

OSKAR KULLING
ÖVERSIKT ÖVER
NORRA
NORRBOTTENSFJÄLLENS
KALEDONBERGGRUND

SUMMARY:

THE GEOLOGY OF THE CALEDONIAN ROCKS OF
THE NORTHERN NORRBOTTEN MOUNTAINS

MED EN KARTA I SKALA 1:400 000

SAMT TVÅ SPECIALKARTOR I SKALA 1:200 000



STOCKHOLM 1964

OSKAR KULLING

ÖVERSIKT ÖVER
NORRA NORRBOTTENSFJÄLLENS
KALEDONBERGGRUND

MED EN KARTA I SKALA 1:400 000 SAMT TVÅ
SPECIALKARTOR I SKALA 1:200 000

SUMMARY:
THE GEOLOGY OF THE CALEDONIAN ROCKS OF
THE NORTHERN NORRBOTTEN MOUNTAINS

STOCKHOLM 1964

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

I. Inledning	3
II. Geologiska undersökningar före översiktskartläggningens igångsättande år 1946 ..	3
III. Kartläggningens förlopp, kartunderlaget, arbetsförhållandena samt förteckning på medarbetarna	13
IV. Berggrundsindelning och bergartstyper	16
A. Berggrundsindelning	16
B. Några inledande ord om de olika tektoniska enheternas utbredning och bergartstyper	18
V. Stratigrafiska data	24
A. Hyolithusseriens autoktona sedimentlagerföljd	24
1. Hyolithusserien inom östra fjällranden	24
a) Inom östra delen av Torneträskområdet	24
b) Inom Pältsaområdet	40
c) Inom Rautasjaureområdet	41
d) I området mellan Rautasjaure och Vistasvagge	42
e) I området mellan Vistasvagge och Kaitumsjöarna	43
f) I området mellan Kaitumsjöarna och Stora Luleälvs vattudal	43
2. Hyolithusserien i fönsterområdena	50
a) Kuokelfönstret	50
b) Sjangelifönstret	51
Norra delen	51
Södra delen eller Sitasjaureområdet	59
B. Den undre skollberggrunden	66
1. Berggrundsöversikt och typsektioner	66
2. Inom Pältsaområdet	72
3. Norr om Torneträsk	73
4. Mellan Torneträsk och Rautasjaure	74
5. Mellan Rautasjaure och Vistasvagge	77
6. Kebnekaiseområdet	77
7. Mellan Kebnekaiseområdet och Stora Luleälvs vattudal	77
C. Den mellersta skollberggrunden	82
1. Berggrundsöversikt m.m.	82
2. Pältsaområdet	86
3. Torneträskområdet	87
4. Fjällranden mellan Torneträskområdet och Stora Luleälvs vattudal	96
5. Sitasjaureområdet	96
6. Akkajaureområdet	100
D. Den övre skollberggrunden	101
1. Berggrundsöversikt m. m.	101
2. Pältsaområdet	102
3. Torneträskområdet	103
4. Mellan Torneträskområdet och Kebnekaise-Sälkaområdet	108
5. Kebnekaise-Sälkaområdet samt fjällen söder därom	109
6. Området väster om Sitasjaure	112
VI. Om vecktekonik och linjära strukturer	114
VII. Norra Norrbottensfjällens berggrund i dess förhållande till omgivande delar av den nordskandinaviska kaledonberggrunden	119
A. Anknytningar mot väster	119
B. Anknytningar mot norr	127
C. Anknytningar mot söder	130
D. Om Stora Seveskollan och den översta skollberggrunden	132
Litteraturförteckning	134
Summary: The geology of the Caledonian rocks of the northern Norrbotten mountains ..	136
Tavla I—III	Innanför bakre omslaget

Översikt över norra Norrbottensfjällens kaledonberggrund

En kommentar till kartan över den kaledoniska bergskedjans berggrund i nordligaste delen av svenska Lappland (från Treriksröset i norr till Stora Lule älvs vattudal i söder)

I. Inledning

När förf. till denna berggrundsöversikt av chefen för Sveriges geologiska undersökning 1945 erhöll uppdraget att påbörja en översiktskartläggning av den av kaledonisk berggrund uppbyggda nordväst delen av Norrbottens län, hade länets sydöstra del, urbergsdelen, med dess rikedom på värdefulla malmer redan länge varit föremål för omfattande berggrundskartläggning och prospektering. Att den kaledoniska berggrunden i NV tidigare i stor utsträckning ej kommit med i programmet hade sin orsak i att denna berggrund utgör ett vidsträckt högfjällsområde utan bebyggelse och dessutom ända till in i sen tid svårtillgängligt.

Vid fältarbetets igångsättande sommaren 1946 var det för handen varande materialet av data om Norrbottensfjällens berggrund därför ganska ringa. Över några mindre områden, såsom området söder om Torneträsk (Holmquist 1910), Sarekhögfjällen (Hamberg 1910) och Gautojaure—Storlaisanområdet (F. Kautsky 1940), hade värdefulla undersökningar publicerats. Det, som var känt om övriga delar av Norrbottensfjällens berggrund hade, kan man säga, huvudsakligen erhållits under geologiska strövtåg. De äldre kartbilderna över fjällområdets berggrund voro i mycket liten skala, otillförlitliga och schematiska. Den helt övervägande delen av det vidsträckta fjällområdet var berggrundsgeologiskt sett nästan okänd. Emellertid innehöll den äldre litteraturen många värdefulla upplysningar om Norrbottensfjällens berggrund och återspeglade den genom åren växlande uppfattningen om den kaledoniska bergskedjans problemkomplex.

II. Geologiska undersökningar före översiktskartläggningens igångsättande år 1946

Ända till i början av innevarande århundrade var det mångenstädes lättare att ta sig in i Norrbottensfjällen från norska sidan av riksgränsen än från den svenska. Det var, kan man säga, normannen Karl Pettersen från Tromsö, som inledde de berggrundsgeologiska undersökningarna av norra Norrbottensfjällen i samband med sina undersökningar av Nordnorges berggrund. I en rad skrifter redogjorde han för berggrundens sammansättning inom Tromsö amt. Han kom därvid till insikt om, som han säger i en skrift om »Det nordlige Sveriges og Norges geologi» (Pettersen 1878), att »de omhyggelige undersøkelser paa norsk side vilde neppe kunne kaste fuldt lys over forholdene her, med mindre de

støttedes til dermed sammenhaengende undersøkelser paa svensk side». Pettersen redogör i sin skrift för de geologiska resultat, som han erhållit på svenska sidan gränsen inom södra delen av Norrbottensfjällen. Han pläderar för ett samarbete över riksgränsen. P. hade efter avslutandet av sitt fältarbete sommaren 1877 inom Norrbottensfjällen fortsatt till Stockholm och där tagit del av de svenska synpunkterna. I sin redogörelse omnämner Petersen »et netop udkommet skrift »av Hummel (1877) om vissa malmfyndigheter i Gällivare och Jukkasjärvi socknar i Norrbottens län. I skriften finnes även en redogörelse för vad som då var känt om berggrunden inom de tills dato undersökta delarna av Norrbottens län. Skriften åtföljs av en karta i skala 1:2/3 mill. över områdets berggrund. Kartan innefattar även fjällområdet kring Torneträsk. För trakten kring Torneträsks västra del samt området sydväst därom fram till norska gränsen i Sjangelitrakten ger kartan värdefulla bidrag till tolkningen av fjällkedjans lagringsförhållanden. Men vad kartan visar för andra delar av fjällområdet är delvis endast lösa antaganden. Så är fjällberggrundens östgräns ett par tiotal km S om Torneträsk placerad ca 30 km för långt mot V. I Torneträskområdet urskiljer Hummel följande bergartsled inom fjällberggrunden uppifrån räknat: Glimmerskiffer, mörka skiffer till grafitskiffer, kalksten, kvartsitskiffer med inlagringar av granit, gnejs och kalksten, kvartsit och kvartsitsandsten, lerskiffer med konglomerat samt konglomerat med skifferlager. Sedimentberggrunden vilar på urbergsganit. Vad beträffar Sjangelitrakten anser Hummel att detta områdes kopparmalm i »dioritskiffer» är en inlagring i kvartsitskiffren i den ovan nämnda lagererien. Numera placeras Sjangelimalmen med omgivande berggrund i fjällkedjans urbergsunderlag. Men eljest ger Hummel en i stort riktig bild av bergartsföljden inom fjällen S om Torneträsks västligaste del.

K. Pettersen företog år 1887 en översiktsresa längs Torneträsk, som resulterade i en berggrundskarta med beskrivning över fjällen mellan Torneträsk och riksgränsen mot Norge i norr, publicerad strax efter fältarbetets slut (Pettersen 1887). Pettersen, som framlade sina resultat året innan A. E. Törnebohm för första gången skisserade sin överskjutningsteori, utgår från att avlagringarna inom fjällkedjan ligga i ursprungliga lägen. Pettersen jämför sina undersökningsresultat från svenska sidan gränsen med resultaten från Nordnorge samt tillämpade vid jämförelsen sin på norskt material grundade formationsindelning. Han har norr om Torneträsk den berggrundsindelning, som framgår ur tabellen härintill.

Silur	Tromsögruppen	Glimmerskiffer med kalksten
	Balsfjordgruppen	Lerglimmerskiffer och grönaktig kvartsitisk skiffer (benämnes även hårdskiffer) med inlagringar av dolomit
Kambrium	Dividalsgruppen	Röda och gröna lerskiffer samt kvartsiter
Urberg		Granit och järngnejs

På den karta, som åtföljer Pettersens uppsats, ha så gott som alla de högsta fjälltopparna norr om träsket fått Tromsögruppens beteckning. Pettersen meddelar emellertid: »Hvorvidt Balsfjordgruppen her ligesom på norsk side vil findes overlejet af lagraecker tilhørende den kalstensförende glimmerskifer, fik jeg på grund av vejrforholdene beklageligvis ikke anledning til ligefremt at undersøge». Vad beträffar de stora arealer amfibolit, som finnas inom de östra högfjällen norr om Torneträsk, omnämnas de ej i Pettersens redogörelse, då endast de lägre fjällen närmast sjön blevo föremål för undersökning. Pettersen har inom Balsfjordsgruppens berggrund observerat ett område av gnejs. Men han kom ej till klarhet hur gnejsen förhöll sig till omgivande skiffrar, och tar för den skull ej med gnejserna på kartbilden eller i sitt schema. Pettersens resultat förde emellertid trots sina brister och förbiseenden vår kännedom om Torneträskområdets och hela Norrbottensfjälles berggrund ett stort steg framåt.

