
KBS TEKNISK RAPPORT

25

Blekinge kustgnejs, geologi och hydrogeologi

I Larsson, KTH
T Lundgren, SGI
U Wiklander, SGU

Stockholm, augusti 1977

BLEKINGE KUSTGNEJS,
GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI

I. Larsson, KTH
T. Lundgren, SGI
U. Wiklander, SGU
Stockholm, augusti 1977

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

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

COASTAL GNEISS IN BLEKINGE. GEOLOGY AND HYDROGEOLOGY.

ABSTRACT

The present work deals with the geology and the tectonics of the Precambrian of Blekinge in the southeastern Sweden, with special reference to the relations of the western part of the region. - The Precambrian geology of Blekinge shows a broad chronological development. Five geological units can be recognized, which structurally, petrologically and chronologically are distinguishable from each other: 1, the Coastal gneisses; 2, the Older granitoids; 3, the Younger granitoids; 4, the Youngest granitoids; and 5, the dolerites.

The oldest rock units in Blekinge are the Precambrian supracrustal complex of Västana and the Coastal gneisses. The former rock sequence includes metasedimentary and metavolcanic rocks. The metavolcanics pass into the surrounding Coastal gneisses. These rocks display a wide compositional and textural variation. Folding, recrystallization and partial migmatization make it difficult to identify the origin of this rock sequence. - The Older granitoid complex makes up a large part of Blekinge. They are in general regionally foliated and/or lineated. - The Younger granitoids occupy the northeastern part of Blekinge. - The Youngest granitoids occur in several massifs, consisting of coarse-grained megacryst-bearing granites - granodiorites (Karlshamn-Eringsboda granites) and small-grained granites (Spinkamåla granite). In contrast to the earlier plutonics, these are accompanied by numerous pegmatites and local migmatization. The contacts against the older plutonics are prevailing intrusive and cross-cutting. - The dolerites

are the youngest rocks of the Precambrian in the Blekinge region. They form dikes striking approximately NNE - SSW. - The nature of the metamorphism of the Coastal gneisses and the plutonic rocks has not been studied in detail. It must be emphasized that the interpretation of the metamorphic relationships within and between the granitoid groups of different age is very complicated, which is due to the effects of superimposed igneous, tectonic and metamorphic events. The principal mineral assemblage development in the region reflects PT-conditions of the amphibolite facies. K/Ar age determinations on the Older granitoids the Coastal gneisses reflect a strong thermal influence upon the recorded isotopic ages (1 240 m.y. - 1 510 m.y.). These recorded metamorphic ages may be correlated with a period of igneous activity (the Youngest granitoids) occurring approximately between 1 500 - 1 380 m.y. - The Coastal gneisses have undergone several folding phases. The dominant folding phase, producing the dominant regional structures, has N - S fold axis, plunging gently to the north.

The coastal gneiss shows two main structural types: one with a well-developed schistosity (here termed SB-type) and another with typical lineation (here termed BS-type). The two types seem to have been developed during the folding of the gneiss. The mica fabrics (perpendicular to the fold-axis) show the corresponding patterns of planar and acial control.

Local variation in the mica content suggest primary sedimentary structures. Transitions occur between the two types. Therefore the terms SB and BS are used. SB stands for dominating schistose structure and BS stands for dominating lineation.

The BS-type ('B-tectonite') correspond to anticlinal structures with intern/extern rotation. The SB-type (S-tectonite) is interpreted as the flanks of the folds with dominating sliding movement during the folding.

Tensile joints, perpendicular to lineation, are very frequent in the B-tectonite areas. In the S-tectonites this type of jointing is strikingly infrequent.

At comprehensive field studies of the tectonics of western Blekinge a tectonic-morphologic map was constructed. Statistical investigations concerning preferred orientation of fractures of the area was carried out. These investigations show two post-crystalline compression stages, 1. striking N - 5°E and N 20° - 25°E, respectively.

The fracture pattern of the Coastal gneiss differs from that of the surrounding bedrock areas. The most striking difference is the general lack of clear and distinct vertical tension joints parallel to the compression axis. A vertical joint set perpendicular to the compression axis is prevalent in the Coastal gneiss area and may be interpreted as a set of induced tension joints. Most of these joints are, however, synonymous with the local fracture pattern and probably not open due to the compression. Therefore, they are judged to be small potential aquifers of no regional importance.

It has been observed in drilled wells that the Coastal gneiss as a whole is a poor aquifer. Especially the S-tectonites show a very moderate yield of ground water, as they have very weak development of jointing and fracturing. The B-tectonites have a somewhat higher order of magnitude of yield. As a possible explanation to this dryness of the

Coastal gneiss it has been suggested that the gneiss has reacted as a very tough geological body against lateral stress in the crust.

In the Coastal gneiss several underground rock storages are constructed. They are in operation and the seepage into the chambers (by pumping) has been observed. A mean value of $0.03 \text{ l/m}^3/\text{d}$ has been recorded in nine chambers, filled up with oil. Empty caverns are observed to have a seepage of about four time this value.

The figures of seepage in the gneiss caverns may be compared to corresponding figures from a storage plant in middle Sweden. At this place the rock is a coarse, veined-gneiss with pegmatites and slabs of basic rocks. At normal precipitation a figure of $0.5 \text{ l/m}^3/\text{d}$ has been recorded.

As a conclusion it can be stated that the Coastal gneiss is well suitable for underground construction work.

BLEKINGE KUSTGNEJS

GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI

Ingemar Larsson
Bitr. professor
KTH

Tom Lundgren
Forskningsingenjör
SGI

Ulf Wiklander
Fil.dr. Statsgeolog
SGU

BLEKINGES PREKAMBRISKA GEOLOGI, MED SPECIELL HÄNSYN TILL DE VÄSTRA
DELARNA

På översiktskartan över Blekinges berggrund (fig. 1) medger skalan endast framställandet av de stora huvuddragen, och till följd därav ter sig berggrunden mer enformig än den i verkligheten är. En något mer detaljerad bild av berggrunden i västra Blekinge framställs i Pl. 1. Kvantitativt domineras den prekambryska berggrunden av svekofenniska bergarter (kustgnejs, "gnejsgraniter", Smålandsgraniter) och den resterande delen utgörs av bergarter med post-svekofennisk ålder (Karlshamns-, Eringsboda-, Spinkamåla-graniter, diabas). Åldersdateringar av olika bergartsgrupper inom Blekinge har givit följande resultat:

<u>Bergart</u>	<u>Metod</u>	<u>Ålder</u>	<u>Ref.</u>
Diabas (Tärnö)	Rb/Sr	c. 900 milj.	Patchett, manus. 1977
Diabas (Bräkne-Hoby)	Rb/Sr	c. 900 milj.	" " 1977
Diabas (Karlshamn)	Rb/Sr	c. 900 milj.	" " 1977
Pegmatit (Penseryd)	U/Pb	1.455 milj.	Welin och Blomqvist 1966
Karlshamnsgranit (Ronneby)	Rb/Sr	1.460 milj.	Springer, muntl. med.
Eringsbodagranit (V. Holmsjö)	K/Ar	1.380 milj.	Magnusson 1960
Spinkamålagranit	Rb/Sr	1.390 milj.	Patchett, manus. 1977
Smålandsgranit (NO Blekinge)	Rb/Sr	>1.710 milj.?	Larsen, manus. 1976
"Gnejsgranit" (NO Blekinge)	Rb/Sr	1.710 milj.	" " 1976
"Gnejsgranit" (OSO Rödeby)	K/Ar	1.410 milj.	Magnusson 1960
Kustgnejs (NV Karlskrona)	K/Ar	1.510 milj.	" 1960
Kustgnejs (V Karlshamn)	K/Ar	1.240 milj.	" 1960
Glimmerkvartsit (Västana)	K/Ar	1.200 milj.	" 1960

Fig. 1.

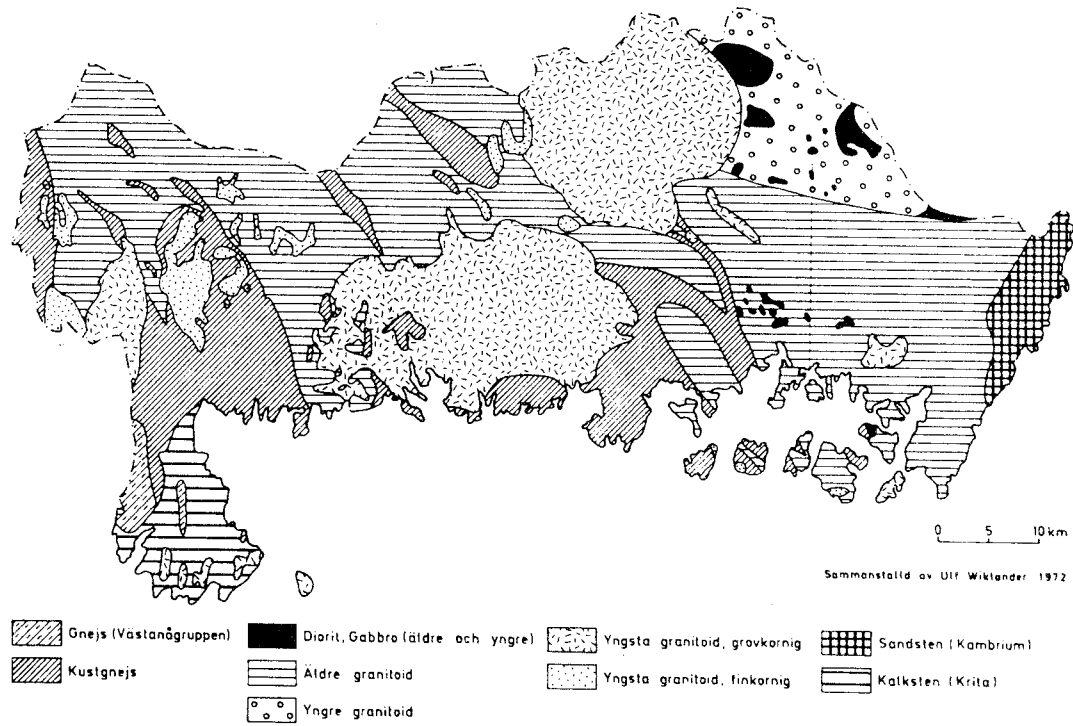


Fig. 1 Schematisk berggrundskarta över Blekinge. Sammanställt av förf. efter äldre och delvis nytt geologiskt kartmaterial.

Berggrundens regionala metamorfa historia är fortfarande något oklar, mestadels beroende på överpräglade tektoniska och metamorfa händelser. Under den metamorfa utvecklingen av berggrunden har PT-förhållandena gradvis förändrats i relation till olika metamorfa tidsperioder. Den högsta metamorfosgraden återspeglar PT-förhållanden vid amfibolitfacies. En av de senaste metamorfa händelserna i Blekinge är en utbredd lågmetamorf regional metamorfos vid grönskifferfacies nivå. Denna metamorfos är orsakad av en post-svekofennisk retrograd omvandling, som troligen kan korreleras med den svekonorwegiska orogenesen. Emellertid måste den yngsta metamorfosperioden ha föregåtts av en högre metamorfos vid intrusionen av Karlshamns-, Eringsboda-, och Spinkamåla-graniterna. Som tidigare nämnts, återspeglar K/Ar dateringar av kustgnejsen och "gnejsgraniterna" ett starkt termalt inflytande på dessa berggrundsenheter. Dessa metamorfa åldrar kan korreleras med den plutoniska aktiviteten omkring 1.500 och 1.380 milj. år.

Tidigare arbeten

Huvuddragen av Blekinges prekambiska geologi är kända från Blombergs pionjärarbete (Blomberg 1900). Ytterligare undersökningar är gjorda av Holst (1879) och Hedström (1906), speciellt omfattande de östra delarna. År 1897 utkom Bäckströms eminenta monografi över Västana-fältet. Senare arbete över detta område är publicerat av W. Andersson (1975). De mest utförliga petrografiska beskrivningarna över Blekinges berggrund är utförda av Norin (1936, 1959). Asklund (1947) har behandlat berggrunden från stenindustriell synpunkt. Petrologiska undersökningar från östra Blekinge är utförda av Wiklander (1973, 1974). - Moberg (1896) har noggrant beskrivit diabaserna i västra Blekinge. - I. Larsson och Stanfors

(1970) har studerat de magnetiska egenskaperna i två diabasgångar i västra Blekinge. - Några aspekter på den metamorfa utvecklingen av Blekinges prekambrium har givits av Zeck (1971).

