Replikatanalyserna (kolumn 1c) visar något större spridning men med godtagbar nivå. Spridningen kan förklaras genom guldets heterogena uppträdande i provmaterialet (nuggeteffekt) och det kan därför inte anses statistiskt belagt att 1988-års provtagning (kolumn 2) skulle uppvisa lägre haltnivå.

Guld har påträffats i tvenne olika mineraliseringstyper inom Riddarhyttefältet (PRAP 86541). I sulfiderad järnmalm av Källfallstyp, associerat med Mg-rika silikatmineral (antofyllit, talk, klorit, biotit och cordierit) samt sulfider såsom kopparkis, molybdenglans och pyrit. Kopparkisrika prov från Källfalls- och Persgruvan har visat de högsta guldhalterna med som bäst 32.8 ppm. Vid Nya

Bastnäs har gediget guld påvisats i malm av cerit-typ med elementassociationen Cu, Co, Bi, Au och REE.

Genom mikroskopering (Hålenius, PRAP 87017) har klargjorts att gediget guld dels uppträder tillsammans med Bi-mineral och kopparkis samt magnetkis i retrograda avblandningstexturer i sulfidrika prov, dels som sena mobiliserat i läkta, ibland karbonatrika, mikrosprickor i kompetenta Fe-oxider och/eller silikatmineral.

Huruvida sulfiderna är stringerrelaterade eller ej får fn vara osagt. Förekomsterna är dock av epigenetisk natur. Flera tidsmässigt skilda hydrotermala system har varit verksamma, varvid de yngre systemen avsatt kiser. Det faktum att gediget guld uppträder sent och remobiliserat ökar förutsättningarna för att området är guldpotentialt.

REE utgör en elementassociation med alkalin affinitet. Guld, associerat med sådana element anses som sällsynt (eller mindre känt). En bastnäsitförekomst i närheten av guldförande sulfider har beskrivits från Mountain Pass, Kalifornien (Olson, 1954). Den geologiska miljön är här av riftkaraktär med till sådan relaterade bergarter såsom syeniter, shoshonit och "karbonatit". Dessutom uppträder barium rikligt. Detta är av intresse vid jämförelse med förhållandena i Riddarhyttefältet i betraktande av Riddarhytte - Vikerstråket som möjlig riftmiljö. Djupgående tektoniska strukturer kan då ha medverkat till introduktion av guld.

TABELL 6 Provtagning, RIDDARHYTTEFÄLTET

G1: ICP, malmöversikt
G5: Au, Ag, Pt, Pd (fire assay)

GDA.NR.	KBL	Analys	Läge
PISC 88020	11F 7i	G5	Svavelberget
PISC 88021	11F 6g	G5	Källfallet
PISC 88022	11F 6g	G5	Källfallet
PISC 88023	11F 6g	G5	Källfallet
PISC 88024	11F 6g	G5	Källfallet
PISC 88025	11F 6g	G5, G1	Källfallet
PISC 88026	11F 6g	G5	Källfallet
PISC 88027	11F 7h	G5	Gla. Bastnäs
PISC 88028	11F 7h	G5, G1	Gla. Bastnäs
PISC 88029	11F 7h	G5, G1	Gla. Bastnäs
PISC 88030	11F 7h	G5, G1	Nya Bastnäs
PISC 88031	11F 7h	G5, G1	Nya Bastnäs

GDA.NR.	KBL	Analys	Läge
PISC 88032	11F 7h	G5,G1	Nya Bastnäs
PISC 88033	11F 7h	G5,G1	Persgr.
PISC 88034	11F 7h	G5,G1	Lerklockan
PISC 88043	11F 7h	G5	Lerklockan
PISC 88036	11F 7h	G5	Sjögruvan
PISC 88037	11F 7h	G5,G1	Sjögruvan

	Anm.
PISC 88020	Mk, Py, (Kk, Af, Cordierit)
PISC 88021	Py
PISC 88022	Kk, magnetit
PISC 88023	Kk
PISC 88024	Kk (granulär)
PISC 88025	Kk, MoS2
PISC 88026	Kk, Af, Skarn
PISC 88027	Mk
PISC 88028	Py, magnetit
PISC 88029	MoS2, Af, biotit
PISC 88030	Cu, REE
PISC 88031	Ortit, (asbest)
PISC 88032	Kk, Af, Ortit
PISC 88033	Kk, magnetit, biotit
PISC 88034	Kk, ngt magnetit
PISC 88043	Kl, Af, MoS2 på sprickplan
PISC 88036	Fe-malm med rikl. Kk. Ngt. Af
PISC 88037	Af-fels m. MoS2 på sprickplan

Af=Antofyllit, Kl=Klorit
Mk=Magnetkis, Kk=Kopparkis, Py=pyrit
REE=Sällsynta jordartsmetaller