Om man jämför den berggrundskarta över Norrbottens län, som (samman- dragen av E. Svenonius) publicerades 1892 av Sveriges geologiska undersökning, med den nuvarande kartbilden, så ser man, hur föga känd berggrundens samman- sättning då var inom fjällkedjan. I sin redogörelse för fjällberggrunden uppdelar Svenonius »Fjällbildningarna» i sex grupper, nämligen Amfibolitserien, Fyllitserien, Fyllitserien med övervägande granit, Glimmerskifferserien, Glimmerskiffer- serien med övervägande granit samt slutligen underst Hyolithusserien. Utom de i dessa serier förekommande bergarterna har förf. observerat kalksten, grönsten, olivingabbro och olivinsten. Amfibolit finnes på kartan intecknad endast i ett område, där Kebnekaise utgör ett centralt parti. Med Fyllitserien med övervägan- de granit avses bl. a. delar av den berggrund, som senare fick benämningen Sjangeli urbergsfönster. I västra delen av området dominerar Fyllitserien och i östra delen Glimmerskifferserien och Hyolithusserien. Några dolomit- och kalk- stensförekomster kring Torneträsk betecknas som kalksten. Hyolithusserien, som på nuvarande kartbild endast intager en smal zon i fjällranden i öster och kring Sjangelifönstrets urberg i väster, har på 1892 års karta ställvis en bredd av över 20 km. Det, som nu benämnes den undre och den mellersta skollberggrunden, är i stor utsträckning inbegripet i Hyolithusserien på Svenonius' karta. Namnet Hyolithusserien kommer av att Svenonius år 1883 i en lerskiffer i fjällranden norr om sjön Tjeggelvas inom södra hälften av Norrbottensfjällranden påträffade ett exemplar av en Hyolites (dåtida skrivsätt Hyolithus) av, som det visade sig, underkambrisk ålder (Svenonius 1883). På s. 36 i sin redogörelse för berggrunden år 1892 har Svenonius redogjort för fem stycken lagerföljder genom »Hyolithus- serien». Utom de sandstenar, konglomerat och lerskiffrar, som nu äro de vik- tigaste bergarterna inom Hyolithusserien, har Svenonius till denna serie även räknat metamorfa sediment samt en bergart, som han kallar Ramanskiffer och förmodar ha sedimentärt ursprung. Ramanskiffern bildar överallt det översta ledet i Svenonius' Hyolithusserie. Ramanskiffern har vid senare undersökningar visat sig utgöra en rad olikartade kataklastiska bergarter, representerande över-

skjutna urbergseruptiv, mest graniter och syeniter, men även ett flertal andra starkt skiffrika, metamorfa sediment- och eruptivbergarter inom den undre och mellersta skollberggrunden. Den endast några få sidor omfattande beskrivningen av övriga fjällbergarter bjuder på föga av intresse. Svenonius har ej till fullo insett betydelsen av Pettersens pionjärarbeten. Ej heller har Svenonius blivit anhängare av Törnebohms överskjutningsteori. Men han utesluter ej möjligheten av att delar av fjällberggrunden kan ha blivit överstjälpta och bildat liggande veck. Senare, (1893), har han framfört den uppfattningen, att den fyllitserie, som han tidigare placerat inom övre delen av fjällberggrunden, sannolikt i huvudsak utgör en västlig metamorf motsvarighet till Hyolithusserien och alltså skall förläggas under glimmerskifferserien. Törnebohm gör samma år (1893) ett »Försök till tolkning av det nordligaste Skandinavians fjällgeologi». Efter en tillbakablick på de ovan nämnda forskarnas insatser drar han den slutsatsen, att det enda, som synes vara någorlunda säkert, är, att Pettersens »Tromsö glimmerskiffergrupp», Hummels »glimmerskiffer» och Svenonius' »glimmerskifferserie» avser en och samma berggrundsserie. Dessutom betonar Törnebohm, att — som Pettersen tidigare framhållit — dennes »Dividalsgrupp» synes motsvara Svenonius' »Hyolithusserie» och Hummels »lerskiffer» med »sandsten». Detta innebär, att de metamorfa bergarterna, »Ramanskifferna», då böra utmönstras ur »Hyolithusserien». Törnebohm visar genom exempel upp, hur stor osäkerheten ännu är beträffande tolkningen av de nordligaste svenska fjälltrakternas berggrundsgéologi. Han menar, att man genom att göra jämförelser mellan de ännu endast översiktligt kända förhållandena inom berggrunden i de nordliga fjälltrakterna och de mycket bättre kända förhållandena i de centralskandinaviska fjällområdenas berggrund bör kunna få riktlinjer för tolkningen av de förstnämnda fjälltrakternas berggrund.

Kopparmalmen i Sjangelifältet blev kring mitten av 1890-talet föremål för undersökning. I samband härmed utförde W. Pettersson för Sveriges geologiska undersöknings räkning en kartläggning, som även omfattade den kaledoniska berggrunden närmast Ö om Sjangelis urbergfält. Pettersson (1897) har lämnat en värdefull redogörelse för berggrundens sammansättning. Redogörelsen åtföljs av en upplysande berggrundskarta. Enligt Pettersson avsattes på det uppresta, brant stupande urbergsunderlaget en lagerföljd av arkos och lerskiffer. Ovan sedimenten följa gnejsiga, starkt pressade bergarter, som bedömas sannolikt höra hemma i en överskjuten berggrund. De väl bevarade sedimenten mellan gnejsen och urbergsunderlaget anses höra hemma i Hyolithusserien. En berggrundskarta över de mellersta delarna av Norrbottensfjällen från Saggat i söder till norr om Kebnekaise i norr har år 1900 sammanställts av F. Svenonius. Beskrivning och karta ha, ehuru utförda under ett mångårigt fältarbete i SGU:s tjänst, publicerats i GFF (i Bd 22). Kartbilden är i skala 1:500 000. Dess norra del faller inom Norra Norrbottensfjällen och är den första översiktskartan över dessa fjälltraktens berggrund. Svenonius var, som sagt, ej någon anhängare av överskjut-

ningar. För den del av kartområdet, som ligger N om Akkajaures sjösystem, har Svenonius följande berggrundsindelning:

Amfiboliter och grönstenar Högfjällsgraniter	} I öster	Fylliter m. m. (Enkrinitzonen i vidsträckt bemärkelse)	} I väster
Hyolithuszonerna i vidsträckt bemärkelse: Lerskiffrar och sandstenar			

Med Hyolithuszonerna i vidsträckt bemärkelse menar Svenonius icke blott den berggrund, som numera avses med ifrågavarande namn, utan även det ofta breda parti av fjällkedjeberggrundens urbergsunderlag, som nu går under namnet Snavva-Sjöfallsgruppen och innehåller en rad metamorfa sediment m m. En stor del av den berggrund, som Svenonius tidigare beskrivit under namnet Raman-skiffer och då placerat i Hyolithuszonens översta del, har han nu mönstrat ut, varvid han låtit de kataklastiska, sura eruptiven få beteckningen högfjällsgraniter. Dock placerar Svenonius fortfarande partier av den berggrund, som nu räknas som överskjuten, i Hyolithuszonerna men betecknar den som en metamorfoserad del av densamma. Högfjällsgraniterna, vilka i stort motsvara de bergarter, som nu benämnas kataklastiska urbergsbergarter av övervägande granitisk och syenitisk sammansättning inom den undre och mellersta skollberggrunden, anser Svenonius vara under kaledonisk tid uppträngda eruptivbergarter, vilka i form av en serie mäktiga lavabäddar skulle ha lagrats på Hyolithuszonens sediment. Högfjällens amfiboliter ägnas mindre uppmärksamhet. De anses i stort sett ligga på högfjällsgraniterna. Fyllitberggrunden, som även benämnes enkrinitzonen, utgör ett brett fält inom de västra fjälltrakterna. Namnet enkrinitzonen anger, att Svenonius i marmorinlagringar inom fyllitonen på några enstaka platser inom mellersta delen av Norrbottensfjällen funnit stjäkleder av pelmatozoer. Fyllitonen berggrund omnämnes ganska kortfattat.

A. E. Törnebohm (1901) fick år 1900 tillfälle att besöka Torneträskområdet samt fjällen kring Ofotenfjorden och Balsfjorden på norska sidan av gränsen. Han kom till insikt om att hans tidigare framförda och på andrahandsmaterial grundade uppfattning om områdets lagringsförhållanden ej var riktig. Hans nya försök till tolkning har emellertid svagheten, att bergartsformationer inom långt från varandra belägna fält, såsom Varangerhalvön, Tromsötrakten och Torneträskområdet, ställas i relation till varandra utan att nödiga bevis framlagts. Törnebohms försök till jämförelse mellan kaledonberggrunden i nordliga Skandinavien och i centrala Skandinavien (huvudsakligen Trondheimsfältet) är därför utan intresse, i all synnerhet som de bergartsgrupper, vilka Törnebohm urskiljer i de båda delarna av den skandinaviska kaledonberggrunden, numera ej kunna betraktas som enhetliga grupper. Det värdefulla i Törnebohms undersökning är emellertid, att överskjutningsteorien blev tillämpad på de norra fjälltrakterna. Dessutom innehåller Törnebohms skrift en rad beaktansvärda synpunkter. Törne-

bohms besök gav också anledning till fortsatta undersökningar inom Torneträskområdet genom att han efter hemkomsten föreslog P. J. Holmquist att företaga en kartläggning av berggrunden »utmed Torneträsk fram till Norska kusten vid Ofotenfjord». Kartläggningen kunde nu ske under betydligt gynnsammare förhållanden än tidigare, enär malmbanan längs Torneträsk mot Narvik höll på att byggas.

Holmquist offentliggjorde år 1904 en berggrundskarta, »En profil över den kaledoniska fjällkedjan vid Torneträsk», över fjällberggrunden längs malmbanan från fjällranden i öster vid Luopakte till Ofotenfjorden i väster. De i riksgransområdet blottade graniterna med inlagringar av gnejsbergarter och glimmerskiffrar hänför Holmquist, liksom tidigare W. Pettersson gjort, till det i ett fönster blottade urbergsunderlaget till fjällberggrunden. Han anser även, att de på riksgränsurberget avlagrade sandstens- och lerskiffersedimenten mycket liknar den östra fjällrandens Hyolithusserie. Men han använder för sedimenten ifråga benämningen silur. På denna silur i Ö vilar kataklastiska graniter och syeniter, på dessa i sin tur »hårdskiffrar». Båda dessa bergartskomplex få emellertid på berggrundskartan en och samma beteckning och anses av Holmquist vara lokalt överskjuten urbergsberggrund. Anledningen till att Holmquist ej vill biträda Törnebohms uppfattning om långa överskjutningar synes vara, att Holmquist påträffat syenit inom urbergsunderlaget och på grund därav kommit till den uppfattningen, att de kataklastiska syeniterna inom överskjutningsberggrunden kommit från en helt närliggande rotzon, dvs. skulle vara av parautokton natur. Emellertid har Holmquist på sin karta utskilt ett sammanhängande smalt fält av »silur» längs gränsen för överskjutningsberggrunden, varför hans kartresultat motsäga hans uttalade uppfattning. I mellersta delen av den av Holmquist kartlagda öst-västliga zonen S om Torneträsk vila mäktiga amfiboliter på plattan av hårdskiffrar och kataklastiska eruptivbergarter. Enligt Holmquist kommer längre i V kalksten och granatglimmerskiffer med svarta skifferinlagringar samt, på krönen av de västra Abiskohögfjällen, glimmerskiffer. Trots att Holmquist både i den av honom meddelade sektionen genom fjällområdet och i texten gör gällande, att berggrunden i de västra Abiskohögfjällen ligger flackt skålformigt, vill han emellertid räkna de grafitiska skiffrarna som siluriska, medan ovan- och underliggande kristallina skiffrar anses vara av urbergsålder eller i varje fall av oviss ålder. De svarta skiffrarna skulle alltså enligt Holmquist genom komplicerade rörelser kommit att skenbart bilda lager i de kristallina skiffrarna. Holmquists uppfattning om byggnaden hos såväl de västra som de östra delarna av Torneträskområdets berggrund bygger mycket mera på hans förutfattade mening om berggrundens åldersförhållanden och tektonik än på de erhållna kartläggningsresultaten, vilka äro långt mer upplysande, än han har velat inse.