Västanåfältet

De sannolikt äldsta berggrundsensheterna i Blekinge är de svekofenniska kustgnejserna och Västanåkomplexets bergarter. De sistnämnda, som huvudsakligen är belägna i NO Skåne och närliggande delar av västra Blekinge, består av metavulkaniter och metasedimentära bergarter. Den vulkaniska formationen uppbyggs av sura resp. intermediära kvartsfältspatporfyriska bergarter med ryolitiska till dacitiska sammansättningar och med underordnade inslag av glimmerskiffer, meta-areniter och tuffiter. Dessutom förekommer gångar och skikt av metabasitisk karaktär. Överlagrande metasediment utgörs av ortokvartsit, konglomerat, glimmerkvartsit och glimmerskiffer. Kontaktförhållandena mellan Västanåkomplexet och omgivande gnejser, huvudsakligen kustgnejs, är beskrivna som flytande enligt Bäckström (1897) och Norin (1936). Denna åsikt skiljer sig från Asklunds (1947), som betraktar kustgnejsen som en variant av "gnejsgraniterna". - Struktureologiska undersökningar visar att Västanåkomplexet har deformerats vid åtminstone två huvudveckningsfaser.

Kustgnejs

Som tidigare nämnts, beskrivs kontaktförhållandena mellan Västanåkomplexet och kustgnejsen som diffusa. Norin (1959) påpekar att det inte finns någon skarp gräns mellan skiffriga tuffer och kustgnejsen, och anser sålunda att kustgnejsen är en starkt metamorfoserad del av de kvartsfältspatporfyriska tufferna.

Tabell 1

Kemiska analyser av bergarter från västra Blekinge

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	73,0	65,8	72,2	72,2	72,2	71,8	66,4	69,2	67,2	70,5	67,9	68,6	68,2	68,2
TiO ₂	0,31	1,18	0,36	0,33	0,21	0,30	0,75	0,49	0,66	0,55	0,66	0,51	0,60	0,43
Al ₂ O ₃	13,5	15,0	14,9	13,7	14,0	14,5	15,3	14,8	15,2	14,1	15,3	14,9	14,6	16,4
Fe ₂ O ₃	1,29	3,43	1,14	1,00	1,00	1,43	3,43	2,00	2,57	2,29	2,15	2,15	2,43	1,43
FeO	1,03	3,35	1,29	1,55	1,16	1,29	3,23	3,10	3,74	1,94	2,97	3,35	2,97	1,68
MnO	0,06	0,12	0,03	0,04	0,04	0,03	0,09	0,07	0,08	0,07	0,10	0,07	0,07	0,05
CaO	1,40	3,1	2,0	1,5	1,4	1,2	2,5	2,5	2,9	1,8	2,4	2,7	2,6	3,1
MgO	0,30	1,1	0,5	0,2	0,2	0,5	1,2	0,7	1,0	0,6	1,0	0,8	0,7	0,6
Na ₂ O	2,80	3,3	3,3	3,1	3,0	2,7	3,1	3,2	3,3	3,2	2,8	3,1	3,0	3,6
K ₂ O	5,50	4,9	4,6	5,0	5,4	5,9	4,6	4,7	4,4	5,2	5,6	4,5	4,7	4,2
BaO	0,14	0,17	0,14	0,14	0,09	0,13	0,16	0,12	0,11	0,12	0,16	0,13	0,12	0,16

1-5 Kustgnejs

6-8 Gnejsgranit

9 Karlshamnsgranit

11-14 "

10 Spinkamålagranit

Tabell 2

Medelvärden av analyserna i tabell 1 och äldre analyser redovisade av Norin i GFF (1936) och (1957)

	<u>Spinkemålagranit (3)</u>	<u>Karlshamnsgranit (9)</u>	<u>Gnejsgranit (7)</u>	<u>Kustgnejs (9)</u>
SiO ₂	72,1	68,2	66,9	71,4
TiO ₂	0,42	0,67	1,01	0,52
Al ₂ O ₃	14,1	14,7	14,6	14,5
Fe ₂ O ₃	1,38	2,34	2,16	1,43
FeO	1,20	2,49	2,93	1,28
MnO	0,18	0,18	0,20	0,14
MgO	0,6	0,8	1,1	0,6
CaO	1,6	2,8	2,9	2,0
Na ₂ O	3,1	3,2	2,7	3,2
K ₂ O	5,1	4,5	5,1	4,5
H ₂ O	0,36	0,28	0,60	0,55
P ₂ O ₅	0,10	0,58	0,58	0,03

I västra Blekinge (Pl. 1) upptar kustgnejsen en betydande areal. Inom gnejsberggrunden förekommer flera varianter. Vissa är otvetydigt av sedimentärt andra av vulkaniskt ursprung. Övervägande delen av gnejserna torde utgöras av pyroklastiska bergarter. Lokalt finns granitliknande gnejser, som kan vara metamorfoserade graniter. Petrokemiskt (se tab. 2) motsvarar kustgnejsen en vulkanit med alkaliryolitisk till ryodacitisk sammansättning. Den genomsnittliga mineralogiska sammansättningen hos kustgnejsen är presenterad av Norin (1936). I sin typiska utbildning är kustgnejsen en ljusgrå-grå, finkornig kvarts-fältspatgnejs med varierande glimmerhalt. Huvudmineral är kvarts, fältspat och biotit. Ställvis har gnejsen en betydande biotitmängd (biotitgnejs), t.ex. OS0 Karlshamn. En hornbländeförande gnejstyp finns anstående bl.a. i trakten av Kuggeboda. Texturen är oftast granoblastisk, men även porfyroblastisk textur är rikligt förekommande. Strukturen växlar mellan skiffrihet och stänglighet (se strukturkartan). - I anslutning till massiven av Spinkamålagranit och Karlshamnsgranit är gnejsen ofta kraftigt migmatitomvandlad. Längs riksväg 15, mellan Mörrum och Karlshamn, anstår vackra övergångstyper från "normal" kustgnejs till kalifältspatögonförande gnejser, ådergnejser och migmatiter. Vid denna migmatitomvandling och rekristallisation förlorar gnejsen sin mer eller mindre utpräglade planskiffrihet (S-tektonit) och övergår i stängliga varianter (B-tektonit). Mellan dessa olika ändled finns tektoniska övergångstyper såsom SB resp. BS. Samtidigt ökar den plastiska deformationen i styrka inemot granitkontaktarna, för att närmast kontaktarna uppvisa varierande grad av uppsmältning. Lokalt har biotiten anrikats i vissa skikt, som bibehåller sin skiffrihet, medan kvartsfältspat-skikten har förlorat sin S-struktur på grund av omkristallisering. Övergången mellan massformiga och skiffriga/stängliga typer är

helt diffus. Detsamma gäller kontakten kustgnejs - Spinkamålagranit. Däremot är kontakterna vanligtvis skarpa vid genomsättning av smala Spinkamålagranitgångar i kustgnejsen. - Frånsett vissa lokala variationer är kustgnejsens strykningsriktning i allmänhet NNO - NNV. I området runt Karlshamn noterar man emellertid O - V skiffrihet med flackstupning mot norr. Stängligheten är genomgående N - S till NNV - SSO.

"Gnejsgraniter"

De bergarter som sammanförts under beteckningen "Gnejsgraniter" (äldre granitoid på fig. 1) har sin största utbredning i norra och östra Blekinge. Inom västra delen tränger "gnejsgraniterna" in som en kil söderut mellan kustgnejsen och Karlshamnsgraniten med i allmänhet ganska skarp avgränsning. Övergången mot Smålandsgraniterna, som mestadels är massformiga, får betecknas som diffus. "Gnejsgraniterna" kan i sin typiska utbildningsform beskrivas som en grå till rödgrå, oftast grovkornig granodiorit. Tonalitfacies är företrädd inom smärre områden, t.ex. söder om Fridafors och i Tvingtrakten. Ytterligare karakteristika är innehållet av ca. 1 - 3 cm stora, rödaktiga kalifältspatporfyroblaster, vilkas tillkomst är förknippade med de yngre graniternas framträngande. I områdets södra delar uppvisar "gnejsgraniterna" en utpräglad skiffrihet. Mineralogiskt uppbyggs de av kvarts, plagioklas, mikroklin, biotit och hornblände. - I de norra delarna av "gnejsgraniternas" utbredningsområde förekommer rikligt med suprakrustalineslutningar (se Pl. 1).

I äldre geologiska beskrivningar har "gnejsgraniterna" erhållit lokallamn allt efter sin geografiska belägenhet, t.ex. Farabolgranit, Fridaforsgranit och Tvinggranit. Även om kännedomen om berggrundsenshetens exakta utbredning, kontaktförhållande till omgivande berggrund är ofull-

ständig känd, och även om entydiga ålderssiffror saknas, finns det tydliga tecken på att åtminstone en del av granitoiderna är yngre än gnejserna. Det råder fortfarande viss osäkerhet huruvida dessa granitoider skall räknas till Smålandsgraniterna eller utgöra en avgränsad äldre enhet. Det bör noteras att Bäckström (1897) påpekade att "gnejsgraniterna" i västra Blekinge och närliggande delar av Skåne deformerades samtidigt med Västanåkomplexets suprakrustalbergarter. Dessutom kan det nämnas att lokalt har "gnejsgraniterna" blivit regenererade vid de yngsta graniternas framträngande.

Till "gnejsgraniterna" ansluter sig närstående grönstensbergarter. De har som framgår av berggrundskartan (fig. 1) ringa omfattning.

I och med tillkomsten av "gnejsgraniterna" förefaller en relativt lugnare period att inträda i den blekingska berggrundsutvecklingen. Tidsintervallet mellan "gnejsgraniternas" deformation och de eg. Smålandsgraniternas framträngande tycks markeras av basisk gångbergartsaktivitet.

Smålandsgraniter (yngre granitoider enl. fig. 1)

Nordöstra delen av Blekinge uppbyggs av olika granitoidtyper tillhörande Smålandsgranitgruppen. Granitoiderna intruderade efter den senaste regionala deformationsfasen som har påverkat kustgnejsen och "gnejsgraniterna", och kan därför klassificeras som post-tektioniska. Denna grupp av granitoider omfattar många varieteter. Geokemiskt företer de en alkalin trend.

Smålandsgraniterna har kristalliserat från relativt "torra" anatektiska magmor bildade under den svekofenniska perioden. De har framträngt utanför det orogena området, där krustan utsatts för tension och resulterat i uppsprickning och uppsmältning.

Yngsta graniter

Nedan beskrivs endast Karlshamnsgranitens och Spinkamålagranitens förekomster i västra Blekinge.

Karlshamnsgranit

Sydöstra delen av kartområdet (Pl. 1) domineras helt av Karlshamnsgraniten, som utbreder sig vidare österut mot Ronneby i stora massiv. I sin typiska utbildningsform är den grovkornig, gråröd-rödgrå, med porfyriskt inströdda kalifältspatögon. Längs granitens gränsområden förekommer vanligtvis en migmatitzon, som gradvis övergår i sidoberget. Graniten uppvisar mycket varierande grad av skiffrihet. Endast vissa begränsade massiv inom Karlshamnsområdet kan betecknas som massformiga (se Pl. 1). Massformiga varianter finner man längre österut i området Ronneby-Kallinge. Lokalt för graniten ymnigt med suprakrustalrester. - I samband med Karlshamnsgraniten uppträder rikligt med pegmatiter.

Spinkamålagranit

Spinkamålagraniten har sin huvudsakliga utbredning väster om Mörrumsån, men förekommer även som små massiv inom övriga delar av Blekinge. I samband med denna granit uppträder rikligt med pegmatit och lokalt omfattande migmatitombildning, t.ex. väster om Svängsta. Spinkamålagraniten är medelkornig, jämnkornig, vanligtvis ljusgrå och har en normal-granitisk sammansättning. Strukturen växlar mellan massformighet och skiffrihet. Övergången mellan dessa båda strukturtyper är oftast diffus. Följande kontaktförhållanden kan iakttagas:

- 1) diffusa kontakter kustgnejs - Spinkamålagranit
- 2) skarp kontakt vid genomsättningar av Spinkamålagranitgångar i kustgnejs.

Som tidigare nämnts kan kustgnejs av S-typ övergå i B-BS-typer intill granitmassiven.

Diabas

Dessa gångbergarter av regional tektonisk betydelse tillhör berggrundens stora strukturlinjer och är oavhängiga små geologiska strukturer. Diabasgångarna tillhör en sen (ca. 900 milj. år) tensionsfas i den tektoniska berggrundsutvecklingen. På den bifogade berggrundskarten (fig. 1) saknas diabasgångarna på grund av sin ringa storlek i förhållande till kartskalan. Gångarna förlöper i NNO - SSV-lig riktning och har brantstående orientering. Mäktigheten av gångarna växlar mellan 1 dm till över 200 m (Karlshamnsgången). Enstaka diabasgångar såsom Karlshamns-, Hällaryds-, Tärnö- och Hobygången kan sporadiskt följas kilometervis i terrängen. En del gångar förgrenar sig i flera mindre, som i sin tur kan sammansluta sig. Ofta har gångarna förskjutits i sidled under senare tektoniska rörelser.