GDA.NR.	ppm Au	ppm Ag	ppm Pt	ppm Pd
PISC 88020	0.05	5	<0.04	<0.03
PISC 88021	0.82	<2	<0.04	<0.03
PISC 88022	1.34	<2	<0.04	<0.03
PISC 88023	4.93	21	<0.04	<0.03
PISC 88024	1.81	8	<0.04	<0.03
PISC 88025	0.03	<2	<0.04	<0.03
PISC 88026	1	<2	<0.04	<0.03
PISC 88027	0.28	<2	<0.04	<0.03
PISC 88028	0.55	6	<0.04	<0.03
PISC 88029	0.73	5	<0.04	<0.03
PISC 88030	0.27	<2	<0.04	<0.03
PISC 88031	0.11	<2	<0.04	<0.03
PISC 88032	1.43	6	<0.04	<0.03
PISC 88033	0.41	<2	<0.04	<0.03
PISC 88034	1.57	10	<0.04	<0.03
PISC 88043	0.11	<2	<0.04	<0.03
PISC 88036	0.1	<2	<0.04	<0.03
PISC 88037	0.09	<2	<0.04	<0.03

TABELL 7a ICP-analyser, Brunnsvik (Ludvika)

GDA.NR ^t	88101	88103	88109	88114	88124	88126
TiO ₂	0.104	0.164	0.088	0.107	0.092	0.052
Al ₂ O ₃	9.05	9.2	4.32	9.36	4.68	9.85
Fe ₂ O ₃	9.98	5.55	32.3	15.3	48.9	4.77
MnO	0.06	0.033	0.038	0.06	0.057	0.016
MgO	0.473	0.028	0.614	1.7	1.55	0.118
CaO	0.976	0.424	0.476	3.86	0.414	3.49
K ₂ O	0.191	1.05	0.189	0.515	0.573	10.5
Na ₂ O	3.72	4.13	1.61	3.49	1.22	0.227
P ₂ O ₅	0.036	0.033	0.102	0.064	0.104	0.054

Ba	22	81	35	30	57	501
Be	<0.04	1.8	<0.04	0.52	<0.04	<0.04
Co	11	33	44	235	115	7.4
Cr	4.5	4.3	4.8	6.1	1.5	3
Cu	471	187	1386	1468	2733	13988
La	46	15	5.8	53	15	39
Li	4.2	0.74	5.3	5.8	7.8	1.6
Mo	2	5	<0.4	37	82	695
Ni	2.5	3.2	6.4	6.2	11	<2.0
Pb	29	49	30	24	39	2533
Rb	102	38	<30	63	<30	227
Sc	2.2	<0.06	4.1	2.8	7.6	0.31
Sn	4.6	3.6	<2.0	9.5	<2.0	5.8
Sb	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	12
Sr	25	23	20	48	12	8.8
V	4.7	1.4	9.1	17	14	1.6
Y	9.9	4.2	6	56	36	21
Zn	110	48	110	41	175	17028
Zr	137	118	53	114	55	93
U	47	<20	53	40	170	22
Th	12	7.5	5.6	14	6	12
W	<2.0	5.7	<2.0	18	<2.0	47
As	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	181
Au	0.03	0.04	0.02	0.01	0.03	0.9
Ag	<2	<2	<2	<2	<2	93
Pt	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Pd	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

PISC 88101 Rösjöberget
 88103 Rösjöberget
 88109 Rösjöberget
 88114 Rösjöberget
 88124 Rösjöberget
 88126 Norrgruvan

TABELL 7b ICP-analyser, övriga

88001	88010	88012	88051
0.015	0.058	0.043	0.316
4.84	9.4	3.98	9.05
25.1	15.3	52.1	5.94
0.093	0.19	0.11	0.022
1.13	6.21	6.6	0.977
1.73	0.029	0.524	0.511
3.62	0.158	0.947	3.45
0.255	0.397	0.241	0.69
0.29	0.079	0.108	0.229

116	19	70	434
5.4	<0.04	<0.04	<0.04
146	6.5	457	4.8
1.9	5	8.7	89
30321	13903	16340	232
6.8	<0.70	51	20
10	7.8	3.1	22
<0.4	<0.4	149	124
57	3	23	85
54609	98	19	23
124	215	<30	75
<0.06	<0.06	<0.06	7.4
36	4.7	3.6	4.7
36	<7.0	<7.0	<7.0
16	2.9	11	53
3.6	6.4	15	476
16	30	18	19
48994	227287	430	339
17	194	49	83
<20	<20	<20	62
<5.0	17	<5.0	12
149	706	<2.0	<2.0
9.7	10	12	<2.0
0.1	0.24	0.08	0.02
40	11	<0.5	<2
<0.04	<0.04	<0.04	0.05
<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