Efter publicerandet av ovanberörda skrift fortsatte Holmquist sina fältundersökningar i Torneträskområdet med avsikt att till Internationella geologkongressen i Stockholm 1910 kunna lägga fram en mera fullständig redogörelse för

berggrundens sammansättning i området S om Torneträsk. Han fick därvid en mycket god hjälp av J. Chr. Moberg, som sommaren 1907 besökte Torneträskområdet för att i den genom Holmquists undersökningar kända lagerföljden inom Hyolithusserien söka finna verkligt daterbara fossil. Förhållandet var nämligen det, att ett tidigare i löst block funnet fossil vid Luopakte i östra delen av Torneträskområdet givit anledning till en förmodan, att lager av möjligen mellanordovicisk ålder skulle vara för handen inom övre delen av Hyolithusserien. Denna uppfattning stämde mycket dåligt överens med vad som tidigare var känt om Hyolithusseriens ålder, vilken enligt de av Svenonius gjorda insamlingarna av fossil skulle vara underkambrisk. Moberg, som var en tränad evertebratpaleontolog och stratigraf, lyckades få fram ett flertal väl bestämbara fossil ur Hyolithusseriens sedimentberggrund (Moberg 1908). Fossilfynden gjordes dels inom Luopaktefjällets nordbrant, dels i området V därom. De insamlade fossilen voro alla av underkambrisk ålder. Genom sina omsorgsfulla uppmätningar av sedimentlagerföljden i de nämnda områdena har Moberg lämnat ett väsentligt bidrag till utredandet av Hyolithusseriens stratigrafi. Luopaktes nordbrant har blivit en klassisk lokal.

Holmquists till geologkongressen färdigställda beskrivning (1910) av berggrunden S om Torneträsk utgör ett mycket värdefullt bidrag till vår kännedom om berggrundsgeologin inom detta område. Hans berggrundskarta visar, att han är en vederhäftig berggrundskartör. På den nya kartan har Holmquist skilt ut hårdskiffrarna från de dem underlagrande, kataklastiska sura urbergseruptiven. Om hårdskiffrarnas genesis och ålder är H. rätt osäker. Han anser dock, att de till en del ha kvartsitliknande utseende och att de delvis kan ha arkosartade sediment som utgångsmaterial. Vad amfiboliterna beträffar vill Holmquist räkna dem som närmare förbundna med deras underlag av hårdskiffrar än med glimmerskifferberggrunden i V. De svarta skiffrarna, som äro inlagrade i de västra Abiskohögfjällets granatglimmerskiffer, förorsakar dock fortfarande Holmquist huvudbry. Han anser nu, liksom tidigare, de svarta skiffrarna vara »siluriska», medan han uppfattar granatglimmerskiffrarnas ålder som osäker, ehuru det ej kan råda någon tvekan om, att de metamorfa, svarta skiffrarna, som uppträda som bäddar i glimmerskifferberggrunden, måste betraktas som verkliga inlagringar i den sistnämnda. De grova, rostande glimmerskiffrarna, delvis med kvartsitisk karaktär, som kröna toppområden ovan den svarta skiffer-granatglimmerskifferberggrunden i de västra Abiskohögfjällen och som på grund av sin strukturella konformitet med de underliggande sedimenten borde ha uppfattats som den metamorfa sedimentlagerföljdens översta del, betecknar Holmquists karttext egendomligt nog som urberg. Han förmodar, att de äro av samma ålder som de till urberget räknade Sjangeliskiffrarna inom urbergsfönstret V om de västra Abiskohögfjällen samt att de på något sätt skulle hänga samman med dessa. Holmquists kartbild ger dock ej något stöd åt en sådan förmodan.

Detta korta referat av det väsentligaste i Holmquists skrift om berggrunden S

om Torneträsk ger vid handen att Holmquist, trots de stora förtjänster, som hans berggrundskarta och beskrivning uppvisa, på ett anmärkningsvärt sätt misstolkar fakta. Samtidigt som Holmquist riktigt framhåller, att överskjutningar satt sin prägel på de svenska fjällens berggrund, vill han således emellertid ej tillerkänna dem någon större räckvidd. Överskjutningen i området S om Torneträsk skulle exempelvis enligt Holmquist endast ha en maximal längd av ca 14 km, trots att Holmquists egen berggrundskarta ger stöd för den uppfattningen, att den är långt större.

Holmquists här refererade uppfattning om den överskjutna urbergsberggrundens parautoktona karaktär och Schuppentektonik fick stort inflytande på uppfattningen om fjällkedjans byggnad hos flera geologer, som efter honom arbetat inom fjällberggrunden. Skollimbrikationen behöver ju ej tolkas på ett sådant sätt, som Holmquist gjort, nämligen så, att varje Schuppenenhet skjutits upp direkt från sitt autoktona underlag. Det torde istället i stor utsträckning förhålla sig på det sättet, att den från sin ursprungsort frigjorda skollan under sin fortsatta väg blivit föremål för imbrikation, dvs. skjutits samman i ett antal tektoniska småenheter.

Nästa bidrag till tolkningen av norra Norrbottenfjällens berggrundsgeologi lämnades av P. Quensel genom hans år 1914 utförda rekognoscering av ett parti av Kebnekaisehögfjällens berggrund. Undersökningen resulterade i en beskrivning av en profil genom Kebnekaise (föredrag 1915 samt uppsats 1919), från fjällranden i Ö till urbergsfönstrets berggrund i riksgränsområdet i V. Quensel har ej observerat, att han i V från fjällberggrunden kommit ner i dess urbergsunderlag. Han tolkar nämligen den gabbroida delen av urbergsberggrunden i riksgränsens fönsterområde som intrusivbergart av kaledonisk ålder samt anser, att de längre österut i skollberggrunden förekommande amfiboliterna ha sin rot i riksgränzonens basiska intrusivbergarter. Amfiboliterna uppträda i såväl tjocka som tunna lagerformiga bäddar i Kebnekaises kristallina skiffrar och anses av Quensel under kaledoniska bergskedjans tillblivelse under stort tryck ha intruderats längs rörelseplan. De överskjutna urbergsruptiven, övervägande syenit, bedömas av Quensel ha sin rotzon på svenska sidan av riksgränsen ett stycke Ö om amfiboliternas förmodade rotzon. Liksom Holmquist är alltså Quensel anhängare av mycket korta överskjutningar av parautokton natur. Fjällskiffrarnas metamorfos tolkas av Quensel som en kombination av regionalmetamorfos och kontaktmetamorfos. Den sistnämnda skulle ha förorsakats av den basiska »kaledoniska» magman. I enlighet härmed anser han, att »siluren», dvs. Hyolithusseriens väl bevarade sediment, uppåt efterhand övergår i tydliga glimmerskiffrar. Han gör t o m gällande, att han kunnat påvisa en mångfald övergångsformer mellan säker »silur» och »högkristallina sevegnejser» i berggrunden V om själva Kebnekaise.

Quensel är en typisk företrädare för den under 1910—1920-talet rådande uppfattningen om den kaledoniska bergskedjans tillblivelse och natur. Dock avviker

han från den härskande uppfattningen såtillvida, att han ej tolkar det överskjutna syeniturberget som en högkaledonisk intrusion. En sådan uppfattning företräder emellertid A. Högbom, Quensels medarbetare i Kebnekaiseområdet, då han några år senare efter undersökningar av fjällranden i fjällkedjan utmed Kaitumsjökedjan, ett stycke S om Kebnekaise, i en skrift redogör för sina resultat (1922). I övrigt ansluter sig Högboms uppfattning i sina huvuddrag till Quensels.

Nästa bidrag till tolkningen av fjällkedjans byggnad kommer från Torneträskområdet och närgränsande norska områden. Den norske geologen Th. Vogt hade företagit berggrundsundersökningar inom Nordlands och Troms fylken i Nordnorge, och för att skaffa sig en mera regional översikt över fjällfrågorna utsträckte han sina undersökningar till Torneträskområdet, »Bidrag til fjeldkjedens stratigrafi og tektonik» (1922). Beträffande Torneträskområdets kataklastiska urbergseruptiv är hans slutsats, »at disse eruptivmyloniter for en vaesentlig del er av kaledonisk alder, idet man ikke noget sted finder nogen rötter ned til grundfjeldet gjennem hyolithussonen». De mäktiga fjällamfiboliterna anser Vogt ha intruderats inom »Ofotosynklinalen» eller västligare samt sedan vandrat österut »langsmed de sedimentaere skikt» och i öster ha bildat en ansvälld massa. Verksamma krafter vid överskjutningen mot öster skulle ha varit de framträngande magmabergarterna. Vogt har emellertid observerat, att gränsen mellan Hyolithusseriens sediment och ovanför liggande berggrund är av tektonisk karaktär. Vogt omnämner den inom riksgränsområdet direkt på Hyolithusserien liggande, tektoniskt bandade hårdskifferserien, på norska sidan gränsen benämnd Rombaksskiffern. Ovanför Rombaksskiffern kommer Rombakskalkstenen, som även innehåller dolomitiska led. Rombakskalkstenen är, som Vogt konstaterar, den direkta västliga fortsättningen på de västra Abiskohögfjällens uthålliga kalksten inom undre delen av de kristallina skiffrarna därstädes. I en tabell (aa s. 731) gör Vogt ett försök att jämföra Ofoten-Torneträskområdets berggrund med berggrunden inom andra fjällkedjeområden i norr och söder. Han kommer fram till, att Hyolithusserien (i enlighet med Moberg) är underkambrisk, att Rombaksskiffern skulle vara mellankambrisk och kalkstensserien överkambrisk. De olika bergartsserierna skulle alltså ligga på varandra med sitt ursprungliga åldersförband bevarat. Framskjutningen av berggrunden ovan Hyolithusserien skulle då närmast representera en konformt skeende framglidning. Vogt indelar fjällkedjans berggrund i detta nordliga avsnitt av den skandinaviska kaledonen i trenne N—S-gående synklinallstråk, skilda åt av antiklinala zoner. Längst i Ö skulle enligt Vogt Torneträksynklinalen komma. Mot V följes den av Rombakantiklinalen i riksgränzonen (Sjangelifönstrets urbergsområde). Så följer i V Ofotosynklinalen och än västligare den tredje eller Nordlandssynklinalen. Vogt anser, att Torneträskområdets mäktiga amfiboliter äro av kaledonisk ålder samt kommit från och ha sin rotzon i Ofotosynklinalens underlag. Vidare anser han att vad som nu benämnes överskjuten kataklastisk granit och syenit också skulle ha kaledonisk

ålder samt trängt upp inom den västligaste eller tredje synklinalen och sedan, liksom amfiboliterna, rört sig mot Ö till sina nuvarande positioner. Vogt anser alltså, att Ofotenområdets stora granitmassiv representerar de »överskjutna» graniternas rotområde, dvs. skall tolkas som en blottad del av »fjeldkjedens stora centralbatolit».

Förf. kom att hösten 1927 göra ett kort besök inom sydöstligaste delen av norra Norrbottensfjällen i trakten kring St. Sjöfallet. Två problem stodo på programmet. Dels skulle fossil insamlas i Hyolithusseriens lerskiffrar, dels skulle »Sjöfallskvartsitens» förhållande till Hyolithusserien (i inskränkt bemärkelse) undersökas. Voro dessa ofta rödfärgade kvartsitiska sediment att anse som en nordlig fortsättning av sydligare fjälltraktens senprekambriska sparagmiter, eller hörde Sjöfallsgruppens berggrund hemma i urberget? Vid besöket fastställdes, att sjöfallsgruppens bergartskomplex var en metamorf bergartsserie, på vars eroderade yta Hyolithusseriens ometamorfa sediment avsatts. Sjöfallsserien var alltså en del av fjällberggrundens urbergsunderlag. I Hyolithuslerskiffrarna vid Petsaure S om St. Sjöfallet gjordes fynd av välbevarade underkambriska fossil.