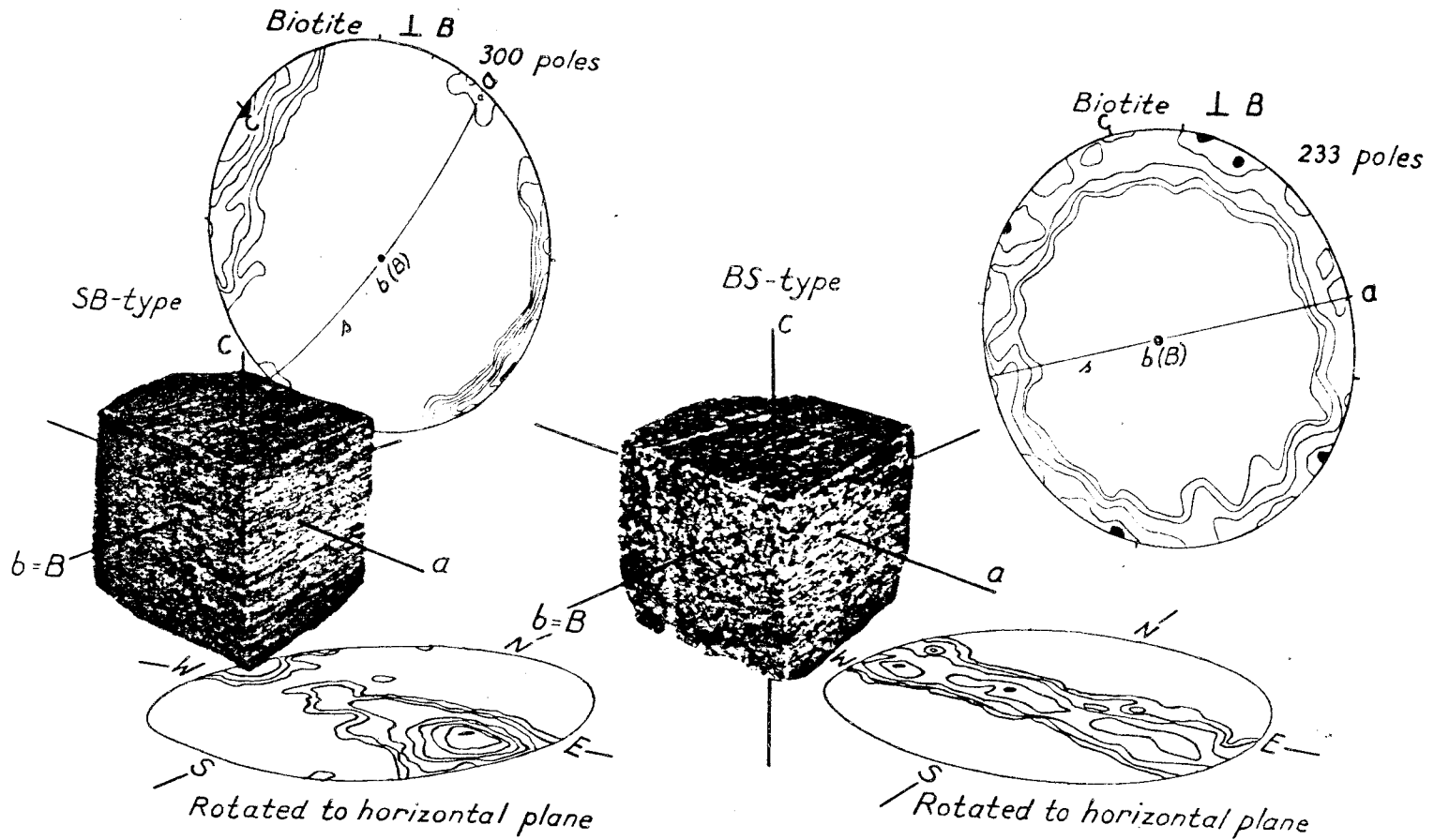
KUSTGNEJSENS STRUKTURTYPER

Kustgnejsen har under en veckningsfas med i stort sett ost-västlig deformationsriktning utbildats med en nord-sydlig veckaxelriktning. Under denna plastiska fas skedde en storveckning av kustgnejsområdet. Vid denna tektoniska process utbildades i bergarten i princip två strukturtyper: planskiffrig (S-tektonit) och stänglig (B-tektonit). Termerna S-tektonit och B-tektonit har använts enligt Sander (1948). Då successiva övergångar förekommer mellan de olika typerna har termerna SB-tektonit och BS-tektonit enligt Larsson (1954) använts. Därvid avses att SB-tektonit är utbildad mera som S-tektonit (planskiffrig) än som B-tektonit (stänglig). BS-typen avser på motsvarande sätt en gnejs, som är utbildad mera som B-tektonit (stänglig) än som S-tektonit (planskiffrig).

Den planskiffriga typen (SB-tektonit), fig. 2 har sannolikt uppkommit genom orientering av bergartens mineralbestånd i samband med storskaliga skjuvrörelser under veckningsperioden. Sannolikt har även tillväxt av mineralkornen redigerats längs dessa plan. Lokala variationer i biotithalten antyder att även ursprungliga sedimentära strukturer avspeglas i gnejsens skiffrighet.

Orienteringen av biotitkristallerna i en typisk planskiffrig variant av kustgnejsen (SB-typ) visar ett uttalat maximum. En tydligt framträdande tendens till gördelbildning (rotationseffekter eller olika sekundära skjuvplan) motiverar användningen av termerna SB- och BS-tektonit.

Fig. 2.



SB- and BS-types of the coastal gneiss with corresponding diagrams. Contours see text to Plate I. Photo by J. v. Feilitzen.

Den stängliga typen (BS-tektonik) har uppkommit genom rotations-effekter (intern och extern). Fig. 2 visar en typisk BS-tektonit med väl utbildad biotitgördel. Enstaka maxima kan uppträda och förorsaka en svagt utbildad skiffrihet. Axialiteten är i allmänhet väl utbildad.

REGIONAL UTBREDNING AV DE OLIKA STRUKTURTYPERNA

Larsson (1954) fann en utbredning av de olika strukturtyperna i bandformiga stråk i ungefär nord-sydlig riktning. Stråken utgörs av omväxlande planskiffriga (SB) och stängliga (BS) typer. Detta uppfattades som resultatet av den regionala veckningen av området. PL 2 visar en ost-västlig profil genom kustgnejsområdet i höjd med Mörrum. Biotitdiagram i orienterade slipprov längs profilen visar den omväxlande fördelningen av planskiffriga (SB) och stängliga (BS) typer (Larsson, 1954).

Utbredningen av de nord-sydgående stråken av de olika strukturtyperna framgår av PL 3. Inom kustgnejsområdet kan urskiljas fyra områden med planskiffrig (SB) och fyra områden med stänglig (BS) gnejs. En tidigare karta har uppgjorts av Larsson (1954) men har utvidgats och reviderats genom den nuvarande undersökningen, inte minst tack vare nyttillkomna vägskärningar genom området. Gränserna mellan de olika områdena bör betraktas som övergångszoner.

Veckaxlarna i området har en mycket homogen riktning och går i en båge från NNO riktning i kustzonen till NV i områdets norra del. Stupning pendlar kring norr, se fig. 3. Medelstupning (116 veckaxlar) är 25° mot norr (Larsson-Fröberg, 1953).

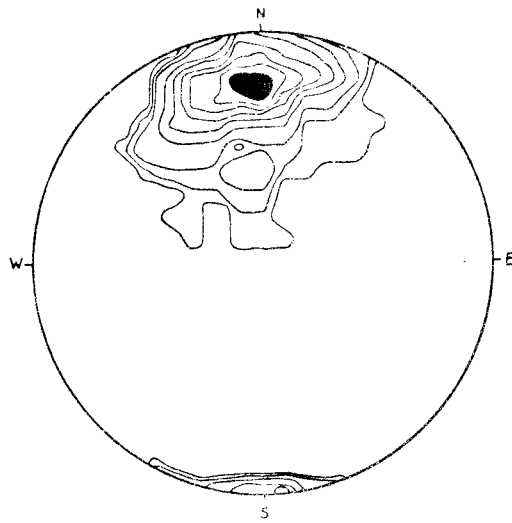


Fig. 3. Veckaxlar i kustgnejsområdet (116 st),
Larsson - Fröberg (1953)

Skiffriheten stryker och stupar mycket olika inom de planskiffrika och de stängliga områdena av kustgnejsen. De stängliga områdena (BS) kan uppfattas som en typ av antiklinaler, fig. 4. Deras utbredning i plan framgår av kartan PL 3. Då antiklinalernas veckaxel i stort stupar 25° mot norr klingar dessa ut mot norr, vilket åskådliggöres i princip av skissen i fig. 4.

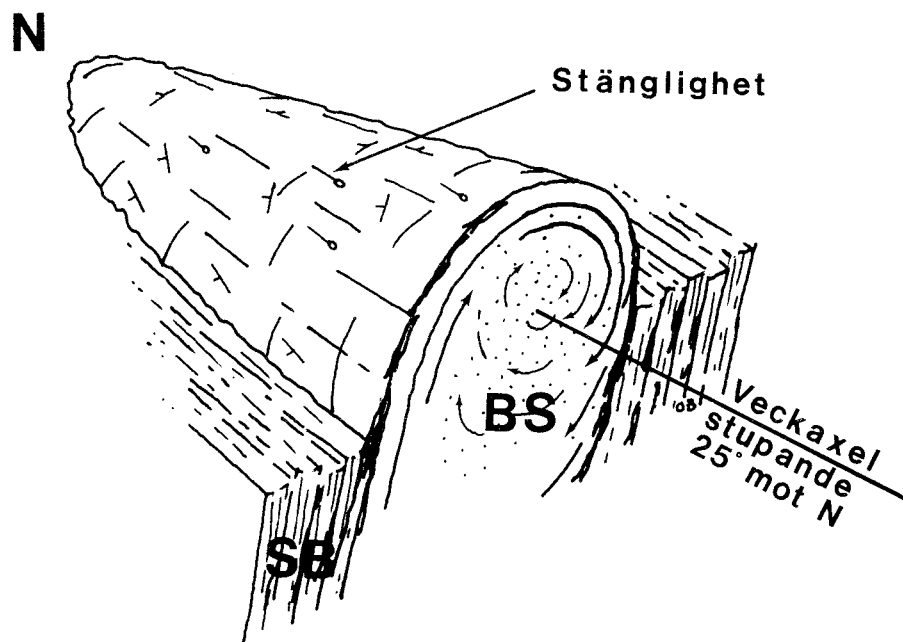


Fig. 4.

Skiktstupningen (där den uppträder) i antiklinalerna (BS-områden) blir därför västlig i den västra flanken och östlig i den östra. I de centrala delarna av antiklinalen blir stupningen (till följd av den stupande veckaxeln i antiklinalen) mot norr. De planskiffriga områdena har däremot i allmänhet västlig stupning. Detta framträder i poldiagrammen, fig. 5, som visar stupning och strykning hos gnejsen i ett typiskt planskiffrigt och ett typiskt stängligt område.