88001 Lindbastmora gr.
 88010 Örnviken, Grythyttan
 88012 Broddgruvan, Säter
 88051 St. Alten, Norberg

TABELL 8 ICP-analyser, Riddarhyttan

GDA.NR	88025	88028	88029	88030	88031	88032	88033	88034	88037
vikt%									
TiO ₂	0.037	0.013	0.036	0.116	0.035	0.064	0.091	<0.010	0.123
Al ₂ O ₃	2.76	1.22	7.94	9.15	5.11	5.17	11.9	0.402	8.24
Fe ₂ O ₃	66.9	56.8	9.34	16.5	13.9	14.5	38.5	48	35.1
MnO	0.012	0.092	0.045	0.162	0.307	0.156	0.206	<0.010	0.06
MgO	6.69	5.98	8.11	6.51	7.94	11.1	4.92	1.18	10.6
CaO	0.181	2.05	0.11	5.75	7.57	7.25	1.05	0.02	0.206
K ₂ O	0.013	0.046	4.72	0.011	<0.010	0.869	5.9	<0.010	0.501
Na ₂ O	0.051	0.035	0.128	0.031	0.043	0.169	0.825	0.011	0.094
P ₂ O ₅	0.106	0.099	0.418	0.14	0.14	0.108	0.089	0.09	0.093
ppm									
Ba	3.7	<0.10	283	<0.10	<0.10	139	477	3.6	7.2
Be	<0.04	<0.04	<0.04	29	206	23	<0.04	<0.04	<0.04
Co	2	21	180	620	527	1388	564	3741	195
Cr	4.3	13	4.4	65	61	24	4.5	4.1	9.5
Cu	133	21302	719	7616	154	54298	27592	208239	18012
La	764	8465	75	47448	51615	15867	125	350	153
Li	1	4.1	14	16	4.5	6.4	70	1	2.3
Mo	6142	165	173289	390	668	306	89	214	4395
Ni	<2.0	2.9	3.2	18	18	16	3.8	16	<2.0
Pb	56	38	<5.0	153	184	36	<5.0	<5.0	<5.0
Rb	<30	<30	161	<30	<30	87	<30	64	88
Sc	0.52	10	1	91	94	36	0.59	3.5	0.79
Sn	<2.0	10	<2.0	57	64	18	<2.0	19	<2.0
Sb	<7.0	29	<7.0	281	272	124	<7.0	54	<7.0
Sr	2.3	3.7	4.3	36	13	15	13	0.75	2.1
V	25	17	28	57	43	32	8.1	7.5	11
Y	79	180	18	2159	2084	924	40	28	30
Zn	37	120	37	47	18	215	126	796	85
Zr	18	19	73	103	21	106	204	6.4	107
U	<20	<20	149	<20	<20	<20	<20	<20	90
Th	<5.0	44	15	346	470	73	16	<5.0	<5.0
W	3.2	<2.0	44	<2.0	7.5	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
As	6.8	9.5	<2.0	<2.0	<2.0	13	3.9	4.4	<2.0
Au	0.03	0.55	0.73	0.27	0.11	1.43	0.41	1.57	0.09
Ag	<2	6	5	<2	<2	6	<2	10	<2
Pt	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Pd	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

PISC 88025 Källfallsgruvan
 88028 Gamla Bastnäs
 88029 Gamla Bastnäs
 88030 Gamla Bastnäs
 88031 Nya Bastnäs
 88032 Nya Bastnäs
 88033 Persgruvan
 88034 Lerklockan
 88037 Sjögruvan

TABELL 9

Duplikat-replikatanalyser, Riddarhyttfältet

20

1a	Analys 1986 (BBAC)	Kk	Kopparkis
1b	Duplikat 1989	Mk	Magnetkis
1c	Replikat 1989	Py	Pyrit
2	Omprovtagning 1988 (PISC)	Af	Antofyllit
		bi	Biotit
		REE	Sällsynta jordartsmeta

BBAC 86	1a	1b	Au ppm 1c	2	PISC 88	Anm.

V. Margitgr. (513)	4.9	3.45	0.21		-	
Stålklockan (507)	9	8.69	7.84		-	REE
(508)	0.1	0.81			-	REE
(509)	7.4	6.26	4.29		-	REE
(510)	6	6.14	1.09		-	REE
Lerklockan (522)	4.5	2.96	4.75			
-				1.57	(034)	Kk, magnetit
-				0.11	(043)	
Svavelberget -				0.05	(507)	Mk, Py
Persgruvan (521)	6	13.5	32.8			
-				0.41	(033)	Kk. magnetit, bi
Sjögruvan (519)	0.1				-	
-				0.1	(036)	Kk, magnetit, Af
-				0.09	(037)	Af, MoS2
Källfallsgr. (515)	26.4	0.02			-	
-				0.82	(021)	Py
-				1.34	(022)	Kk, magnetit
-				4.93	(023)	Kk
-				1.81	(024)	Kk (granulär)
-				0.03	(025)	Kk, MoS2
-				1	(026)	Kk, Af, skarn
Gla. Bastnäs (512)	1.3	1.4	1.09		-	REE
(520)	2.3	2.31	8.08		-	REE?
-				0.28	(027)	Mk, REE
-				0.55	(028)	Py, magnetit
-				0.73	(029)	Af, bi, MoS2
Nya Bastnäs -				0.27	(030)	REE
-				0.11	(031)	REE
-				1.43	(032)	Kk, Af, REE

5. DISKUSSION

De flesta epigenetiska sulfidbildningarna i Bergslagen har något oegentligt kommit att klassificerats som stringersystem. Svårigheten i klassificering av sulfid- och guldförekomster uppstår ofta då faktiska observationer sammanblandas med olika tolkningar. Klassifikation bör därför alltid grundas på deskriptiva kriterier.