Tre år senare återupptog förf. arbetet inom norra Norrbottensfjällen, nu inom Torneträskområdet (Kulling 1930). Inom Hyolithusseriens sedimentberggrund påvisades en breccia, som fick namnet Vakkejokkbreccian. Den tolkades till en början som tektonisk. Men förf. har vid förnyat besök kommit till insikt om att breccian har stratigrafisk förankring och ett regionalt värde som ledhorisont. Vad beträffar den överskjutna berggrunden hävdade förf., att den var långtransporterad. De överskjutna, kataklastiska sura eruptiven räknades som överskjuten urbergsberggrund. Förf. påvisade den intensiva, mot fjällkedjans huvudriktning transversella hopveckningen inom den mellersta delen av skollberggrunden och den utpräglade Schuppentektoniken inom den undre delen av skollberggrunden. Värdet av de stratigrafiska undersökningarna försvagades av att förf. inrymde en del överskjuten berggrund i den autoktona lagerserien, m a o gjorde sig till tolk för en oriktig uppfattning om den autoktona sedimentseriens övre gräns. Under ett kort förnyat besök inom Torneträskområdet år 1934 fick förf. anledning att korrigera misstaget (Kulling 1939). Den sektion genom berggrunden S om Torneträsk, som förf. publicerat i 1939 års skrift, bygger emellertid helt på den Holmquistiska kartbilden, vilken har tolkats i enlighet med förf:s uppfattning. Sektionen avser endast att demonstrera, varför den övre fjällberggrunden måste betraktas som långtransporterad.

Några år innan SGU:s Norrbottensfjällskartering år 1946 tog sin början, utkom de norska geologiska kartbladen Hellembotn och Linnajavre (Foslie 1942). Kartbladen ligga utmed riksgränsen och i stort västerut från Akkajaure. I kartbladsbeskrivningen finnes en kartsbild över berggrunden på svenska sidan av riksgränsen kring gränssjön Sitasjaure. I beskrivningen lämnas även en kortfattad berggrundsbeskrivning över området ifråga. Detta Foslies bidrag till Norra Norrbottensfjällens berggrundsgeologi är betydande och skall kortfattat refereras.

Foslie indelar berggrunden omkring Sitasjaure i följande bergartsled: Giccegnejs, basiska eruptiv, Reppiskiffer, glimmerskiffer, mikroklinggranitgnejs samt underst Skjomengranit. Med Giccegnejsen menas en migmatitiserad glimmerskiffer. Stora granater samt talrika linser, klumpar och gångar av granitiskt material karakteriserar den gnejsglimmerskiffrika berggrunden. De basiska eruptiven äro amfibolitomvandlade. Genomsättande hornblendegabbro har observerats i fjället Aletåive. Namnet Reppiskiffer avser en kalkhaltig glimmerskiffer, som i växlande omfattning är granat- och hornblendeförande. Med glimmerskiffer avser Foslie vanligen en granatförande glimmerskiffer utan karbonathalt. Om mikroklinggranitgnejsen säger Foslie, att den trots sin finkorniga och tunnkviga karakter tillhör en grupp granitplitignejser, som Foslie närmare beskrivit från norska sidan av gränsen. Mikroklinggranitgnejsen uppträder enligt Foslie som inlagringar i undre delen av glimmerskiffergruppen eller vid dennas undre gräns mot Skjomengraniten. Skjomengraniten är en grovkornig och rätt salisk granit. Foslie lutar åt den uppfattningen, att granitberggrunden kring riksgränsen är av kaledonisk ålder. I själva verket bildar Skjomengraniten sydligaste delen av Sjangeljobergsfönstret. Om den i samma position som Skjomengraniten på norska sidan gränsen uppträdande Tysfjordgraniten säger Foslie (1941): »From what is said above it appears, that Tysfjord granite possibly is a Caledonian intrusive in the lowest horizons of the sediments. Quite conclusively this has not yet been proved, however. As it has very farreaching consequences, for instance for the age of the eruptive series of Lofoten, I have preferred to use on the map only the term 'eruptive of the bottom massive', without any age statement». Om Skjomengraniten säger Foslie, att den mycket liknar Tysfjordgraniten, från vilken den dock går att skilja t o m i stuff.

Det framgår av denna kortfattade redogörelse för berggrundsundersökningarna inom norra Norrbottensfjällen fram till översiktskartläggningens igångsättande år 1946, att huvudparten av det stora högfjällsområdet då var praktiskt taget okänt ur berggrundsgeologisk synpunkt, men att Holmquists och Mobergs betydelsefulla undersökningar och arbetsresultat inom Torneträskområdet bildade en god utgångspunkt för fortsatta arbeten. Under den tid översiktskartläggningen pågått ha olika geologer utfört värdefulla undersökningar inom Norra Norrbottensfjällen och angränsande delar av fjällkedjan. Dessa resultat komma att uppmärksammas i den följande beskrivningen.

III. Kartläggningens förlopp, kartunderlaget, arbetsförhållanden samt förteckning på medarbetarna

Kartläggningen av Norrbottensfjällens berggrund påbörjades sommaren 1946 i mellersta delen av fjällområdet. Somrarna 1947—1949 fortsattes fältarbetet dels inom Mellersta Norrbottensfjällen, dels inom södra delen av vad som i kartbe-

skrivningen benämnes norra Norrbottensfjällen. Sommaren 1950 förlades den övervägande delen av kartläggningen till Torneträskområdet i norra Norrbottensfjällen. Malmbanan från Kiruna till Narvik korsar bergskedjan och en naturvetenskaplig station, den i Abisko, samt flera turiststationer ligga vid malmbanan. Områdets lättillgänglighet motiverade och hade till följd, att berggrundskartläggningen i fjällområdena kring Torneträsk gjordes något mer ingående än i de tidigare översiktskartlagda områdena. Från 1951 och t o m 1955 fortsattes fältarbetet inom norra och mellersta delarna av Norrbottensfjällen enligt den ursprungliga planen. Emellertid blev det beslutat, att Sveriges geologiska undersökning till sitt 100-årsjubileum 1958 bl a skulle ge ut en berggrundskarta över Sverige samt att de olika delområdenas kartor skulle inlämnas till kartredaktionen senast hösten 1957. För den skull snabbkartlades de stora delar av Norrbottensfjällen, för vilka kartbild då ännu saknades. Bland de 1956—1957 rekonoscerade fjällområdena märktes Pältsaområdet längst i N vid gränsen mot Finland och Norge, östra delen av fjällkedjan N om Kaitumjaure, en del av Sitasjaureområdet vid norska gränsen samt riksgränsområdet mellan Mavasjaure och Pieskejaure. Från snabbkartläggningen hade undantagits södra delen av Norrbottensfjällen samt riksgränsområdet Sulitelma med omgivning, över vilka områden Bolidens Gruv AB enligt avtal hade lovat att ställa översiktskartor över berggrunden till SGU:s förfogande. Genom ekonomiskt stöd åt en av H. F. Johansson sedan 1947 bedriven berggrundskartläggning av Kebnekaisehögfjällen erhöll Geologiska undersökningen även en berggrundskarta i 1:1 mill. över detta område.

Sedan förf. upprättat en berggrundskarta över Norrbottensfjällen, överlämnade han denna tillsammans med förf:s tidigare berggrundskarta över Västerbottensfjällen till kartredaktionen för Sverige kartan hösten 1957. Sverige kartan i skala 1:1 mill. utkom 1958. En beskrivning på engelska till kartan utkom 1960 och en delvis utökad beskrivning på svenska publicerades 1962. Vad beträffar berggrunden i Lapplandsfjällen avviker den tryckta översiktskartans beteckningar och konurer i viss omfattning från de av förf. givna. I kartbeskrivningarna har förf. berört dessa kartredaktionens omredigeringar samt kommenterat den officiella karttexten.

Då den XXI Int. geol. kongressen 1960 skulle hållas i Norden, blev det beslutat, att en av dess exkursioner skulle gå genom fjällkedjans berggrund längs Torneträsk till Narvik. Förf. fick i uppdrag att leda Kiruna—Torneträsk—Narvik-exkursionen. Samtidigt som förf. fortsatte kartläggningen av Norrbottensfjällen, ägnade han under somrarna 1958 och 1959 mycken tid åt uppläggning av program för kongressexkursionen. I samband därmed färdigställdes en berggrundskarta över Torneträskområdet. I kongressguiden (1960) ingick förutom denna berggrundskarta i 1:400 000 ett antal sektioner genom berggrunden i detta område samt en kortfattad berggrundsbeskrivning. Över det i V angränsande Ofotenområdet i Norge lämnades också en berggrundsöversikt med karta. Däremot be-

rördes i den allmänna beskrivningen endast knapphändigt de övriga delarna av norra Norrbottensfjällens berggrund.

Somrarna 1960—1961 ha ägnats åt berggrundsrevision inom norra Norrbottensfjällen.

Kartunderlaget. — Vid kartläggningens början utgjordes det topografiska kartunderlaget av under 1870- och 1880-talen upprättade kartor i skala 1:200 000. Dessa vora behäftade med stora fel. Endast ett begränsat antal fjälltoppar voro höjdmätta. I fältarbetet användes dessa kartor uppförstorade till 1:100 000. En väsentlig del av Torneträskområdet hade dock under sista världskriget flygkartlagts och den nya kartbilden utgivits som en turistkarta i skala 1:100 000. Under kartläggningens gång har Rikets allmänna kartverk utfört ytterligare flygfoto-grafering av Norrbottensfjällen. Dessa orektifierade flygbilder, vanligen i skala 1:65 000, ha sedan några år varit fjällgeologen till stor hjälp. Emellertid har svårigheter yppat sig, då det gällt att överföra geologiska konturer från det gamla topografiska underlaget till ett underlag, som baserar sig på flygbilderna.

Arbetsförhållanden. — I det föregående har Norrbottenshögfjällens relativa svårtillgänglighet blivit nämnd. Fjällområdet är fortfarande praktiskt taget en enda stor ödemark — ett väglöst land med högfjällsnatur. Men kommunikationerna ha under sista årtiondet även här radikalt förbättrats. Små sjöflygplan finnas nu för transporter till och från fjällens alla delar. På sjöarna har samtidigt båttrafiken förbättrats genom insättandet av moderna motorbåtar. Stignätet genom fjällen har förbättrats. Antalet stugor och kåtor för turister ha ökats. Fisket i fjällsjöarna har med sjöflygets hjälp tagit fart. Ett antal s k fiskflygare besöker numera under fiskesäsongen fjällvattnen. Det är fiskuppköpare från samhällen öster om högfjällsområdet, som på platsen köper upp och hämtar samernas fångster. »Fiskeflyget» har visat sig vara värdefullt vid transport av proviant till fjällområdets sommargäster. Även insamlat geologiskt material har kunnat sändas iväg med detta transportmedel.

Kartläggningen av Norrbottensfjällen har på grund av de skildrade förhållandena hela tiden måst utföras från tält. Karteringssäsongen varje sommar är kort. Vanligen omfattar den blott de två sommarmånaderna juli och augusti. Det har hänt, att snöförhållandena och den omständigheten, att sjöarna varit isbelagda, hindrat undersökningen att komma igång till mitten av juli. Söker man utsträcka fältsäsongen, mötes man i juni ofta av högvatten i fjälljokkarna, som gör eljest lättvadade vattendrag ovadbara. Rikedomen på snölägen för också med sig, att stora delar av arbetsområdet vid denna tidiga tidpunkt ej kunna undersökas. I september sänker sig snögränsen ofta tämligen hastigt och klimatet blir kärvt.

Berggrundskartan över norra delen av Norrbottensfjällen är resultatet av många persons arbete under ett stort antal somrar. Vanligen har förf. under sommaren

haft hjälp av två till tre studenter, vilka tjänstgjort som extrageologer. Några somrar, då anslagstilldelningen varit ringa, har förf. praktiskt taget ensam fått utföra kartläggningen. Det har visat sig lämpligt att flyga in personal, utrustning och proviant till någon i undersökningsfältet centralt belägen sjö, lägga upp en proviantdepå vid sjön samt gå ut med arbetsgrupper åt olika håll. Arbetet kan då lättare genomföras och ledaren får upprepade samarbetskontakter med medarbetarna. Ofta består varje arbetsgrupp av två geologer, vilka nyttja samma lägerplats och dagligen kan diskutera erfarenheter och problem. Ur säkerhets-synpunkt är denna sammanhållning i fält av stort värde.