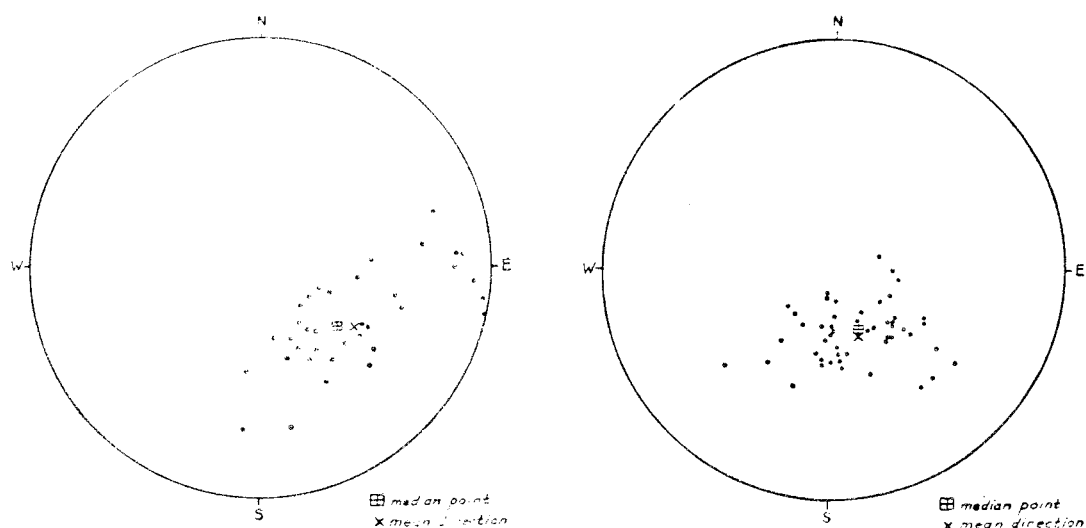


Fig. 5. Poldiagram av skiffrighetens strykning och stupning i ett typiskt planskiffrigt (vänstra diagrammet, 36 poler) och ett typiskt stängligt område (högra diagrammet, 45 poler) i kustgnejsen. (Larsson-Fröberg, 1953)

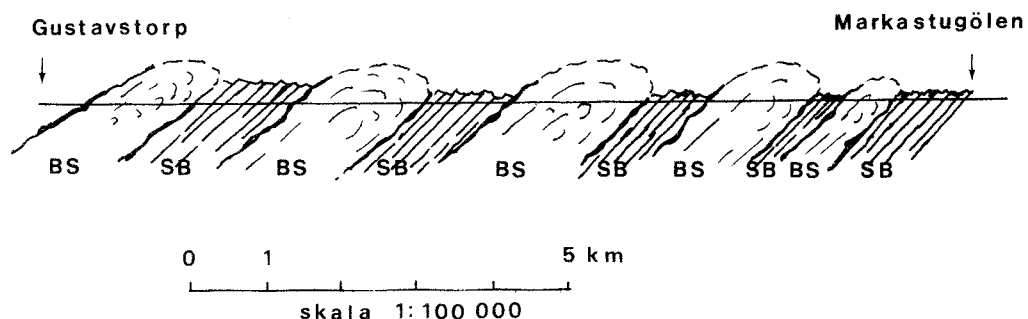


Fig. 6. Schematisk tvärprofil genom kustgnejsområdet. Längdskala 1:100 000. Höjdskala godtycklig.

På kartan, Pl. 3 framträder tydligt antiklinalkaraktären hos de stängliga områdena (BS-tektoniterna). De planskiffriga områdena ligger mellan antiklinalernas skänklar.

Den schematiska tvärprofilen (fig. 6) genom kustgnejsområdet visar den omväxlande utbildningen av gnejsen som ett resultat av storveckningen. Det bör i detta sammanhang framhållas att även småveckning förekommer i kustgnejsen, men relativt sparsamt. Härmed avses icke ptykmatisk veckning i samband med migmatitbildning eller pegmatitintrusioner.

KUSTGNEJSENS SPRICKBILDNING I ANSLUTNING TILL DESS VECKNINGSFAS.

I samband med kustgnejsens veckning eller i ett postorogent skede i anslutning till veckningen skedde en sprickbildning som praktiskt taget enbart drabbade den stängliga varianten (BS-typ). Sprickbildningen består av ett karakteristiskt mönster av tensionssprickor som utbildats vinkelrätt mot veckaxelriktningen, som den framträder i bergartens mineralorientering (grain fabric). Detta är en generell förekomst hos BS-tektoniter och icke något speciellt för kustgnejsen. Tolkningen av dessa tensionssprickor, som vanligen ligger "en échelon", dvs. om lott utan konnektion med varandra är inte helt klar. På fig. 7 nedan framställs en tolkning där rotationen kring veckaxeln och motståndet i rörelseplanet α förorsakar utvidgning av paketet i veckaxelns riktning med översträckning av materialet och uppkomst av tensionssprickor som följd. Denna process kan givetvis inte tänkas förekomma i ett högorogent plastiskt stadium, i vilket temperaturförhållandena inte tillåter sprickbildning.

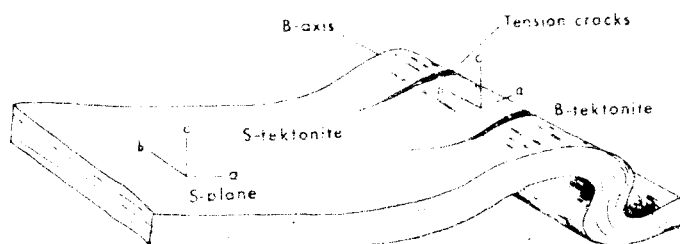


Fig. 7. Generaliserad skiss över bildningen av stängliga och plan-skiffrika gnejstyper (BS- och SB-tektioniter. Enl. Larsson, 1970).

Sprickplan i bc-planet (se fig. 8) förekommer även, men relativt sällsynt.

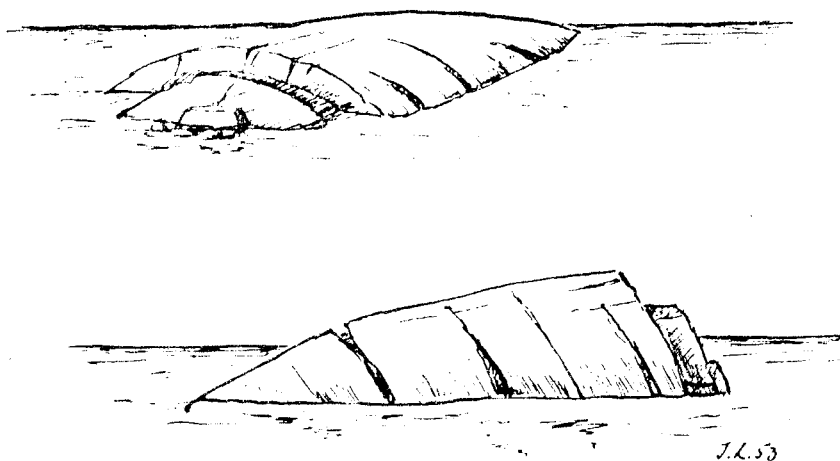


Fig. 8. Skiss över sprickbildning hos den stängliga typen av kustgnejs (Larsson, 1954)

Rupturella deformationer i konsoliderat stadium hos kustgnejsen har ofta följt och regenererat de brottanvisningar i stenen som de ovan nämnda tensionssprickorna i ac-planet (ac-sprickor) utgör. Enligt stenhuggarnas nomenklatur kallas dessa plan för borstslag. Sprickor parallella med veckaxeln längs långsträckta element i stenen kallas klyvslag. Förekomsten av dessa slag jämte någon form av biotitmaximum

i gnejsen, som kan utgöra ett klyvbart plan, är en förutsättning för gatstensframställning. Detta innebär att gatstensbrytning endast förekommit i den stängliga gnejstypen i kustgnejsen.

Den planskiffrika gnejstypen har endast skiffrihetsplanet (s) som klyvbart plan, vilket gör att denna gnejstyp, enligt gjorda observationer, är i hög grad motståndskraftig mot senare rupturrella deformationer.

Larsson (1954) har observerat att i kustgnejskomplexets ytterområde eller allmänt i närheten av granitområden stenhuggare icke klyver kustgnejsen efter de vedertagna klyvtriktningarna borst och klyv, vilket annars är nödvändigt. Detta förklaras som en senare omkristallisation, varefter det synbara skiffrihetsmönstret i bergarten endast

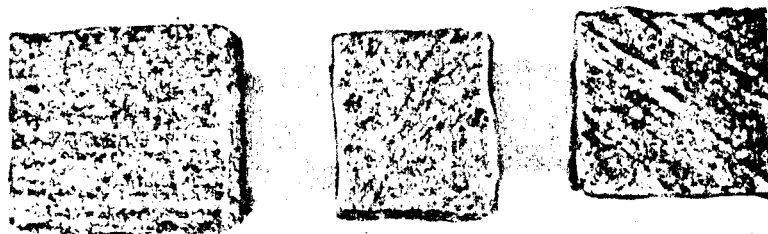


Fig. 9 De två gatstenarna (till höger på bilden) har huggits utan hänsyn till gnejsens strukturer. Dessa ha genom omkristallisation blivit relikstrukturen utan inverkan på bergartens hållfastegenskaper. Till vänster är en gatsten från normal kustgnejs. (Larsson, 1954)

blir ett reliktmönster. I stället uppkommer granitartade förklyftningsförhållanden (bankning etc.) och gnejsens ursprungliga egenskaper (styvhet och seghet mot rupturrella deformationer) har blivit mer eller mindre lika granitens. Gnejsens ursprungliga hydrogeologiska förhållanden kommer genom denna process att starkt förändras.

SPRICKTEKTONIK FRÅN PRINCIPIELL SYNPUNKT

Sprickmönster

Som tidigare nämnts kan sprickorna i en bergmassa indelas i sådana som är syntektoniska till mineralorientering (och veckaxelbildning) och sådana som har bildats på grund av senare deformationer, s.k. postkristallina, rupturella deformationer, Larsson, (1970). Den förstnämnda typen av sprickor tillhör det s.k. lokala mönstret. Benämningen syftar på förhållandet att dessa sprickor inte är så ihärdiga och i allmänhet saknar kommunikation med större system. De postkristallina, rupturella sprickorna kan ha blivit styrda till sin orientering av svaghetsplan (uttryck för anisotropa hållfasthetsegenskaper) i bergarten.

Deformation genom sprickbildning åstadkommer en utjämning av spänningarna i bergmassan. I princip bildas två slags sprickor, tensionssprickor och skjuvsprickor. Tensionssprickor bildas genom dragbrott längs plan som är orienterade vinkelrätt mot en dragspänningsriktning eller vid kompression mot minsta huvudspänningens riktning. Bergmassan utvidgas i den riktning kompressionsspänningen är lägst. Sprickorna bildar ett mönster som återspeglar deformations- och spänningsförhållandet under det tektoniska skedet.

Skjuvsprickor bildas i plan som är orienterade parallellt med mellersta huvudspänningens riktning och bildar $30 - 45^{\circ}$ vinkel mot största huvudspänningens riktning. Längs dessa plan har blocken kunnat förskjutas (skjuvas) i förhållande till varandra. Vid kompression är denna deformation effektivt spänningsutjämnande, då den samtidigt utgör en utvidgning (mot minsta huvudspänningsaxeln) och en kompression (mot största huvudspänningsaxeln). På grund av symmetrin kan ett konjugat system av skjuv-

sprickor bildas på ömse sidor om största huvudspänningens riktning.

Små förändringar i spänningssystemet vid en och samma kompressionsfas kan uppkomma genom lokala olikheter i förutsättningarna. En sådan förändring utgör t.ex. orienteringen av minsta huvudspänningens axel. Byter denna av någon anledning plats med mellersta huvudspänningens axel, bildas fläckt stupande skjuvsprickor i stället för vertikala. I verkligheten påträffas nästan alltid vertikala och fläckt stupande skjuvsprickor i närheten av varandra.

Har det endast förekommit en kompressionsfas (största huvudspänningen har haft endast ett läge) bör man alltså i en homogen och isotrop bergmassa finna ett spricksystem som består av fem sprickgrupper. Hur dessa i princip är orienterade visas i ett stereografiskt diagram, fig.10.

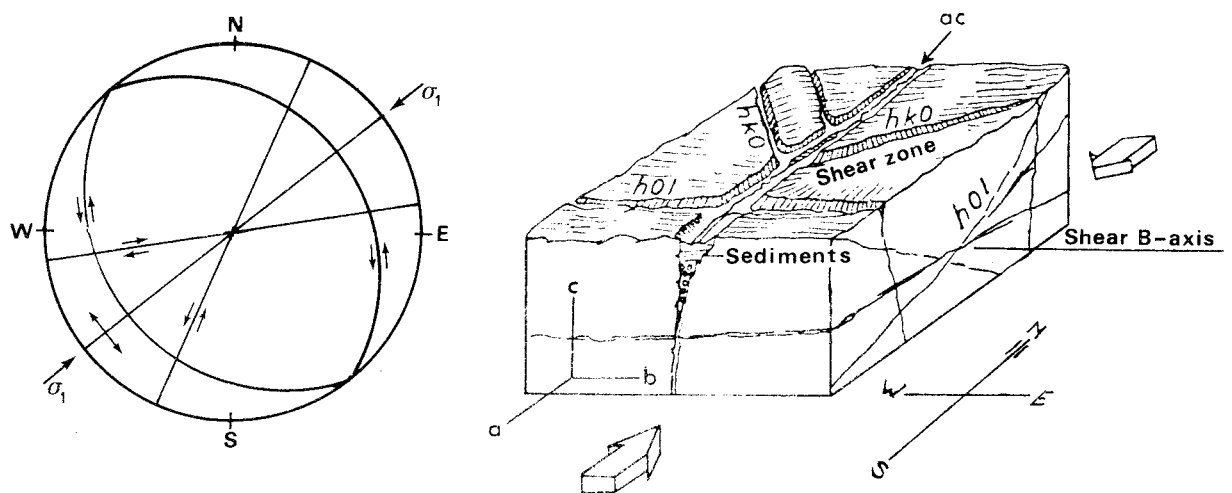


Fig. 10. Den principiella orienteringen av sprickelementen vid postkristallin kompression av en homogen, isotrop bergmassa, redovisad dels i ett stereografiskt diagram (vänster), dels i en integrerad deformationsmodell (höger), efter Larsson (1963). Största huvudspänningsaxeln är i den vänstra figuren markerad med σ_1 , och i den högra är den parallell med a-axeln. Övriga huvudspänningsaxlar (som kan byta plats) är orienterade vinkelrätt mot nämnda axel.