Med stringer menas en tillförselkanal med sidobergsomvandling och metallavsättning, i sprickor eller som impregnation, i anslutning till en hydrotermalt bildad massiv sulfidmalm.

Malmbildning, ± massiva basmetaller, sker i sådana fall enligt en exhalativ hydrotermal hypotes. Denna hypotes innebär en djupt belägen prograd amfibolitfacies metamorfos samtidigt med vulkanism på ytan. Metallavsättning sker synvulkaniskt i en havsbottenmiljö. I allmänhet uppnås endast låga koncentrationer av guld under synvulkaniska stadiet. Anrikning eller mobilisering sker senare under prograd metamorfa episoder. Guld som avsatts i gångar och sprickor, och som är yngre än deformationen ses som remobiliserade epigenetiska bildningar, överpräglade primärstringern. Dvs syn- post deformerade mineraliseringar inom en synvulkanisk förekomst är resultatet av en lokalt remobiliserad syngenetisk malm.

Guldavsättning är inte enbart ett geometriskt problem. Senare, ofta växelverkande metamorfa, mineraliserande och tektoniska processer anger även betydelsen av tidsfaktorn som kriterium. Genom den komplexa, och ofta episodiska utvecklingen av en ekonomisk guldförekomst nödgas man ofta tillgripa bla magmatiskt hydrotermala och metamorfa malmbildningshypoteser (Polygenetisk modell).

"Source rocks"

En förutsättning för guldavsättning är att guld funnits tillgängligt i berggrunden. De mest klassiska guldförande litologierna utgörs av ultramafiska och tholeiitiska-komatitiska vulkaniter, argillitiska metasediment (tex gråvackor) samt albitrika sura-intermediära intrusiv, tex porfyrstockar inom batolitkomplex. Den senare typen synes mest sannolik i större delen av Bergslagen.

Guld frigörs under storskalig hydrotermal verksamhet eller ur magma under kristallisation eller ur magmas reaktion med sidoberg (tex grönsten eller gråvacka). Tonalit- och Trondhjemitmagmor synes speciellt gynnsama. Dessa bildas ur partiellt uppsmälta delar av undre jordskorpan. SiO_2 -omättad, alkalisk magma bildas genom uppsmältning av mantelperidotit i en CO_2 -rik miljö, vilket ses som positivt kriterium ur guldsynpunkt. Genom granulitisering av undre jordskorpan kan guld, liksom K, Rb, Li och B, frigöras.

Drivkällor, transport och avsättning

Såsom drivkällor till hydrotermala system anses i första hand värmeförsörjning genom intrusioner eller ökat värmefflöde genom mantelkonvektion-amfibolitfacies metamorfos. Guld transporteras snarare komplexbundet i lösningar i permeabla strukturer, än genom diffusion i berggrunden. Intrusiven kan utgöra källa för mineraliserande lösningar (magma-kristallisation). Alternativt kan metamorft (amfibolitfacies) bildade lösningar finnas tillgängliga.

Avsättningsläget utgör ett problem. Deposition kan ske från havsbotten nivå ned till flera km:s djup. De mest gynnsamma lägena utgör dilatanta zoner, relaterade till shearsystem samt oxidrika miljöer (fälla för guld). Även syngenetiskt bildade sulfider kan tjäna som kemiska fällor för senare introducerat guld.

Grunda nivåer visas genom öppna sprickor i epitermala förekomster (amorft kisel samt "chert" vid temp. $<300^\circ\text{C}$). Djupare nivåer visas genom överlappning i tid och rum mellan malmavsättning och tektoniska strukturer i övergångszonen mellan spröd och plastisk deformation, vid cirka 15 km:s djup.

Orsaken till avsättning står ofta att finna i strukturkontroll, i tryck- samt temperaturförändringar i permeabla delar av tillförselszoner samt i de mineraliserande lösningarnas kemi.

Omvandlingar

De sura bergartsleden dominerar i Bergslagen. Intermediära och basiska, liksom argillitiska sedimentära bergarter uppträder något underordnat. Den geologiska miljön skiljer sig från de klassiska guldförande guldförande grönstensbältena.

Bergslagen präglas av en regional, ofta besvärande hög metamorfosgrad. Och man frågar sig vilka malmrelaterade omvandlingstyper som är att förvänta samt

förutsättningarna att identifiera sådana.

Det är därför av vikt att ha följande punkter i åtanke:

- Att metamorf överprägling kan råda
- Att omvandlingarnas mineralparagenes ofta varierar med regional metamorfos
- Att sekundär metamorfos kan bilda samma diagnostiska mineral, som är av betydelse för själva malmrelaterade "primär"-omvandlingen
- Att olika bergarter är olika omvandlingskänsliga
- Att olika bergarter kan uppvisa gemensam omvandlingstyp, vilket medför en maskering av ursprungsbergarten

I graniter, ryolitiska kvarts-fältspatporfyrrer samt deras metamorfa ekvivalenter, såsom granitgjeser och glimmerskiffar etc. är *sericitisering* den vanligast förekommande omvandlingstypen. Genom hydrering av fältspat bildas sericit, varvid kiselsyra frigörs för att avsättas som kvarts i omvandlingszonen eller i öppna dilatanta system. Kemiskt tillförs H_2O samt till viss del CO_2 och S samtidigt som andra element som tex Na och Ca omfördelas eller bortförs.