Medarbetareförteckning. — I fältarbetet ha deltagit: B. Arenvall 1951, 1952, 1954, 1955. G. Bexell 1950—1954. J. von Feilitzen 1949. I Forsberg 1954. P. Forsell 1947—1951. G. Fredriksson 1960, 1961. R. Hallberg 1961. B. Ingre 1956. M. Lindström 1951—1954. N. Marklund 1959, 1960. O. Mellis 1947, 1948. S. Yngström 1960, 1961.

Under översiktskartläggningens två sista somrar, 1960—1961, ha ledare och medarbetare huvudsakligen utfört revisionsarbeten. M. Lindström har 1951 och 1952 samarbetat med ledaren vid detaljkartläggning av mindre områden. N. Marklund har 1960 varit biträdande ledare.

Till alla medarbetarna riktas ett hjärtligt tack.

IV. Berggrundsindelning och bergartstyper

A. Berggrundsindelning

Efter den ovan meddelade översikten över omständigheterna kring och förhållandena under kartläggningen inom Norrbottensfjällen skall förf. övergå till att redogöra för den indelning av berggrunden, som användes för norra delen av Norrbottensfjällen. Denna är i stort sett samma indelning, som använts i de engelska och svenska beskrivningarna av Lapplandsfjällens kaledonberggrund (1960 och 1962) till översiktskartan i skala 1:1 mill. över Sveriges berggrund. Fjällberggrunden i norra Norrbottensfjällen har uppdelats i fyra berggrundskomplex:

1. Den autoktona sedimentberggrunden
2. Den undre skollberggrunden
3. Den mellersta skollberggrunden
4. Den övre skollberggrunden

I fjällkedjans östra randområde är *den autoktona sedimentberggrunden* praktiskt taget ometamorf. Skiktstruktur och andra primära drag äro väl bevarade. Mot ovanliggande skollberggrund bli sedimenten förskiffrade. I fönsterområdena, där de autoktona sedimenten på urbergsunderlaget finnas bevarade endast i vissa områden, äro sedimenten sericitskiffriga samt visa tilltagande skiffrighet mot V.

Den undre skollberggrunden uppträder inom fjällkedjans östra del. Sedimen-

ten inom densamma äro sericit-kloritmetamorfa. Grövre sedimentstrukturer äro ofta bevarade. Där en skiva av urberg, vanligen av granitisk till syenitisk sammansättning, ingår som undre del av den undre skollberggrundens, ha eruptivbergarterna i stor utsträckning blivit kataklasmvandlade.

Den mellersta skollberggrundens når från fjällranden i Ö till och över riksgänsen i V. Vanligen består denna skollberggrund av en övre del av hårdskifferbandade, biotitmetamorfa sediment och en undre del av kataklastiska till mylonitiska urbergseruptiv. Sedimenten visa inga relikta strukturer. Stratigrafiska drag kunna emellertid observeras. Exempelvis förekomma bankar av dolomit i bandade kvartsit- och fyllithårdskiffrar. Någon entydig stratigrafi har ej uppställts. Utom de ovannämnda bergartsleden av tydlig sediment- eller eruptivbergartssammansättning förekommer inom den mellersta skollberggrundens en rad finkorniga, bandade till finstrimmiga bergarter, vilkas ursprungliga bergartssammansättning är ovisst. Vissa delar av dessa bandade tektoniter torde representera partier av det överskjutna urberget. Andra delar av dem se ut att höra samman med de bandade sedimentbergarterna. Först en närmare kemisk och petrografisk undersökning av dem kan precisera deras egenskaper och möjligen fastställa deras ursprungliga bergartssammansättning. Under översiktskartläggningen ha någon bergartsuppdelning inom de bandade tektoniterna ej kunnat ske. Tillsammans med kvartsit- och fyllithårdskiffrarna ingå dessa tektoniter i begreppet hårdskifferberggrundens.

Den övre skollberggrundens har i stort sett samma regionala utbredning som den mellersta, förekommer alltså inom norra Norrbottensfjällens alla delar. Dess kristallisationsskiffriga sediment och basiska eruptivbergarter karakteriseras genom närvaron av metamorfosmineralet granat, berggrundens har i stort epidot-amfibolitfacies. Inom skollberggrundens tilltar metamorfosen något uppåt och mot V. I sydvästligaste delen av norra Norrbottensfjällen är skollberggrundens översta del migmatitiserad. I skollberggrundens undre del i Ö, under den stora östra amfibolitskivan, har en viss fältspatisering av berggrundens ägt rum.

När förf. i skrifterna 1960 och 1962 lämnade en översikt av Torneträskområdets berggrund, användes följande terminologi:

- Hyolithusserien = Den autoktona sedimentserien
- Rautas skollkomplex = Den undre skollberggrundens
- Abiskoskollan = Den mellersta skollberggrundens
- Seve-köliskollan = Den övre skollberggrundens

Namnet *Hyolithusserien* har sedan länge använts för den autoktona sedimentserien med kambriska fossil inom Norrbottensfjällens östra randområde. Förf. har utsträckt benämningen till att även omfatta sedimentlagerföljden på urbergsunderlaget inom fönsterområdena i fjällområdets västra delar. Inom Västerbottensfjällranden, där den autoktona sedimentserien innehåller icke blott kambriska utan även ordoviciska fossil, benämnes sedimentlagerföljden kambroordovicium av östlig facies.

Benämningen *Rautas skollkomplex* användes endast för den undre skollberggrunden inom norra Norrbottensfjällen. Inom södra Norrbottensfjällen och inom Västerbottensfjällen kallas den undre skollberggrunden för Blaikskollan. Den uppdelas i en östlig och en västlig delskolla.

Abiskoskollan som namn för den mellersta skollberggrunden användes för de delar av skollberggrunden ifråga inom Torneträskområdet och fjällområdena närmast S därom, som innehåller tydliga hårdskiffrar. Den mellersta skollberggrunden inom Pältsaområdet i norra Norrbottensfjällens nordligaste hörn, där hårdskiffrar saknas, kan alltså ej betecknas som Abiskoskollberggrund. Den mellersta skollberggrunden inom södra Norrbottensfjällen och Västerbottensfjällen benämnes Stalonskollan. Den har till stor del en annan bergartssammansättning än sin tektoniska ekvivalent i N.

Seve-kölskollan i norra Norrbottensfjällen motsvarar endast undre delen av skollkomplexet med samma namn i södra Norrbottensfjällen och i Västerbottensfjällen. På några ställen inom övre delen av de sydligare fjälltrakternas sevekölskolla ha åldersbestämda fossil anträffats. De fossilförande formationerna äro av överordovicisk och silurisk ålder. Förf:s uppfattning är, att seve-kölskollberggrunden inom norra Norrbottensfjällen till stor del hör hemma inom undre delen av ordovicium.

B. Några inledande ord om de olika tektoniska enheternas utbredning och bergartstyper

Vanligen är det relativt lätt att fastställa, till vilken tektonisk enhet en viss bergart hör. Skiffriga bergarter i närheten av överskjutningsplan, eller mer allmänt inom tektoniserade zoner, erbjuda dock vissa svårigheter. Sålunda äro grafitskiffrarna i översta delen av Hyolithusserien alltid kraftigt förskiffrade och sammanstukade. De se mer metamorfa ut än de dem underlagrande lerskiffrarna och sandstenarna. Även andra tektoniskt påverkade sediment inom Hyolithusserien likna sedimenten inom den undre skollberggrunden. Kataklastiska till mylonitiska eruptivbergarter av urbergsålder, vanligen graniter och syeniter, uppträda både inom den undre och inom den mellersta skollberggrunden. För närvarande är det ej alltid möjligt att skilja de ena eller de andra kataklastiska urbergseruptiven åt. Inom varje tektonisk enhet kan man spåra en förändring i bergarternas allmänna habitus från Ö mot V. Så bli sedimenten inom Hyolithusserien, från att i östra fjällranden ha uppvisat väsentligen primära utbildningsformer, efterhand mot V något förskiffrade och övergår i fönsterområdena i V i sericitskiffriga typer. Inom den överskjutna urbergsberggrunden övergår de kataklastiska och mylonitiserade eruptiven efterhand mot V i mer gnejsiga utbildningsformer.

Urbergsunderlaget i fönsterområdena. — Norrbottens läns urbergsområden har nyligen utförligt beskrivits av O. Ödman (1957). I beskrivningen behandlas även

urbergsfönstren inom fjällkedjan. För urbergsberggrunden Ö om fjällkedjan hänvisas till Ödmans beskrivning med karta. Fönsterområdenas urberg, såsom liggande inom fjällkedjans område, kommer däremot att med några ord omnämnas. Fönsterområdena äro: Kuokelfönstret vid Torneträsk V-ända samt Sjangelifönstret V därom längs riksgränsen. Södra delen av det senare omger Sitasjaure. SV om Kebnekaise kommer urbergsunderlaget i dagen i det lilla Singisfönstret.

I Singis fönsterområde träffas väl bevarad röd porfyr av Kirunatyp tillsammans med ett antal grå till gröngrå, kataklastiska, sura urbergseruptiv. Fönsterberggrunden har alltså påverkats av överskjutningarna. Inom fönsterberggrunden i övrigt är urbergsbergarterna förvånansvärt föga tektoniskt påverkade. Berggrunden består av grå, grov granit, se bild 1, som i området mellan Torneträsk och riksgränsen i V benämnes Vassijauregranit, något kvartssyenit, en rad grönstenar av effusiv och intrusiv natur samt metamorfa sediment. Metamorfosen hos grönstenarna och sedimenten är ofta relativt hög. Den har orsakats av Vassijauregraniten, som överfört en del av berggrunden i migmatiter och gnejser. Bland de ännu tydligt urskiljbara sedimenten märkas fylliter, glimmerskiffrar, grafitskiffrar, dolomiter samt grönskifferartade bergarter med vulkaniskt material. De s k Sjangeliskiffrarna, vanligen hornblenderika skiffrar, torde i huvudsak representera andesitiska och basaltiska lavar med anslutande vulkaniska sediment. I Sjangeliskiffern finnes kopparmalminser samt impregnationszoner av kopparmineral. De förra äro av varierande men vanligen föga betydande storlek, de senare ha betydande utbredning men äro av malmfattig typ.

Hyolithusseriens berggrund. — De autoktona sedimenten under skollberggrunden komma i dagen som en vanligen smal bård utmed fjällkedjans buktande östra rand men uppträda även med många avbrott längs kanterna av urbergsfönstren i V. Dessutom finnas små, friliggande erosionsrester av sedimenten både inne i fönsterområdena och strax Ö om den sammanhängande östra fjällranden. I stort karakteriseras Hyolithusserien av sandstenar, lerskiffrar och alunskiffrar. Som helt underordnade led förekomma arkoser, konglomeratbildningar samt kalkiga och dolomitiska sediment, undantagsvis rena karbonatbergarter. I vissa områden uppträder en grov sedimentbreccia som en karakteristisk formation i undre delen av sedimentlagerföljden. I Ö, där sedimenten äro mycket väl bevarade, finnas en rad karakteristiska typer inom såväl sandstenarna som lerskiffrarna. Bland lerskiffrarna märkas röda, gröna och gråa typer med olika schatteringar. Sandstenarna äro vanligen av ljusgrå till mörkgrå färg, men blågrå, gulgrå och vita sandstenar förekomma även. Sandstenarnas skiktytor äro ofta överdragna av lerhinnor samt uppvisa en rad typer av »krypspår» och andra skiktytemärken. I sedimentseriens mellersta och övre delar ha underkambriska fossil anträffats. Man kan säga, att sedimenten i Hyolithusserien inom östra fjällranden ofta äro lika väl bevarade som sedimenten inom kambrosilurområdena inom de sydliga delarna av vårt land. En bidragande orsak till den ringa omvandlingen



Bild 1. Vassijauregranit från Valfojokktrakten i Sjangelifönstrets östra del. Bilden åskådliggör den karelska granitens massformiga natur.