Figuren visar också en principiell deformationsmodell - utvecklad av Larsson (1963) - av en isotrop bergmassa, rupturellt deformerad i det postkristallina stadiet. Det bör för säkerhets skull tilläggas att om en ny spänningssituation uppkommer (ny kompressionsfas) kan ett nytt spricksystem bildas. Sannolikheten är tämligen stor för att någon av de tidigare bildade sprickorna skall sammanfalla med eller verka styrande på den nya sprickbildningen och deformationen.

Det sprickmönster, som uppkommer vid den postkristallina, rupturella deformationen, kan - som tidigare nämnts - påverkas av redan existerande svaghetsplan i bergarten, s.k. anisotropisk styrning. Svaghetsplanen kan antingen utgöras av skiffrihetsplanen i S-tektioniter eller av klyvplanen i B-tektioniter. Den anisotropiska styrningen har närmare behandlats av Larsson (1967).

Sprickkaraktärer

Karaktären hos en spricka, dvs. råhet, spricklängd, sprickfyllnad och sprickvidd betingas av följande faktorer:

- o Spricktyp och spänningssituation
- o Bergart
- o Anisotropisk styrning
- o Grundvattenförhållanden och geokemiska förhållanden
- o Aktivt bergtryck

Rena skjuvsprickor är i allmänhet mera plana än tensionssprickor som ofta är svagt vindlande. Skjuvytorna kan dessutom vara belagda med harnesk (vid kraftig deformation under högt tryck), men kan också vara råa på grund av deformationsrörelse av så små mått att endast en primär

uppbrytning (mikrosprickbildning) skett.

Bergartens textur, kornfogning, seghet etc. har haft stor betydelse för vilken råhetsgrad och öppenhet som uppkommit/skjuvning. Likaså har inverkan av anisotropisk styrning haft betydelse för uppkomsten av sådana egenskaper. I finkorniga (spröda) bergarter har deformationen t.ex. ofta delats upp på ett flertal skjuvsprickor som är plana och täta. Sekundär småsprickighet vid skjuvning (mikrosprickor) är däremot vanligare i samband med medel- till grovkorniga bergarter.

En sprickfyllnad kan antingen uppkomma genom en situ-omvandling av berget i anslutning till sprickan eller genom en sedimentation eller utfällning av material som transporterats genom sprickan. Omvandlingen kan vara i form av harneskbildning eller vittring (inkl. hydrotermal omvandling). Harnesk bildas vid skjuvning under höga normalspänningar, medan vittring fordrar en mekanisk sönderbrytning (t.ex. mikrouppsprickning) och efterföljande kemiska omvandling. Den kemiska nedbrytningen kan ha förmedlats av grundvatten eller hydrotermala lösningar. Samtliga ovan listade faktorer har indirekt betydelse för bildningen av sprickfyllnad.

En sprickas öppenhet beror på bildningssätt, sprickfyllnad och aktivt bergtryck. Öppenheten betingas alltså direkt och/eller indirekt av de uppställda faktorerna. Tensionssprickor är i sig mera öppna än skjuvsprickor, särskilt om de senare står under aktivt verkande bergtryck.

SPRICKTEKTONISKA MÄTNINGAR I VÄSTRA BLEKINGE

Fältarbetet

De spricktektioniska mätningarna utfördes i samband med fältarbeten för ett berggrundvattenprojekt under åren 1967 och 1968. Därvid uppmättes strykning och stupning samt spricklängd för totalt 4.076 sprickor, fördelade på 172 lokaler. Antalet mättillfällen vid varje lokal varierade mellan 10 och 100. Redan vid insamlingen av fältdata gjordes en uppdelning av materialet i 4 huvudgrupper beroende på lokalens bergart och tektoniktyp.

Den statistiska bearbetningen avsåg huvudsakligen att belysa det tektoniska mönstret inom Karlshamnsgraniten. Lokalerna inom Spinkamålagranitområdet har i viss behandling tjänat som jämförelsematerial. I denna redovisning medtages endast de resultat som har intresse i jämförelsen med förhållandena i kustgnejskomplexet. Genom att analysera förekommande frekvensmaxima för olika delpopulationer av materialet hoppades man kunna bestämma det för varje delpopulation specifika deformationsmönstret.

Tektoniska lineament

Redan den tektoniska kartan över västra Blekinge avslöjar de viktigare huvudlinjerna i berggrundens spricktektioniska mönster. Framför allt framträder tydligt vissa ihärdiga, nord-sydliga, nordvästliga och nord-nordostliga sprickdalar. Man kan också lätt notera skillnader i terrängens brutenhet inom vissa områden. Dels gäller detta kustgnejsområdet vars topografi är relativt jämn med få tydliga sprickdalar. Vidare gäller det helt generellt, med undantag för kustgnejsområdet, att brutenhet och uppsprickningsgrad ökar mot söder - mot kusten.



Fig. 11. Tektonisk-morfologisk karta - en s.k. plintkarta över västra Blekinge.

En tektonisk-morfologisk kart - en s.k. plintkarta - har utarbetats över västra Blekinge, fig. 11. Den utgör den sammanfattande bilden av de helare bitarna av berggrunden, erhållna genom tolkning av den topografiska kartan och flygfoton. Tolkningen har kontrollerats genom tämligen omfattande fältarbeten. De nämnda skillnaderna i brutenhet och uppsprickningsgrad framträder tydligt på denna karta.

Sprickmönster enligt "stortektoniken"

För att kartans sprickmönster skall kunna generaliseras måste det sprickmönster, som erhållits genom "plintkartan" kunna sättas i relation till det principiella mönster, som uppkommer vid kompression av en rigid bergkropp. Man får inte förvänta sig att det i verkligheten uppmätta, naturliga spricksystemet helt skall överensstämma med det principiella. Skälen för detta är bl.a.:

- o Anisotropisk styrning av enskilda sprickgrupper
- o Inhomogena hållfasthetsegenskaper i berggrunden
- o Sekundära blockförskjutningar
- o Eventuella, ytterligare deformationstillfällen
- o Lokala variationer i huvudspänningssystemet
- o Mätfel

Utgångspunkten för tolkningen av deformationsförloppet är att samtliga diabasgångar i Blekinge (med undantag för en ost-västlig gång på gränsen mot Skåne) är vertikala och stryker i nord-nord-ost. Uppenbarligen representerar dessa tektoniska lineament tydligt öppnade sprickor - tensionsprickor. Fältobservationer bekräftar att sprickorna i denna riktning oftast bär tensionskaraktär, dvs. saknar harnesk och är svagt vindlande.

Huvudspänningssystemet kan alltså på goda grunder antas vara orienterat så att största huvudspänningsaxeln är orienterad ungefär i nord-syd, medan den mellersta står vertikalt, jfr fig.10. Förekomsten av lutande skjuvplan (s.k. överskjutningsytor eller -zoner) visar att mellersta och minsta huvudspänningsaxlarna lokalt kan ha bytt läge. Övriga sprickplan är i allmänhet vertikala, stryker i nordost respektive i nordväst samt uppvisar tecken på skjuvrörelser (harnesk mm.).

Sprickmönster enligt sprickmätningar - generellt

En statistisk analys har utförts av alla sprickmätningar som gjorts i samband med de aktuella fältarbetena. Den visar den statistiska fördelningen av sådana spricktektoniska enheter som är mindre än de linement man kan påvisa i flygbilder och på topografiska kartor.

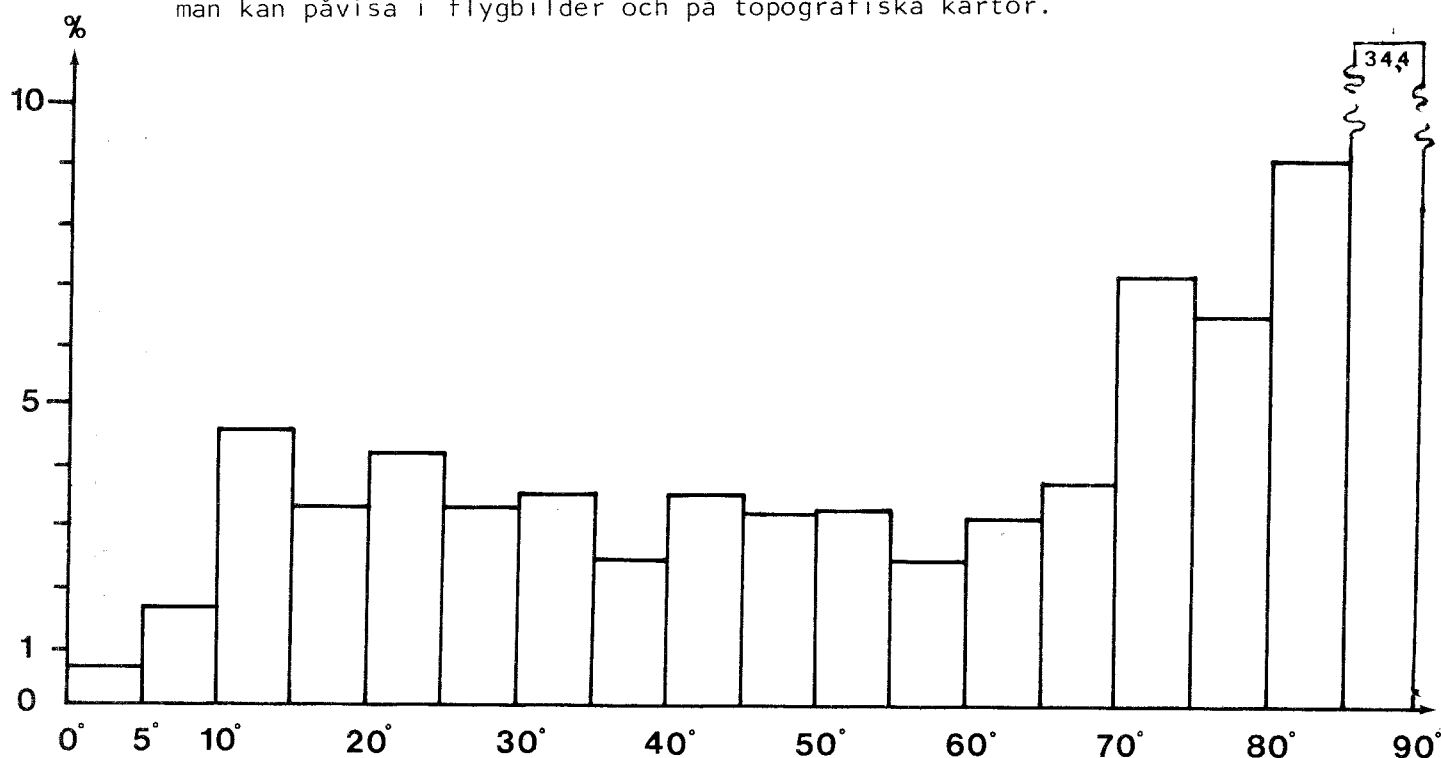


Fig. 12. Frekvensfördelningen av alla i västra Blekinge uppmätta sprickytors stupning (4.076 st).

Spridningen av mätvärdena för sprickplanens strykning och stupning är ganska stor på grund av dels naturliga skäl, dels mättekniska. Därför interfererar i allmänhet närliggande frekvensfördelningar med varandra, vilket försvårar en användbar uppdelning av materialet, t.ex. i vertikala respektive lutande sprickor. Analysen inleddes därför med att beräkna frekvensen av alla sprickplanens stupning. Resultatet ges i histogramform i fig. 12.

Histogrammet visar en frekvensfördelning kring maximum = 90° (vertikal stupning), vilken liknar en ensidig normalfördelning. I övrigt kan man uttolka hela fyra ytterliga maxima, om man antar att delpopulationerna är normalfördelade (vilket inte har utretts särskilt). Det synes välmotiverat att dra gränsen mellan "vertikala ytor" och "flacka ytor" vid det frekvensminimum som har högst gradtal, dvs. vid $57,5^{\circ}$.

Den allmänna strykningsfrekvensen för samtliga på detta sätt definierade "flacka ytor" respektive "vertikala ytor" redovisas i fig. 13.