Silicifiering innebär en introduktion av kiselsyra, vilken resulterar i bildning av sekundär kvarts, jaspis, kalcedon, chert och opal i epigenetiska avsättningar. De senare formerna av SiO_2 är liksom mineral, bildade genom argillitisering omöjliga att identifiera i Bergslagen pga senare metamorfism. *Fältspatisering* (ofta albit) är måttligt vanlig i sura bergarter.

Intermediära och basiska bergarter uppvisar många olika omvandlingstyper, ofta zonalt fördelade med sericitisering, karbonatisering och pyritisering närmast mineraliseringen. Distalt uppträder kloritisering, svag karbonatisering och pyritisering. *Karbonatisering* innebär hydrotermal omvandling, vilken resulterat i bildning av sekundära karbonater i framför allt intermediära-basiska, Mg-rika bergarter. Under processen tillförs CO_2 . Särskilt Mg-rika bergarter ger upphov till dolomit. I Fe-rikare bergarter bildas ankerit. Under ankeriteringen sker, förutom tillförsel av CO_2 , även omfördelning av Ca, Fe, Mg och Mn under nedbrytning av amfibol, pyroxen och fältspat, varvid kiselsyra frigörs. Kvartsgångar med eller utan guld bildas.

Karbonatisering, som är den mest karaktäristiska omvandlingstypen för arkäiska guldförekomster i grönstensbälten är inte vanlig bland vulkanogena massiva

sulfidavsättningar. Man bör inte ha alltför stora förhoppningar om denna omvandlingstyp i Bergslagen.

Amfibolitisering innebär omvandling på djupare nivåer (hög temp.). Rekristallisation och mineralnybildning sker av bla silikaterna amfibol, pyroxen, ± albit, biotit, turmalin, granat, andalusit och cordierit. Magnetit, magnetkis och pyrit utgör vanligt förekommande malmineral. Processen kan i vissa fall resultera i guldavsättning, i form av gångar med kvarts-guld, eller associerad med sulfidimpregnationer i intermediära-basiska bergarter eller i förgnejsade sediment (övergång till skarn).

Argillitiska metasediment är i mindre grad omvandlingsbenägna, med undantag för förskarning (högtemperatur förekomster). Turmalinisering är vanlig där man finner guld-kvarts ådror i skiffrar.

Karbonatsten drabbas av *förskarning* eller silicifiering, ibland med svagt utvecklad turmalinisering, kloritisering, serpentinisering eller bildning av talk. Silikater med Ca, Mg, Fe och Mn bildas tillsammans med kvarts och magnetit genom introduction av kiseltsyra. Guldförekomster i skarn karaktäriseras av sulfider, oxider samt ibland av scheelit och grafit. Ekonomiska mineral uppträder i allmänhet senare än förskarningen.

Silicifiering är karaktäristiskt för liggväggsomvandling, associerad till massiva sulfider. Ibland kan tex andesitiska basalter bli ryolitliknade genom en sådan förkrisling. Metamorfa massiva sulfider kan förete mineralassociationer med bla cordierit, antofyllit, granat, biotit, andalusit, staurolit, kyanit eller gahnit.

Guldavsättningar i *grönskiffer* facies uppvisar frakturkristalliserade karbonat- och phyllosilikatdominerade omvandlingar i anslutning till områden med intensiv "quartzveining". Avsättningar i *amfibolit* facies är karbonatfattiga och sulfidrika. Mineraliseringarna utgörs av en kombination av "veins" och disseminerande "replacements".

I allmänhet är omvandlingarna intensivare ju närmare mineraliseringen man kommer. Föreligger en zonerad omvandlingsaureol kring avsättningen, så innebär detta ett ursprungligt mineraliseringsläge. Ett sådant förhållande kan användas som argument mot syndeformativ remobilisering av tidigare guldmineralisering.

Omvandlingsmineral i både malmgångar och i sidoberg indikerar tidsmässigt samband mellan omvandlingsprocesser och guldtilförsel. Detta förhållande är dock mindre uttalat i bergarter med högre metamorfosgrad eller i bergarter med annan än mafisk-ultramafisk sammansättning (tex metasediment).

Granitoid-relaterade malmgångar

Något bör nämnas om relationen mellan prekambrisk Au-förekomster och avsättning av andra metaller med liknande egenskaper. Det har visat sig att ett stort antal slående likheter råder mellan granitoid-relaterade malmgångar och guldavsättningar med avseende på bl a mineraliseringarnas textur, form och kemi. Insikten om sura magmasystems betydelse för guldmalmsavsättning har på senare tid ökat, varvid större hänsyn har tagits till elementassociationer med W, Mo och Sn, med eller utan basmetaller. I detta sammanhang utgör Bor en länkande faktor mellan granitofila (W, Mo) förekomster och Au-avsättningar (Hodgson, 1985). Hydrotermala gångar med litofila metaller och guld kan uppträda inuti intrusionen eller överpräglade sidobergets kontaktaureol.