Fig. 1. Vassijaure granite from the Valfojokk area in the eastern part of the Sjangeli window. The picture shows the massive character of the Karelian granite.

av Hyolithusseriens sediment under alunskiffrarna torde vara, att de senare tjänstgjort som glidzon, att de varit smörjmedel vid basen av skollberggrunden utefter dess underyta. Inga sediment, som ursprungligen lagrat på alunskiffrarna, ha påträffats bevarade.

De ovan nämnda, mycket väl bevarade sedimenten inom Hyolithusserien äro typiska för stora delar av den östra fjällranden. Sedimentens bevaringstillstånd ändras efterhand mot V. En steg för steg gående undersökning av denna förändring vore önskvärd. Ett lämpligt fält för en sådan undersökning är området N om Torneträsk. Förf. :s iakttagelsematerial är ofullständigt. Enligt detta äro de autoktona sedimenten mycket väl bevarade längst i Ö. Mot V få lerskiffrarna en mindre finkluven, mer fyllitisk habitus. Fyllitiseringsprocessen kan ha bidragit till att eventuella fossil förstörts. Förf. har i varje fall förgäves letat efter något, som kan tolkas som rester av fossil i lerskiffrarna längs Vakkejokk, som ligger inom västra delen av den blottade Hyolithusserien N om Torneträsk. Går man i Torneträskområdet vidare mot V, till Hyolithusserien i området strax V om Torneträsk, inom Kuokelfönstret alltså, har det som är kvar av Hyolithusseriens lagerföljd, dvs. endast understa delen, förändrats till sin allmänna habitus. Sålunda har sandstenarna och gruskonglomeraten på urbergsytan, exempelvis i fönstrets sydvästra del, blivit sericitskiffriga samt erhållit en monoton grå ton. Ännu längre mot väster blir skiffrigheten mera påtaglig. Där lerskiffrar förekomma i fönsterom-

rådenas Hyolithusserie, ha de delvis förlorat sin primära lerskifferkaraktär och erhållit en struktur, som växlar från finstrimmighet till diffus bandning.

Den undre skollberggrunden eller Rautasskollkomplexet. — Inom den undre skollberggrunden finnes dels föga omvandlade sediment, dels kataklastiska urbergsbergarter. Sedimenten inta de övre delarna av och urbergsberggrunden de undre delarna av skollberggrunden. Ofta saknas den undre eller urbergsdelen. De överskjutna sedimenten ligga då direkt på Hyolithusseriens sediment. Den undre skollberggrunden uppträder inom fjällkedjans östligaste del. Det är ofta ej möjligt att närmare angiva, vilka typer av urbergsbergarter, som uppträda inom ifrågasvarande skollberggrund, då kataklastiska och mylonitiserande processer delvis utsuddat de primära strukturerna. Men syeniter och graniter dominera bland bergarterna. Finkorniga, sura bergarter samt basiska eruptiv äro emellertid även företrädda. Vad skollberggrundens föga omvandlade sedimentberggrund beträffar, så består den i huvudsak av kvartsiter och fyllitiska skiffrar samt i dem inlagrade, ljusa dolomiter. Grova sedimentbreccior och konglomeratiska bildningar samt arkoser förekomma helt underordnat. Sedimenten i den undre skollberggrunden påminna i de flesta avseenden om den i det autoktona underlaget. Det råder föga tvekan om att den undre skollberggrundens sediment representera västliga partier av Hyolithusserien, som, ofta tillsammans med en skiva av sitt urbergsunderlag, fösts upp mot Ö över sin östliga, autoktona fortsättning. Framskjutningens exakta längd går för närvarande ej att bestämma. Frågan om överskjutningslängden skall upptagas till närmare behandling i ett senare sammanhang.

Den undre skollberggrunden har, som tidigare nämnts, benämnts Rautas skollkomplex. Den har först skilts ut inom Rautasjaureområdet i östra fjällranden, ett par tiotal km S om Torneträsk. Den lilla Luopakteskollan i fjällranden S om Torneträsk, som kan betraktas som ett parti av Rautas skollkomplex, har fått särskilt namn på grund av att en kalksten i den befunnits vara fossilförande. Luopakteskollan har ej något påvisat urberg i sin undre del. Däremot innehåller ett antal småskollor i sydligare partier av den östra fjällranden vanligen urbergsberggrund i sina undre delar.

Den mellersta skollberggrunden eller Abiskoskollberggrunden. — Liksom inom den undre skollberggrunden finner man inom den mellersta skollberggrunden, Abiskoskollberggrunden, vanligen en övre del, bestående av sediment, och en undre del, uppbyggd av urbergsbergarter, främst graniter och syeniter. Bland sedimenten dominera tektoniskt bandade kvartsiter och skiffrar. Skiffrarna äro sericitrika och rubriceras som schists. Ljusa, oftast vitvittrande dolomiter är vidare en karakteristisk bergartstyp. Arkosartade eller arkosliknande bergarter ha observerats. På grund av bergarternas kataklastiska och ibland mylonitiskt förändrade tillstånd är det mången gång svårt att komma till en entydig uppfattning om huruvida bergarterna höra hemma i det överskjutna urberget eller om de bilda (basala)

led inom de överskjutna sedimenten. De bandade kvartsiterna och skiffrarna kallas hårdskiffrar = sediment i hårdskifferfacies. Frånsett den högre metamorfosträkten påminner Abiskoskollberggrunden mycket om berggrunden inom det undre skollkomplexet. Den närmast till hands liggande slutsatsen blir, att den mellersta skollberggrunden kommit från ett berggrundsavsnitt, beläget västligare än den undre skollberggrundens ursprungsområde och att den förra representerar den senares västliga fortsättning men i högre metamorf facies. Då de fossil, som anträffats inom den autoktona sedimentberggrunden, liksom fossilen inom Luopakteskollans sediment visat sig vara av underkambrisk ålder, ligger antagandet nära till hands, att även övriga delar av den undre skollberggrundens sediment, liksom sedimenten inom den mellersta skollberggrunden ovan urbergsskivan, i stor utsträckning representerar undre delen av kambrium. Den mellersta skollberggrundens urbergsberggrund innehåller utom de dominerande graniterna och syeniterna även, ehuru underordnat, basiska eruptiv, porfyrbergarter samt urbergs-sediment, såsom Sjöfallsseriens kvartsiter och konglomerat.

Det klassiska området för den mellersta skollberggrundens hårdskiffrar är Torneträsktrakten, där de tidigast beskrivits av P. J. Holmquist. I några fjällavsnitt saknas de typiska hårdskiffrarna. Sålunda har förf. i den nordligaste delen av norra Norrbottensfjällen, i Pältsområdet, ej kunnat finna någon hårdskifferzon mellan den mellersta skollberggrundens kataklastiska urbergseruptiv och ovanliggande seve-köliberggrund.

Den övre skollberggrunden eller Seve-köliskollberggrunden. — Seve-köliskollan är det dominerande bergartskomplexet inom norra Norrbottensfjällen och sannolikt även i övriga delar av fjällkedjan. Ovan Seve-köliskollan följer den översta skollberggrunden, som inom vissa sydligare delar av Norrbottensfjällen uppträder i riksgränzonen. I Nordnorge har denna översta skollberggrund vidsträckt utbredning samt representerar tillsammans med Seve-köliskollan den metamorfa geosynklinalberggrunden. Seve-köliskollan ligger i stort konformt på Abiskoskollan. Den senares hårdskiffrar ha sericitbelagda strukturytor och en något glimmerskiffrig habitus; skiffrarna kunna därför benämnas *schists*. Berggrunden inom Seve-köliskollans understa del är ganska olikartad inom olika delar av de vidsträckt norra Norrbottensfjällen. I de västra Abiskohögfjällen är det emellertid ej så stor skillnad i habitus mellan hårdskiffrarna i övre delen av Abiskoskollan och glimmerskiffrarna inom understa delen av Seve-köliskollan. Glimmerskiffrarna äro typiska granatglimmerskiffrar med små granater. Längre upp i högfjällsområdets glimmerskifferberggrund ökar granaten i storlek. Metamorfofen kan, om man nu skall döma efter granaternas dimensioner, sägas sakta stiga uppåt. Inom de västra Abiskohögfjällen råder ofta en påfallande konformitet mellan hårdskiffrarna och ovanliggande berggrund. I vissa delar av högfjällsområdet finns emellertid en påtaglig vinkeldiskordans mellan Abiskoskollans berggrund och ovanliggande seve-köliberggrund. Om denna inkonformitet kan föras tillbaka

på omformande rörelser i gränssonen mellan bergartsformationer med olika kompetens eller om den har skolltektonisk innebörd är svårt att avgöra. I detta sammanhang vill förf. endast framhålla, att skiffrarna inom den autoktona Hyolit-husserien ha karaktären av shales, inom Rautas skollkomplex av slates och inom icke blott Seve-kölskollan utan även Abiskoskollan av schists. Därav följer bl. a., att den väsentligaste tektoniska gränsen bör läggas icke mellan Seve-kölskollan och Abiskoskollan utan mellan den senare och Rautas skollkomplex.

Berggrunden inom norra Norrbottensfjällens Seve-kölskolla erbjuder granskaren ett helt annat och avsevärt rikare bergartsregister än det, som förekommer inom berggrunden under Seve-kölskollan. På berggrundskartan förekommer följande bergartsgrupper: Kvartsit och kvartsitisk glimmerskiffer, grafitskiffer, kalk- och dolomitmarmor, kalkglimmerskiffer, kärvskiffer, granatglimmerskiffer och glimmerskiffer i allmänhet, granatgnejs, muskovitporfyroblastglimmerskiffer, ögongnejs, grå gnejs, migmatit, grönsten, amfibolit, diabas, gabbro och norit samt peridotit. I denna indelning ligger ev. en viss metamorf zonerings förankrad. Någon kartbild över konventionell metamorf zonerings har ej ännu upprättats. Man kan säga, att huvudparten av berggrunden befinner sig i epidot-amfibolit-facies. Den betydande tektonisering, med ty åtföljande retrograd metamorfos, som drabbat berggrunden, försvårar ett kartografiskt återgivande av konventionella metamorfoszoner. Man kan säga, att seve-köliberggrunden inom norra Norrbottensfjällen i stort sett är högmetamorf.

Bergarternas fördelning inom det stora sammanhängande seve-köliberggrundsområdet från Torneträsktrakten i N till Akkajaure i S uppvisar karakteristiska drag. I Ö dominera amfiboliter och gnejsartade bergarter. I nordvästra delen av området finnes en rikedom på marmorbergarter och svarta skiffrar i den granatglimmerskifferutbildade berggrunden. Längre S-ut finnes samma bergartsvit i zonens fortsättning, ehuru den där ej träder i förgrunden. Kvartsit har stor utbredning i fjällområdets södra del, kärvskiffrar och kalkglimmerskiffrar i S till SV.