Överskjutningsplanens (de lutande ytornas) strykning är varierande, men har en tydlig överrepresentation i ost-väst, vilket bekräftar antagandet om en ungefär nord-sydligt orienterad största huvudspänningsaxel ("deformationsriktning"). Studerar man frekvensdiagrammet över dessa överskjutningsytor i detalj kan man urskilja två maxima - en i $N65^{\circ} - 70^{\circ}W$ och en i $N85^{\circ} - 90^{\circ}W$. Dessa två maxima återkommer i nästan samtliga "lutande" delpopulationers strykningsfrekvens, vare sig dessa är utvalda med anledning av bergartskomplex, geografiskt område eller särskilda tektoniska förhållanden. Det tycks alltså trots allt finnas anledning att misstänka två kompressionstillfällen - ett med "deformationsriktningen" $N0^{\circ} - 5^{\circ}E$ och ett med deformationsriktningen $N20^{\circ} - 25^{\circ}E$.

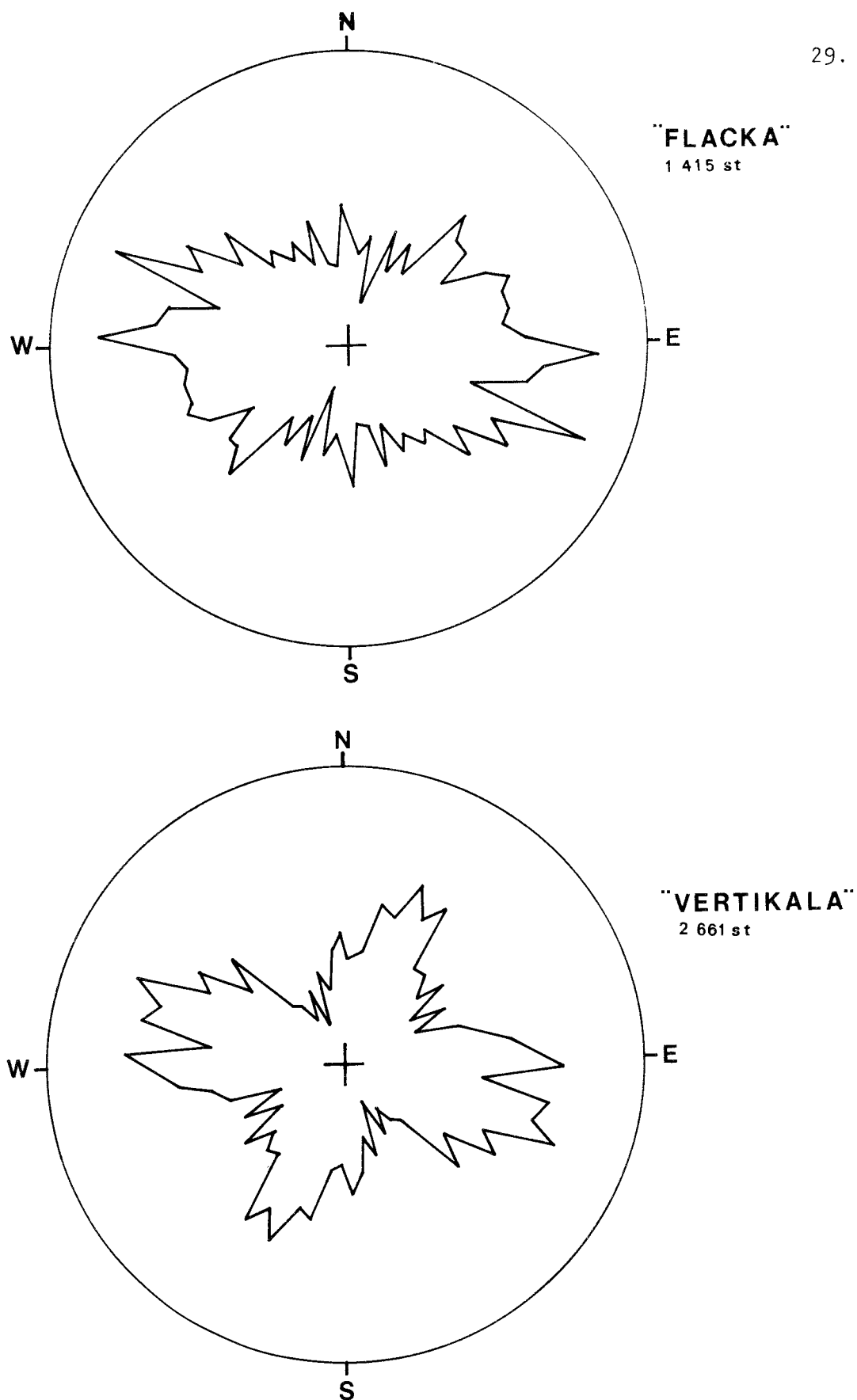


Fig. 13. Frekvensfördelningen av strykning hos alla i västra Blekinge uppmätta sprickor, vars stupning är $\zeta = 57^\circ$ (överst, "flacka") respektive $58 - 90^\circ$ (underst, "vertikala").

De vertikala (stupning $58^{\circ} - 90^{\circ}$) ytornas strykningsfördelning är generellt tydligare och mera varierad än de lutande ytornas. Diabasgångarnas strykningsriktning är väl företrädd i form av ett maximum i $N20^{\circ} - 25^{\circ}E$. Lika tydligt är ett maximum exakt vinkelrätt däremot. Detta har ingen enkel förklaring, t.ex. såsom representant för primära skjuvytor, trots att de i fält ofta har skjuvkaraktär. De har tidigare (se Larsson, 1963) ansetts bildade genom sekundära deformationsrörelser. Det är dock troligare att de utgör primära sprickbildningar, eftersom de tydligen är lika vanliga som de primära tensionsprickorna. Sannolikt är deras bildning i stället en effekt av en snabb avlastning (nollställning av kompressionen) i kombination med en tillräckligt stor tröghet i bergmaterialens elasticitetsegenskaper. "Tvärande" tensionsprickor förekommer vanligen inte i samband med kompressionsförsök på elastiska material i laboratorium, men är beskrivet av Nesetova & Lajtai (1973) just i samband med snabb avlastning. Att det också är ett naturligt förekommande fenomen bekräftas av Loberg (1973), som kallar dem för "kompressionssprickor".

Liksom för de lutande sprickplanen kan man hos de vertikala ost-västliga planer lätt urskilja två frekvensmaxima - ett i $N85^{\circ} - 90^{\circ}W$ och ett i $N65^{\circ} - 70^{\circ}W$. Endast den senare riktningen har en tydlig motsvarighet i den vinkelräta positionen. Även de vertikala ytornas frekvensfördelning vad gäller strykning antyder alltså två deformationsfaser ($N0^{\circ} - 5^{\circ}E$ resp. $N20^{\circ} - 25^{\circ}E$).

Sprickmönster inom kustgnejskomplexet

Strykningsfrekvensen har beräknats för ett 20-tal delpopulationer, var och en uppdelad i brantstående ytor ("vertikala", stupning $58 - 90^{\circ}$) respektive flacka ytor (stupning $0 - 57^{\circ}$). Av dessa redovisas här enbart sådana som belyser skillnaderna mellan kustgnejs och omgivande bergarter.

Frekvensfördelningen för de utvalda delpopulationerna redovisas i form av sprickrosor på en karta, där även de kraftigaste tektoniska deformationslinjerna och bergarterna översiktligt markerats, Pl. 4.

Sprickrosorna visar på väsentliga skillnader i sprickmönster för kustgnejskomplexet jämfört med omgivande berggrund. Framför allt saknas de öppna, vertikala tensionssprickorna med nordlig till nord-nordostlig strykning. Dominerande vertikal sprickriktning är i stället den ost-västliga. Dessa sprickor har tolkats som tensionsbetingade, men är sannolikt inte öppna i samma utsträckning som de nordligt orienterade, eftersom de under kompressionsfasen och sannolikt även därefter stått under tryck.

Vidare framträder de två vertikala skjuvriktningarna (nordväst respektive nordost) tydligt inom kustgnejsområdet, medan de inom övriga områden generellt synes vara undertryckta. Detta överensstämmer med erfarenheter från motsvarande studier inom Göteborgsområdet, där praktiskt taget enbart skjuvsprickor (lutande och vertikala) är representerade i tydligt planskiffriga bergarter.

De två något olikriktade kompressionsfaserna, varom tidigare nämnts, kan skönjas i de flesta sprickrosorna. I vissa av diagrammen överväger den nordliga kompressionsfasen, i andra den nord-nordostliga. Detta

har förtydligats i en sammanfattande, förenklad karta som visar den slutliga tolkningen av det spricktekoniska skeendet på grundval av den statistiska behandlingen av sprickmätningarna, fig. 14.

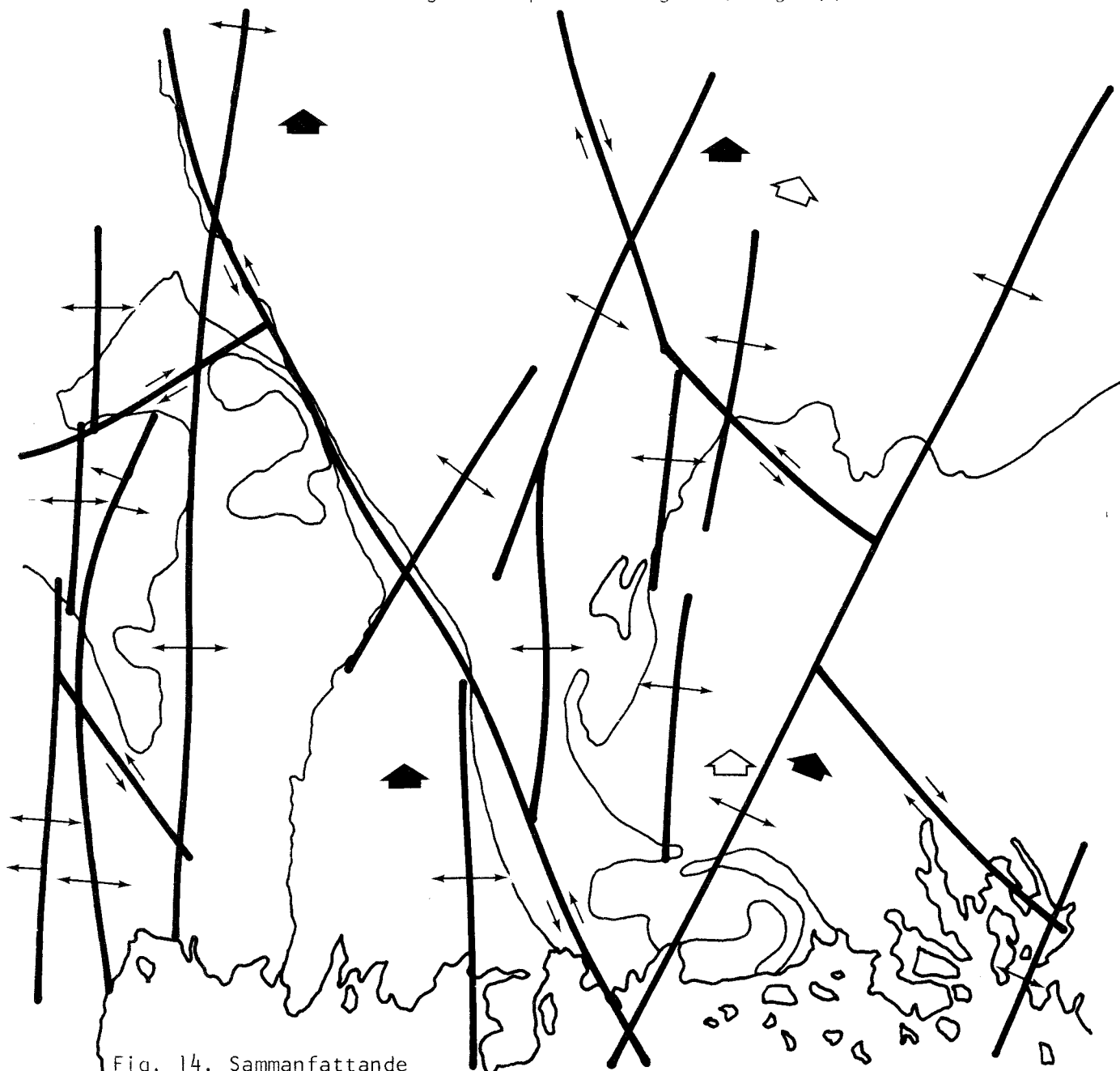






Fig. 14. Sammanfattande tolkning av västra Blekinges spricktekonik.