6. UTVÄRDERING, BEDÖMNING

Att utifrån enstaka sulfidmalmer eller mineraliseringar och associerade omvandlingar, i betraktande som stringersystem, bedömma guldpotentialen har visat sig vara svårt. Det bedöms vara eftersträvänsvärt att i ett tidigt skede, i regional skala, på såväl tektoniska, kemiska som litologiska grunder fastställa Au-anomala områden i malmzons- eller gruvfältsnivå.

Avgörande frågor som tidigt bör besvaras är: - Finns lämpliga "source rocks" (tex mafiska-ultramafiska vulkaniter, argillitiska metasediment eller albitrika, sura-intermediära intrusiv) eller kan guld ha introducerats på annat sätt? - Finns de tektoniska förutsättningarna för transport (tex shearzoner) av hydrotermala lösningar samt avsättning av guld? - Finns andra gynnsamma, tex oxid-rika avsättningsmiljöer?

Det är sannolikt snarare regel än undantag att stringersystem primärt innehåller endast måttliga guldhalter. Förutsättning för att uppnå ekonomiska halter, är att sekundära mobiliserande system verkat. Detta medför att stringerzoner måste ses i vidare mening och komma att omfatta alla epigenetiska

kvarts-sulfidbildningar.

En förutsättning för mineralogisk och kemisk koppling till guld är att guld finns närvarande i tillräcklig mängd. Denna förutsättning har tyvärr inte uppfyllts.

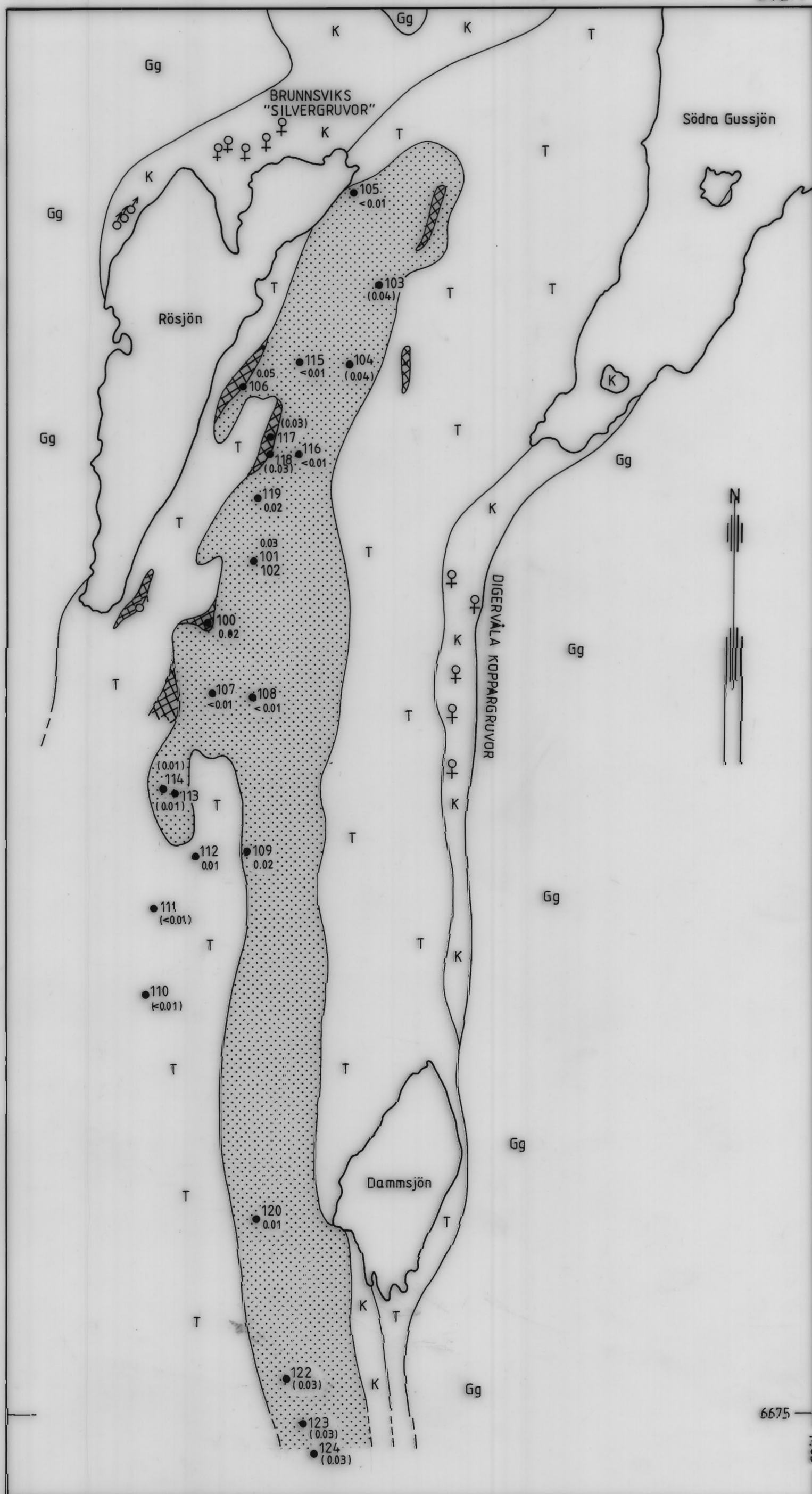
Riddarhyttfältet bedöms som malmzon, i vilken de tektoniska förhållandena ytterligare bör utredas. Detta i förberedande syfte innan omfattande guldinriktade detaljarbeten utförs.