Genom undersökningar inom sydligare delar av Seve-kölskollans berggrund, där den regionala metamorfosen ej är fullt så hög som i Norra Norrbottensfjällen, är det sedan länge känt, att berggrunden representerar geosynklinalfacies, med gråvackor, kalkhaltiga skiffrar, lavar och andra för geosynklinalberggrunden karakteristiska bergarter. På grund av den höga regionala metamorfosen inom Norra Norrbottensfjällens seve-köliberggrund kan man ej på samma sätt som längre söderut genomföra en detaljerad stratigrafisk indelning av berggrunden. Ett flertal goda ledformationer finnas dock, bestående av grafitskiffrar, marmorbergarter, kvartsiter, grönstenslavar och även andra bergarter. Glimmerskiffrar med växlande halt av granat och andra metamorfosmineral men i avsaknad av relikta drag kunna emellertid ofta ej diagnostiseras som metamorfa gråvackor, lerskiffrar etc., varför försök till detaljerad stratigrafi möter svårigheter, i all synnerhet som glidzoner och andra lagerföljdsförstörande företeelser spela in i stor utsträckning.

V. Statigrafiska data

Under översiktskartläggningens gång ha ett stort antal observationer över lagringsförhållandena i de olika bergartskomplexen gjorts. En sammanställning av de erhållna resultaten ger vid handen, att varje tektonisk enhet har ganska stor lagbundenhet i sin lagerbyggnad. Undersökningens natur lägger dock hinder i vägen för att man skall kunna draga alltför långtgående slutsatser. Varje delområde kan vanligen ägnas blott en relativt hastig och ej återupprepad granskning. De gynnammaste blottningarna bli ej alltid påträffade. Det insamlade observationsmaterialet visar sig vid närmare genomgång ofta vara mycket ofullständigt. Som en allmän översikt över berggrundens fördelning och sammansättning i stort och som något att utgå från vid fortsatta undersökningar torde emellertid översiktskartläggningen vara av ganska stort värde.

A. Hyolithusseriens autoktona sedimentlagerföljd

Den framglidande överskjutningsberggrunden tog med sig en okänd del av den östliga kambrosiluren och lämnade endast kvar det som nu benämnes Hyolithusserien. Inom östra delen av fjällkedjan äro de kvarlämnade autoktona sedimenten vanligen mellan 100 till bortåt 200 m mäktiga. Inom fönsterområdena i V är ofta endast den understa sandstensformationen med dess bottenkonglomerat kvarlämnad till en eller några tiotal meters mäktighet. Där även andra delar av Hyolithusserien än dess basala parti finnes bevarade i V, såsom inom södra delen av Sjangelifönstret, i Ratkasjaureområdet, ha tektoniska störningar avsevärt förändrat sedimentformationernas strukturer och ursprungliga mäktighetsförhållanden.

1. HYOLITHUSSERIEN INOM ÖSTRA FJÄLLRANDEN

Inom östra fjällranden äro välblottade och lättillgängliga snitt rätt sällsynta. Ofta är en betydande del av Hyolithusseriens lagerföljd dold under nedrasat material, som kommit från den skollberggrund, vilken kröner fjällrandbranterna, eller från de övre sedimentformationerna inom Hyolithusserien. De bästa blottningarna ha påträffats längs de bäckar, som rinna ned utför fjällrandbranter.

a) *Hyolithusserien inom östra delen av Torneträskområdet*

Inom detta område finnas de båda bäst undersökta sektionerna genom Hyolithusserien inom hela norra Norrbottensfjällen. Den ena sektionen är belägen i norra branten av fjället Luopakte i nordosthörnet av fjällranden S om Torneträsk. Den andra ligger N om Träsket, 22 km NV om den förra, och är mätt längs Vakkejokk. De båda sedimentlagerföljderna visa mycket stora överensstämmelser i bergartsföljd men också vissa markanta särdrag. Luopakesektionen har blivit allmänt känd genom de fossilfynd, som gjorts inom mellersta och övre delen av dess sedimentlagerföljd, Vakkejokksektionen genom den säregna sedimentbreccian, som ligger inlagrad i sedimentlagerföljdens undre del.

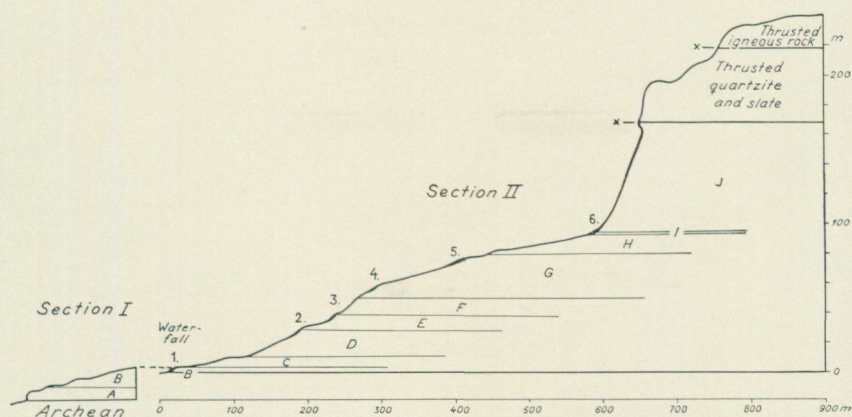


Bild 2. Sektion genom Hyolithusseriens sedimentformationer samt ovanförliggande skollberggrund i östra delen av Luopaktes nordsluttning. Luopakte utgör nordosthörnet av fjällberggrunden söder om Torneträsk. A—J = Hyolithusserien. A. Den undre sandstenen. B. Den undre lerskiffern. C. Den mellersta sandstenen. D. Den mellersta lerskiffern. E, F och G. Den övre sandstenen. H. Den övre lerskiffern med överst, I., fossilförande kalksten. J. Alunskiffer. Ovan den förskiffrade alunskiffern följer den undre skollberggrundens av kvartsit och skiffer. Sektionens krönparti utgöres av kataklastisk till mylonitisk granit och syenit, den mellersta skollberggrundens urberg (Kulling 1960 a).

Fig. 2. Section through the sedimentary formations of the Hyolithus Series and overlying thrust rocks in the eastern part of the northern slope of Luopakte. Luopakte forms the NE corner of the Caledonides south of Torneträsk. A—J the Hyolithus Series. A the lower sandstone, B the lower shale, C the middle sandstone, D the middle shale, E, F and G the upper sandstone, H the upper shale with, uppermost, I, fossiliferous limestone, J alum shale. Above the schistose alum shale follow quartzite and slate of the lower thrust rocks. The uppermost part of the profile is made up of cataclastic-mylonitic granite and syenite, PreCambrian rocks of the middle thrust rocks (Kulling 1960 a).

I Luopaktes nordbrant har Hyolithusseriens sediment av förf. indelats i sju formationer (jfr bild 2) :

- Den undre sandstensformationen med arkosartad, konglomeratisk bottenbildning
- Den undre skifferformationen
- Den mellersta sandstensformationen
- Den mellersta skifferformationen
- Den övre sandstensformationen
- Den övre skifferformationen med en tunn kalkstensbank upptill
- Alunskifferformationen.

I Vakkejokksektionen (jfr bild 3) samt i trakten däromkring saknar Den undre skifferformationen och Den mellersta sandstensformationen så gott som helt. Deras plats intages av den ovannämnda Vakkejokkbreccian. Breccieformationen upptäcktes år 1930 av förf. och fick då sitt namn. Ö om Vakkejokk visar Den undre sandstensformationen ofta ett rätt väl utbildat bottenkonglomerat mot urbergsunderlaget.

För några väsentliga drag hos de ovannämnda formationerna inom Hyolithusserien kring Torneträsk skall redogöras i det följande.

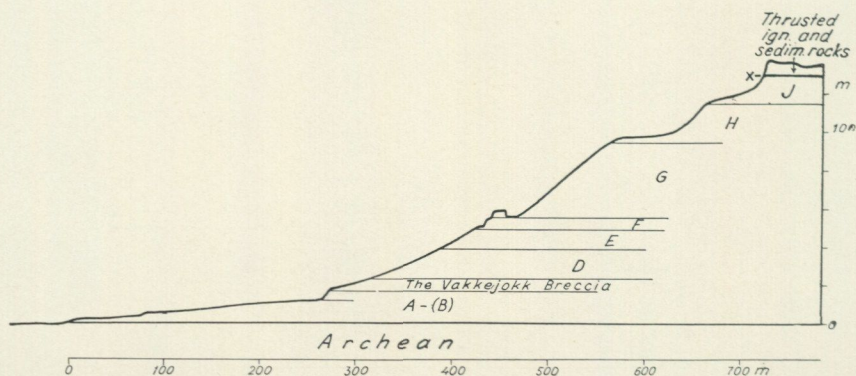


Bild 3. Sektion genom Hyolithusseriens berggrund längs Vakkejokks nedre del. Området norr om Torneträsk. Formationsindelningen är med ett par undantag densamma som i Luopaktesektionen söder om Torneträsk, se bild 2. På urbergsunderlaget av granit vilar A-(B). Den undre sandstenen, möjligen med rester av den undre lerskiffern. Den mellersta sandstenen, lager C i Luopakte, saknas. På dess plats kommer Vakkejokkbreccian, som innehåller material av urbergseruptiv och av sediment från Hyolithusseriens undre formationer. D. Den mellersta lerskiffern. E, F och G. Den övre sandstenen. H. Den övre lerskiffern. J. Alunskeer. Ovan Hyolithusseriens sedimentformationer följer skollberggrund, bestående av både överskjutet urberg och av sediment (Kulling 1960 a).

Fig. 3. Section through the Hyolithus Series along the lower part of Vakkejokk. Area north of Torneträsk. The subdivision is, with a few exceptions, the same as for the Luopakte section south of Torneträsk, see fig. 2. On the basement granite rests A-(B), the lower sandstone, possibly with relics of the lower shale. The middle sandstone, layer C on Luopakte, is missing. In its place comes the Vakkejokk breccia which contains material from the PreCambrian eruptives and sediments from the lower formations of the Hyolithus Series. D. The middle shale, E, F and G the upper sandstone, H the upper shale, J Alum shale. Above the sedimentary formations of the Hyolithus Series come thrust rocks consisting of both thrust PreCambrian igneous rocks and sediments (Kulling 1960 a).

Den undre sandstensformationen. — Denna formation ligger på det peneplane-rade urbergsunderlaget. Gränzonen mot urbergsunderlaget utgöres ofta av en grusig, arkoskonglomeratisk bank med bollar och brottstycken av urbergsunderlagets granitbergarter och av kvarts. Översta partiet av urbergsunderlaget är ibland in-situ-breccierat. I mer basalbreccieartade bottenlag dominera granitbrottstycken och fältspatflisor. I gruskonglomeratiska utbildningsformer tillkommer rätt rikligt material av gångkvarts. När bottenbildningen i vissa områden uppvisar välutbildad konglomeratstruktur, utgöres bollmaterialet oftast av kvarts. Den undre sandstensformationens sandstenar äro ofta i undre delen och även högre upp i formationen strömskiktade och kalkhaltiga. Böljeslagsmärken förekomma, se bild 4. Grovkorniga och finkorniga sandstenar växellagra. Färgen växlar från grå till gröngrå och vitgrå. Mäktigheten är ett tiotal m. Vanligen saknar sandstensformationen spår av fossil. Men i området N om Torneträsk ca 6 km SO om nedre Vakkejokk och nedanför Vajvantjärko förekomma talrika krypspår på skiktytorna i en lerskifferskiktad sandsten, som är belägen inom övre



Bild 4. Bøljeslagsmärken på skiktytor i grusig sandsten, som har karbonathaltiga bankar. Ofta 5 till 8 cm mellan ryggarna. Foto mot ca N 20° Ö. Det övre systemet går ca NO—SV, det undre N 70° V—S 70° Ö. Den undre sandstensformationens översta del, ca 7 m ovan urbergsunderlagets yta. Östra fjällranden ca 10 km söder om Luopakte.