- Beteckningar:  Deformationsriktning, mindre kraftigt inverkan på sprickmönstret
 Deformationsriktning, kraftigt inverkan på sprickmönstret
 Kraftig tektonisk störningszon med tensionskaraktär
 Kraftig tektonisk störningszon med skjuvkaraktär

KUSTGNEJSENS HYDROGEOLOGI

Någon speciell undersökning av kustgnejsens hydrogeologi har icke kunnat utföras inom ramen av föreliggande arbetsuppgift. I samband med vissa hydrogeologiska undersökningar av den närliggande Karlshamnsgraniten har vissa begränsade erfarenheter gjorts (Larsson, 1972) även gällande kustgnejsen, vilket här skall redovisas.

Någon fullständig brunnsinventering av området har den utmätta tiden icke medgivit. För att emellertid söka belysa eventuella skillnader i vattentillgång i bergborrade brunnar inom den planskiffrika och den stängliga typen av gnejsen har en mycket begränsad inventering företagits. Tab. 3 visar vattentillgången i bergborrade brunnar inom ett typiskt planskiffrikt och ett typiskt stängligt gnejsområde.

Tab. 3.

<u>Planskiffrig gnejs (SB)</u>			<u>Stänglig gnejs (BS)</u>		
	Djup m	Vatten- tillg. l/h		Djup m	Vatten- tillg. l/h
1. Stilleryd	121	70/80	1. Stilleryd	74	560
2. Drösebo	75	800	2. Stilleryd	60	500
3. Drösebo	64	150	3. Stilleryd	38	3000/4000
4. Drösebo	95	80/90	4. Vekerum	103	"Mycket vatten"
5. Drösebo	?	90	5. Vekerum	100	520
6. Vekerum	104	0	6. Vekerum	35	5000, bevattn.
			7. Vekerum	54	500

Det är välbekant för alla hydrogeologer att uppgifter om vattentillgång från brunnsborraren till brunnsägaren måste tagas med stor försiktighet. Tid och ekonomi medger vanligen inte regelrätt provpumpning.

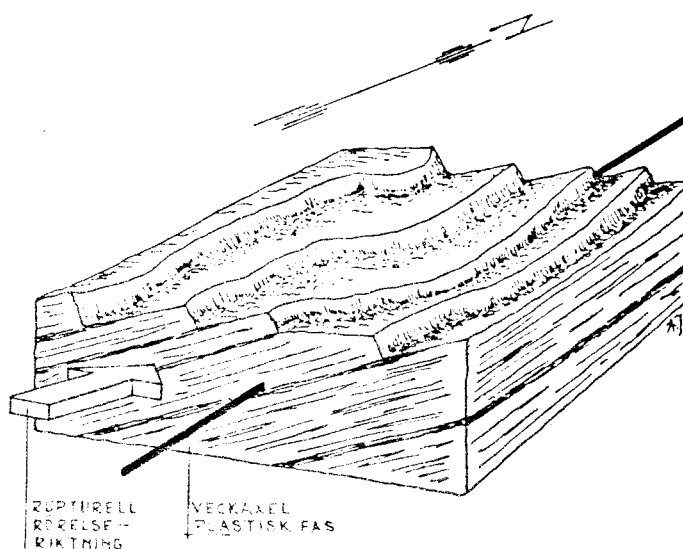
Nederbördsförhållandena vid provtillfället kan inverka avsevärt på resultatet.

Inventeringen av de föreliggande 13 brunnarna kan därför inte hård- dragas, utan endast tagas som en indikation på en ev. allmän tendens. Av det ringa materialet framgår dock att den planskiffriga gnejs- typen synes vara mera vattenfattig än den stängliga. Detta bestyrkes också av erfarenheter från tidigare undersökningar.

Som helhet bedöms kustgnejsen vara vattenfattig. Medeltalet av de ovan redovisade brunnarnas vattentillgång utgör 960 l/h. Med all respekt för det begränsade materialet kan som jämförelse framhållas att medeltalet av 1000 slumpvis utvalda brunnar i Sverige i skiftande bergartstyper har ett värde av 2400 l/h (Larsson, 1977).

Orsaken till den ringa vattentillgången i kustgnejsen har av Larsson (Loc. cit) framhållits bero på att kustgnejsen reagerat på laterala stressfenomen i krustan som en styv och motståndskraftig geologisk kropp, fig. 15.

Fig. 15. Schematisk bild, visande skiffrig del av Blekinge kustgnejs, veckaxel (plastisk fas) och deformationsriktning i ruptivell fas (diabasriktning i området).



Den mest genomgripande rupturella deformationen har varit nästan i riktning parallell med gnejsens veckaxel, vilket medfört en begränsad sprickbildning i kustgnejsen i jämförelse med vad som skett i de omkringliggande mera sköra graniterna. I och med att sprickfrekvensen är låg blir bergarten à priori vattenfattig. Sprickfrekvensmätningarna har visat att öppna sprickor av tensionstyp förekommer mycket sällan i kustgnejsen.

En annan indikation på gnejsens ringa vattenföring kan erhållas från mätningar av inläckande grundvatten i bergrumsanläggningar för oljelagring i kustgnejsområdet. Den totala volymen av dessa anläggningar är icke känd, men torde uppskattningsvis uppgå till betydligt över 1 milj. m³. Anläggningarna är utsprängda såväl i den planskiffriga som den stängliga gnejstypen, varför vissa jämförelser kan göras när det gäller vatteninläckning och förstärkningskostnader.

Tab. 4.

Inläckande vattenmängder i bergrum i kustgnejs

	<u>Volym</u>	<u>Inläckning i l/m³ utspr. berg/dygn</u>	<u>Uppfyllt/tomt</u>
<u>Stänglig_gnejs</u>			
Bergrum nr 1	189.000 m ³	0.02 l/m ³ /d	uppfyllt
Bergrum nr 2	108.000 m ³	0.06 l/m ³ /d	uppfyllt
Bergrum nr 3	108.000 m ³	0.23 l/m ³ /d (kraftig förkastn.)	tomt
<u>Planskiffrig_gnejs</u>			
Bergrum nr 4	162.000 m ³	0.12 l/m ³ /d	tomt
Bergrum nr 5	162.000 m ³	0.03 l/m ³ /d	uppfyllt

Angivelserna för bergrum nr 4 och 5 är medeltal av ett större antal rum.

Tab. 5.

Inläckande vattenmängder i bergrum i blandbergart (ådergnejs/granit)i Mellansverige

	<u>Volym</u>	<u>Inläckn. i l/m³/d</u> <u>Normal nederbörd</u>	<u>Inläckn. i l/m³/d</u> <u>Extrem nederbörd</u>
Bergrum nr 1	103.000 m ³		
Bergrum nr 2	104.000 m ³	ca. 2 l/m ³ /d	ca. 3.4 l/m ³ /d
Bergrum nr 3 (Kraftig förkastning)	82.000 m ³		

Bergrum nr 3 relativt kraftigt förklyftat, varför medeltalssiffran av de tre rummen kraftigt höjes. Bergrum nr 1 och 2 ca. 0.5 l/m³/d vid normal nederbörd.

Tab. 4 bestyrker att kustgnejsen generellt sett är en vattenfattig bergart. En inläckning av 0.02 - 0.05 l/m³ utsprängd volym/dygn vid uppfyllt bergrum måste anses synnerligen ringa. Som jämförelse visas i tabell 5 inläckningens storlek i några bergrum i Mellansverige i en blandbergart (ådergnejs/pegmatit/granit). Bergrum nr 3 i denna serie är ovanligt kraftigt tektoniskt påverkat, varför det kan lämnas utanför diskussionen.

En inläckning av ca. 0.5 l/m³/d vid normal nederbörd i bergrum 1 och 2 får anses normalt för denna typ av berggrund och tektonik. En jämförelse med inläckningssiffrorna från kustgnejsen är mycket talande.

Av tabell 4 framgår vilken betydande procentuell skillnad det är mellan inläckning i uppfyllt och i tomt bergrum.

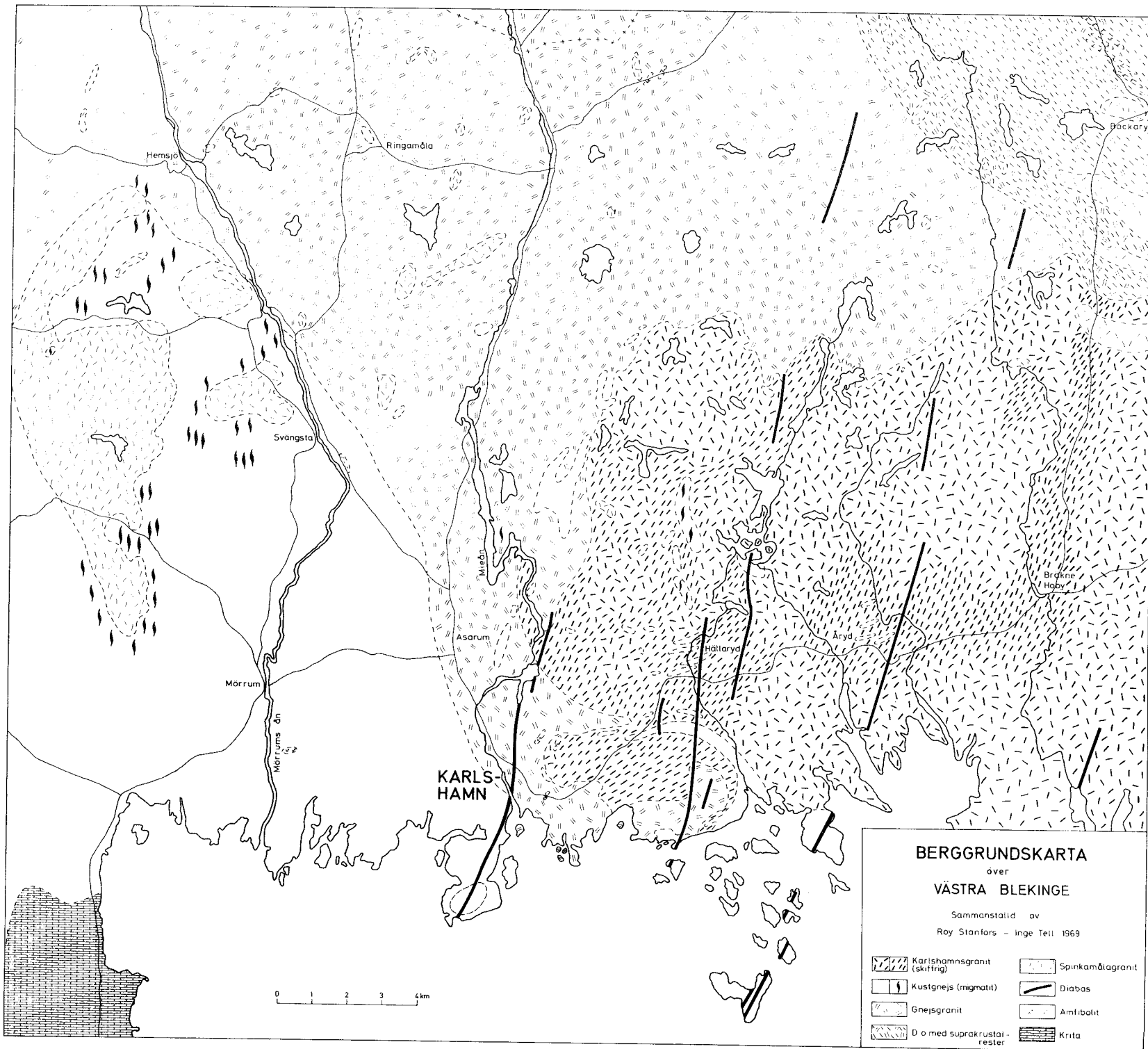
Förstärkningskostnaden per m³ utsprängt berg vid anläggning av oljelagringsrum brukar tagas som ett allmänt mått på bergets kvalitet.

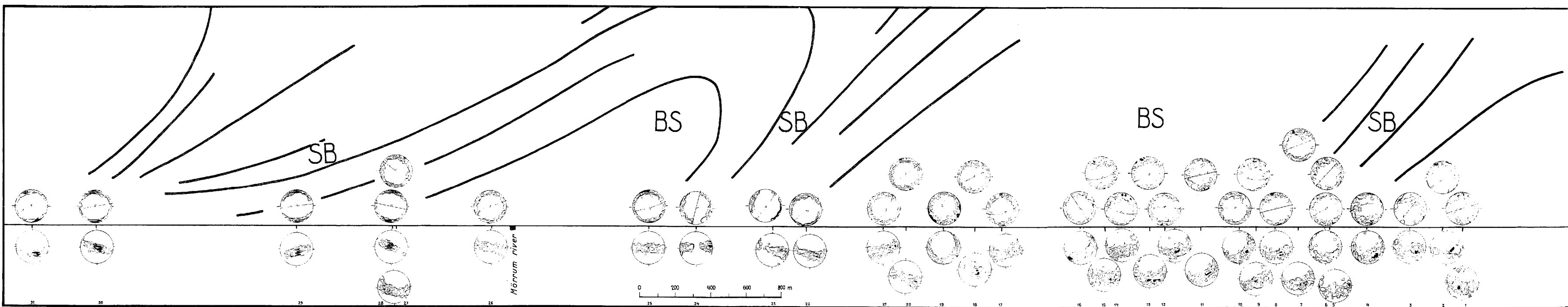
Denna siffra speglar i viss mån även bergets täthet. Som en notis att öka kunskapen om olikheterna mellan den planskiffriga och den stängliga typen av kustgnejs ur bergmekanisk synpunkt kan meddelas att förstärkningskostnaden för 4 bergrum i den stängliga gnejstypen har varit 6 kr/m^3 , medan för bergrum 7 i den planskiffriga typen förstärkningskostnaden uppgått till 3 kr/m^3 .