7. LITTERATUR

- Boyle, R.W., 1979: The Geochemistry of Gold and its Deposits.
- Geological Survey of Canada, Bull. 280.
- Geijer, P., 1916: Falutraktens berggrund och malmfyndigheter.
- SGU. Ser C. 275.
- Hammergren, P., Ihre, P., 1984: Brunnsvik - Geologi.
- PRAP 84539.
- Hammergren, P., Egerth, T., 1985: Brunnsvik - Borrning.
- PRAP 85500.
- Hålenius, U., 1987: Au-mineralogi, Riddarhyttfältet.
- PRAP 87018.
- Hodgson, C. J., 1985: Precambrian Lode Gold Deposits.
- Ihre, P., Sädbom, S., 1986: Riddarhytte malmfält, prospekteringsarbeten 1986.
- PRAP 86541.
- Olson, J.C., et al., 1954: Rare-Earth mineral deposits of the Mountain Pass District, San Bernandino County, Calif.
- U.S. Geol. surv. Prof. pap. 261.
- Sandahl, K-A., 1985: Utvärdering av statlig gruvegendom.
- PRAP 85536.
- Tegengren, F.R., mfl., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk.
- SGU. ser. Ca 17.

TECKENFÖRKLARING

- Gg GNEJSGRANIT
 K KARBONATSTEN OCH METATUFFIT
 MED SULFID- OCH JÄRNMALMER
 T METATUFFIT
 SKARN
 MALMKVARTSIT, SULFID- OCH
 GRAFITFÖRÄNDE
 ♀ ♂ SULFID-RESP. JÄRNMALMSGRUVA
 PROVTAAGNINGSPUNKTER (PISC
 88 100-124) MED ANGIVANDE AV
 Au-HALT (ppm).
 PARENTES ANGER Au-HALT I
 SAMLINGSANALYS.