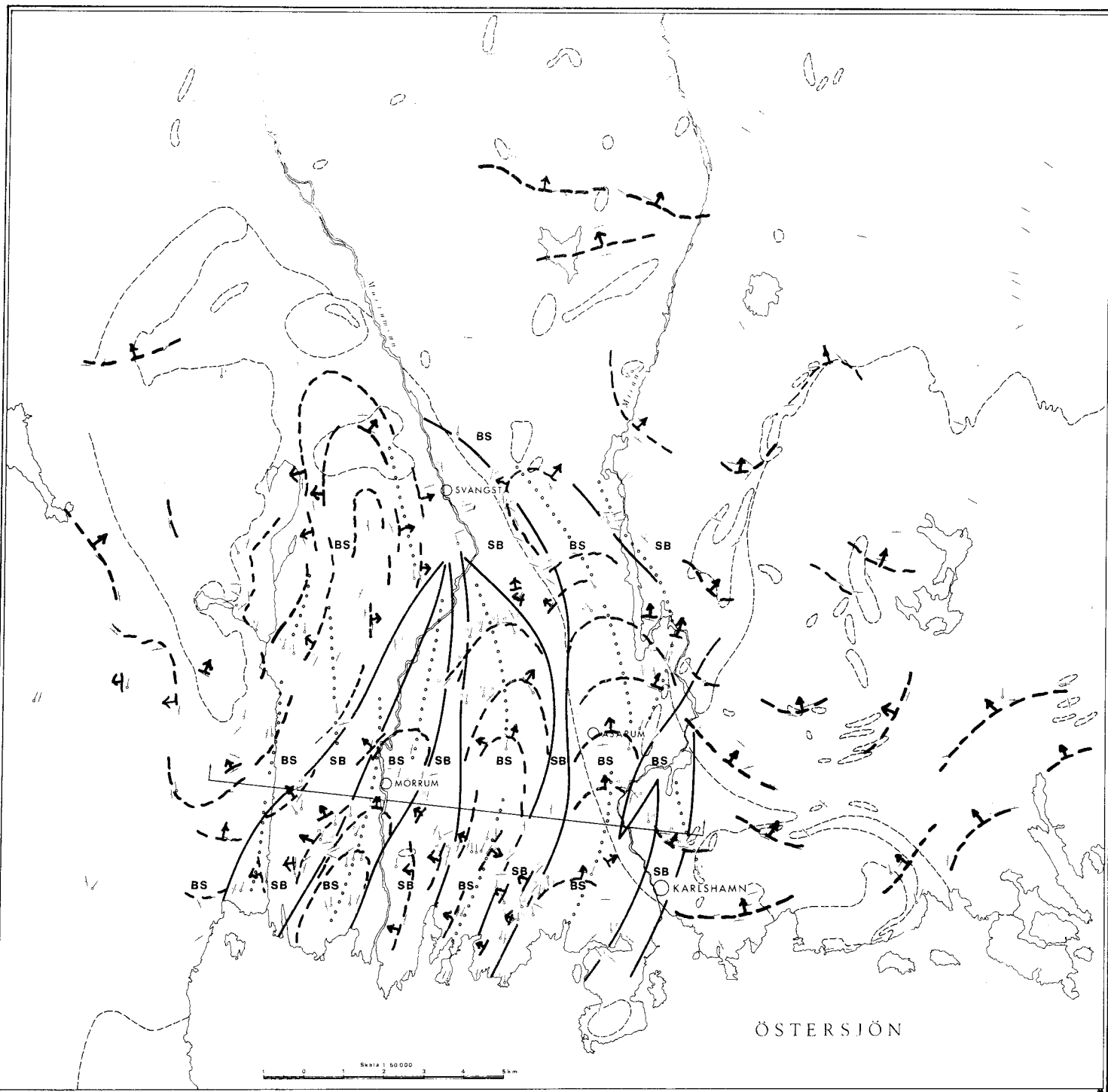
REFERENSER:

- Andersson, W., 1975, The Västana formation. Avhandl. Geol. Inst., Lund.
- Asklund, B., 1947, Svenska stenindustriområden 1-2. Gatsten och kantsten. SGU C 479.
- Blomberg, A., 1900, Geologisk beskrifning öfver Blekinge län. SGU Ca 1.
- Bäckström, H., 1897, Västanafältet, en petrogenetisk studie. SGU C 168.
- Hedström, H. & Wiman, C., 1906, Beskrifning till blad 5 omfattande de topografiska kartbladen Lessebo, Kalmar, Karlskrona, Ottenby (samt Utklipporna). SGU A1 a 5.
- Holst, N. O., 1879, Beskrifning till kartbladet Lessebo. Berggrunden. SGU AB 8.
- Larsson, I., 1954, Structure and landscape in western Blekinge, south-east Sweden. Lund Studies in Geography. Ser. A, No 7.
- 1963, Tectonic and morphologic studies in Precambrian rocks at ground water prospecting in south Sweden. GFF, Vol. 85, 320-340.
- 1967, Anisotropy in Precambrian rocks and post-crystalline deformation models. Geografiska Annaler, ser. A, 2-4.
- 1970, Grundvatten i urberget i södra Sverige. "Grundvatten". P A Norstedt & Söners förlag, Stockholm.
- 1972, Ground water in granite rocks and tectonic models. Nordic Hydrology 3, 111-129.
- 1977, Torra och vattenrika bergartstyper i svenskt urberg. VATTEN, 33. 2, 96-101.
- Larsson, I. & Fröberg, C. E., 1953, A reconstruction of an ancient folding in Precambrian. Lund Studies in Geography. Ser. A, No 6.
- Larsson, I., & Stanfors, R., 1970, Observations on magnetic properties of diabase dikes in a Precambrian area in southern Sweden. Geophysik und Geologie, Folge 15.72-77.
- Loberg, B. B., 1973, Geologiska material och Sveriges berggrund. P A Norstedt & Söners förlag, Stockholm
- Moberg, J. C., 1896, Untersuchungen über die Grünsteine des westlichen Blekinge und angrenzenden Teile Schonens. SGU, C 158.
- Nesetova, V. & Lajtai, E. Z., 1973, Fracture from compressive stress concentrations around elastic flaws. Int. J. Rock Mech. Sci., Vol. 10. 265-284.

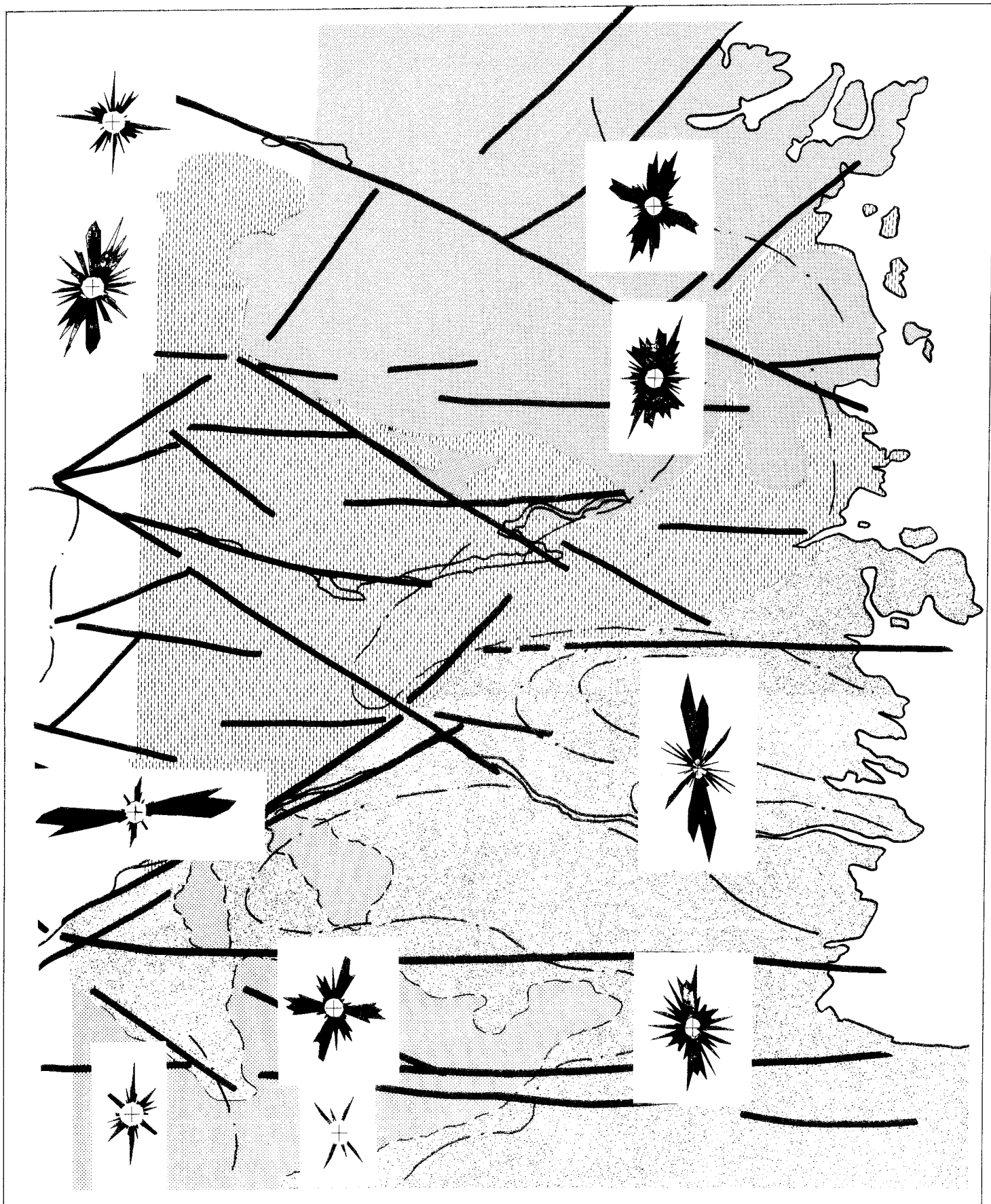
- Norin, R., 1936, Contributions to the geology of western Blekinge. GFF, 58, 481-561.
- 1959, Några genetiska relationer inom södra Sveriges urberg. GFF, 81, 427-466.
- Sander, B., 1948, Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, I., Springer Verlag, Wien und Innsbruck.
- Wiklander, U., 1973, Blekinges urberg. Blekinges Natur 1973, 45-63.
- 1974, Precambrian petrology, geochemistry and age relations of northeastern Blekinge, southern Sweden. SGU, C 704.
- Zeck, H.P., 1971, Prehnite-pumpellyite facies metamorphism in Precambrian basement rocks of Sweden. Contr. Miner. Petrol. 32, 307-314.







.....	Strike of gneiss
-----	General trend of fold axes
----->	Direction of fold axis
-----	Strike and dip
BS	Coastal gneiss, more B- than S- tectonite
SB	----- S- ----- B- -----
-----	Boundary line between different tectonic areas



Förteckning över tekniska rapporter

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

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

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

22. The influence of rock movement on the stress/strain situation in tunnels or bore holes with radioactive conisters embedded in a bentonite/quartz buffer mass.
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1977-08-22
23. Water uptake in a bentonite buffer mass.
A model study.
Roland Pusch
Högskolan i Luleå 1977-08-22
24. Beräkning av utlakning av vissa fissionsprodukter och aktinider från en cylinder av franskt glas.
Göran Blomqvist
AB Atomenergi 1977-07-27
25. Blekinge kustgnejs, Geologi och hydrogeologi
I Larsson KTH
T Lundgren SGI
Ulf Wiklander SGU
Stockholm, augusti 1977
26. Bedömning av risken för fördröjt brott i titan.
Kjell Pettersson
AB Atomenergi 1977-08-25
27. Strålskärmsberäkningar för KBS.
Behållare för deponering av BWL- resp
PWR-bränsle
Rune Håkansson
Göran Olsson
AB Atomenergi 1977-09-06