BRUNNSVIK

Provtagningskartan med geologi eft. PRAP 84.539

KARTBLAD 12F LUDVICA 5c

ID-NUMMER PRAP 89.511

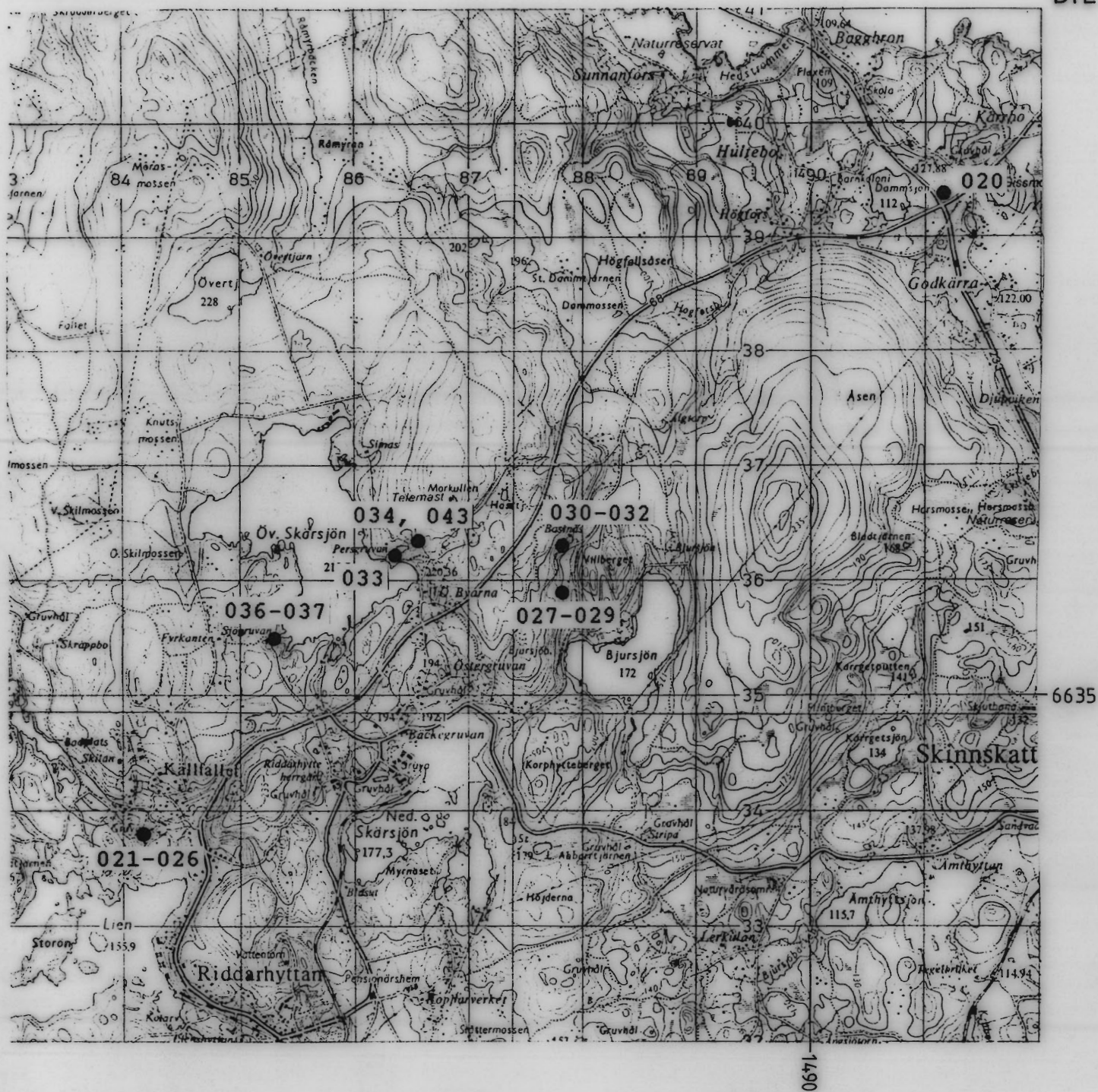
SKALA 1:10 000

0 500 m

BENGT SJÖBLOM -KÅ

PROJEKT NSG STRINGERZONER I BERGSLAGEN
DIVISION PROSPEKTERING 1989

SVERIGES GEOLOGISKA AB



RIDDARHYTTAN

PROVTAGNINGSKARTA

KARTBLAD 11F LINDEBERG 6-7, g-i

ID-NUMMER PRAP 89511

SKALA 1:50 000

0 1 2 3km

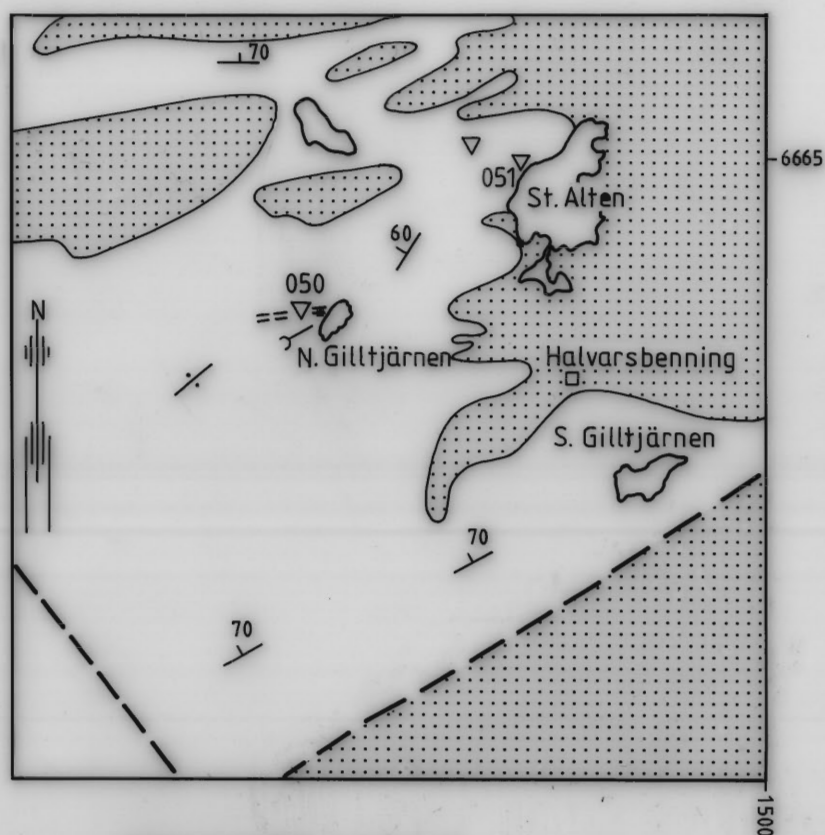
BENGT SJÖBLOM

PROJEKT NSG Au-STRINGER I BERGSLAGEN

DIVISION PROSPEKTERING 1989



SVERIGES GEOLOGISKA AB



TECKENFÖRKLARING

-  METAGRÅVACKA
-  DIORIT-TONALIT (URGRANIT)
-  LAGRING
-  VECKAXEL
-  STARK FÖRSKIFFRING / SKÖL
-  TEKTONISK ZON
-  GRAFITFÖREKOMST

PISC 88
050-051 ANALYSERADE PROV

HALVARSBENNING

GEOLOGISK KARTA

efter SGU ser. Af nr 128

KARTBLAD 12F LUDVIKA 2-3j

ID-NUMMER PRAP 89511

SKALA 1:50000

0 1 2 3km

BENGT SJÖBLOM -KÅ

PROJEKT NSG Au-STRINGER I BERGSLAGEN

DIVISION PROSPEKTERING 1989



SVERIGES GEOLOGISKA AB