Fig. 4. Ripple-marks on bedding surfaces of the gritty sandstone which also has carbonate-bearing layers. The distance between ripple-crests is between 5 and 8 cm. Picture taken looking N 20° E. The upper system of ripples trends approximately NE—SW, the lower N 70° W—S 70° E. The sandstone is located in the upper part of the lower sandstone formation, about 7 metres above the surface of the basement PreCambrian rocks. It is located in the eastern marginal zone of the mountains about 10 km south of Luopakte.

delen av Den undre sandstensformationen. Sandstenen är blottad till fem m:s mäktighet. Ca 8 m under sandstenens underyta kommer urbergsunderlaget i dagen. På sandstenen lagras ett ca 2 m mäktigt konglomerat vars bollmaterial huvudsakligen utgöres av granit. En del av bollarna i konglomeratet ha facettliknande ytor. Åt sidorna övergår konglomeratet på kort sträcka i breccieartat konglomerat, som i sin tur övergår i den typiska Vakkejokkbreccian, för vars sammansättning nedan redogöres.

Den undre skifferformationen (i Luopakteområdet). — Denna formation uppbygges av växellagrande lerskiffrar och sandiga skiffrar. Den gränsar diffust mot underliggande sandstensformation. I övre delen av skifferformationen finnas små, platta, trådformiga bildningar, observerade på skiktytor. De har tolkats som fossilrester. Mäktigheten i Luopaktesektionen är ca 12 m.



Bilderna 5 och 6. *Madigania annulata* Sprigg från Hyolithusseriens mellersta sandstensformation. *M.* på den övre bilden förskriver sig från nordslutningen av Äppartjäkko, som ligger söder om Rautasjaures östända. *M.* på den undre bilden är påträffad i Luopaktes nordöstra sluttning, i Luopaktesektionen, jfr bild 2. $\times 1$. Foto P. H. Lundegårdh 1964.

Figs. 5 and 6. *Madigania annulata* Sprigg from the middle sandstone of the Hyolithus Series. *Madigania* in the upper picture is from the northern slope of Äppartjäkko, south of the east end of Rautasjaure. *M.* in the lower picture was found on the NE slope of Luopakte in the Luopakte section, cf Fig. 2. Photo P. H. Lundegårdh 1964.

Den mellersta sandstensformationen (i Luopaktesektionen). Denna formation innehåller grå, gröngrå och gulgrå sandstenar av växlande kornstorlek. Inlagringar av sandig skiffer förekomma. I övre delen av sandstensformationen finnes en inhomogen, grusig sandstensbank med flisor av lerskiffer, av gångkvarts och av urbergseruptiv. Den antyder en stratigrafisk lucka i lagerserien. Sandstensformationen är, som nämnts ovan, utbildad i Luopakteområdet söder om Torneträsk. Norr om träsket saknas den. Men det material av sandsten, som förekommer inom Vakkejokkbreccian norr om träsket, torde till stor del ha kommit från den där nedbrutna och borteroderade mellersta sandstensformationen. Vakkejokkbreccian intar N om Torneträsk så att säga Den mellersta sandstensformationens plats. Den inhomogena övre banken i sandstensformationen söder om träsket kan tolkas som en sydlig, starkt uttunnad fortsättning på sedimentbreccian i norr. Inom den mellersta sandstensformationen har krypspår och andra skiktytemärken efter fossil observerats i flera nivåer. I ett lokalt block av sandsten, som torde höra hemma i formationen, har förf. påträffat *Monocraterion tentaculatum* Torell. Formationens mäktighet i Luopaktesektionen är endast 7—8 m. Under den 21:sta internationella geologkongressens A 25-exkursion i början av aug. 1960 under förf:s ledning till Torneträsk—Ofoten-området besöktes Luopaktesektionen. I samband med förf:s demonstration av den mellersta sandstensformationen påträffade den italienske professorn dr Luciano Vighi från Romuniversitetet på skiktytan av en blekgrå, mostensartad sandsten ett fossilavtryck med en serie koncentriska fåror och ryggar, se bild 6. Förf. kunde meddela professor Vighi, att förf. några tiotal km sydligare, i området S om Rautasjaure, sommaren 1959 påträffat ett ex. av samma slags fossil, som dock ännu ej blivit närmare examinerat, se bild 5. Fossilet har efter förf:s granskning visat sig vara *Madigania annulata* Sprigg. Fossilet i Rautasjaureområdets Hyolithusserie ligger i den mellersta sandstensserien, 25—28 m ovan Hyolithusseriens kontakt mot urbergsunderlaget, alltså på ungefär samma höjd ovan urbergsunderlagets yta som fossilet i Luopaktesektionen.

Madigania annulata beskrevs för femton år sedan (C. Sprigg 1949) från Sydaustralien. Enligt Sprigg (jfr även C. Sprigg 1947) förekommer *Madigania annulata* tillsammans med ett flertal andra medusa-artade fossil i Pound sandstenen, som ligger i understa delen av underkambrium och direkt under den bekanta *Archaeocyathes*-kalkstenen i Flinders Ranges. Pound-sandstenen bildar den översta formation i områdets Adelaide Serie, som före fossilfynden betecknats som Eo-kambrisk. Från de cyclomedusor, som träffas tillsammans med *Madigania*-fossilerna i Pound-sandstenen skilja sig de senare därigenom, att de sakna radialstriering. Medusorna betraktas som pelagiska, och de sediment, i vilka de förekomma, som marina.

Vakkejokkformationen el. Vakkejokkbreccian. Då förf. under ett kort besök i området norr om Torneträsk sommaren 1930 upptäckte Vakkejokkbreccian som

en inlagring i Hyolithusseriens sediment, antogs den vara av helt lokal karaktär. Vid kartläggning i början på 1950-talet kunde den emellertid följas från Vakkejokklokalen minst 14 km mot öster samt hela vägen ha samma stratigrafiska position, jfr fig. 7. På ett flertal lokaler inom Hyolithusseriens berggrund i andra delar av Norrbottensfjällen kunde dessutom motsvarande eller likartade breccior påvisas. Vad nu Vakkejokkbreccian norr om Torneträsk angår, så vilar den, som sagt, så gott som överallt på den undre sandstensformationen, se kartan, bild 7. Någon gång når den ned till urbergsunderlaget, men ibland har den en tunn lerskifferhorisont i sitt liggande. På grund därav råder det ej full konformitet mellan breccian och dess underlag. I detalj kan liggandekontakten någon gång vara rätt ojämn. Jämför bild 8. Breccian är mycket tunn. I Vakkejokksektionen är den 7 m mäktig. Vanligen växlar dess mäktighet från ett tiotal till några få meter. Breccian påminner strukturellt mycket om morän. Men den har samtidigt flera drag, som ej gärna gå att förena med en tolkning av den som fossil morän, som tillit.

Vakkejokkbreccian uppvisar en rad utbildningsformer. En vanlig typ (jfr bild 9) har skarpkantiga brottstycken av granit av de mest skilda storlekar, inbäddade i granitgrusig matrix. En annan typ representeras av bild 10. I denna breccia ligga stora och små, kantiga eller kantrundade brottstycken av granit inbäddade i sammanveckad lerskiffer. I breccia av sådan typ kan man även påträffa stora brottstycken av breccia av den första typen, så att man kan tala om breccia i breccia, (se bild 11 och jfr bild 12). I vissa typer av breccian ingår som brottstyckematerial sandsten vid sidan av granit. Den underlagrande sandstenen har ibland blivit sammankörd och även inveckad i breccian, se bild 13. Inom breccian förekommer dessutom konglomeratliknande partier, där de rundade bollarna utgöras av granit och där matrixen är en tämligen ren lerskiffer med spridda små granitflisor (jfr bild 14). Tydligt konglomeratartade partier av Vakkejokkbreccian äro endast undantagsvis påträffade. Bollarna i sådana konglomeratpartier ha ofta facettliknande ytor. Men dessa ytor torde vara brecciebitarnas ursprungliga ytor i ett material, som blivit kantnött och sorterat. Bild 15 visar ett block av Vakkejokk Konglomerat i kontakt mot skiktad sandsten. Konglomeratet, där det är observerat i fast klyft, vilar på skiktad sandsten och överlagras av lerskiffer. I en annan utbildningsform av breccian ha de olika bitarna i ett stort uppsplittrat granitblock glidit något isär, när tämligen rent lerskiffermaterial (icke konsoliderad lerskiffer eller lera) pressats in mellan granitbitarna, jämför bild 16. Ytterligare skall nämnas, att mycket utbredda, tunna, flackt liggande partier av något sprickig granit finnes tillsammans med breccian, synbarligen bildande dess undre del eller i vissa områden ersättande breccian. Där granitpartierna uppmätts, har de ibland en längd av flera hundra meter. När förf. först upptäckte Vakkejokkbreccian och endast granskat ett mindre parti av densamma i skogsterräng i området omedelbart öster om Vakkejokk, tolkades dessa stora granitplattor som breccians autoktona underlag. Vid fortsatt undersökning kom emellertid den över-

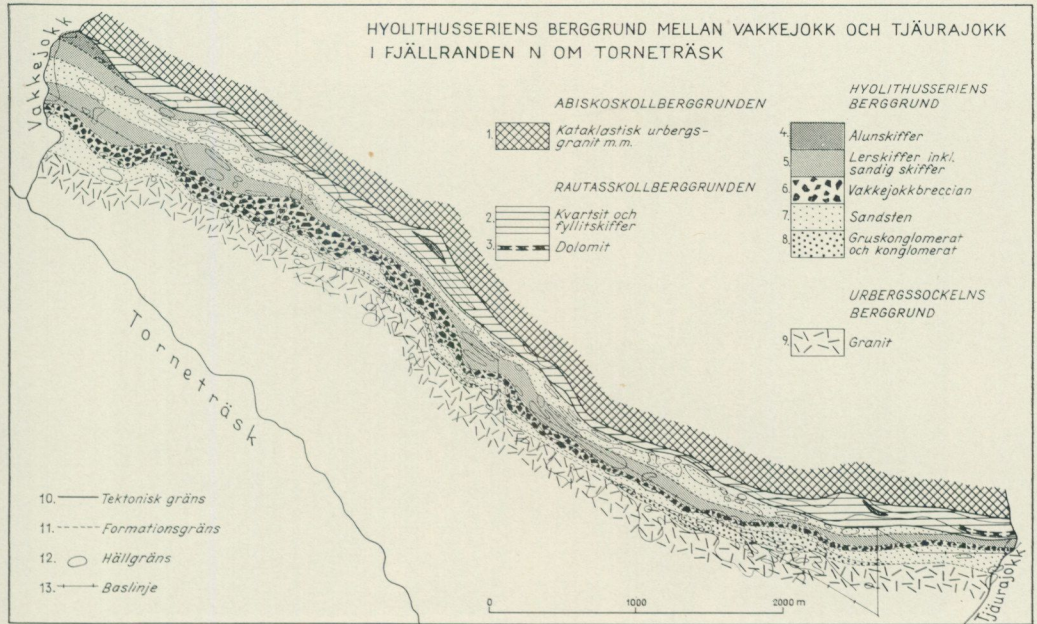


Bild 7.

Fig. 7. Geological map of the Hyolithus Series in the area between Vakkejokk and Tjåurajokk to the north of Torneträsk. *The middle thrust rocks*: 1. Cataclastic salic igneous rocks and sediments. *The lower thrust rocks*: 2. Quartzite and phyllite slate. 3. Dolomite. *The Hyolithus series*: 4. Alum shale. 5. Shale incl. sandy shale. 6. The Vakkejokk breccia. 7. Sandstone. 8. Conglomerate. *The PreCambrian basement*: 9. Granite. — 10. Thrust. 11. Formation-limit. 12. Outcrop. 13. Base-line.

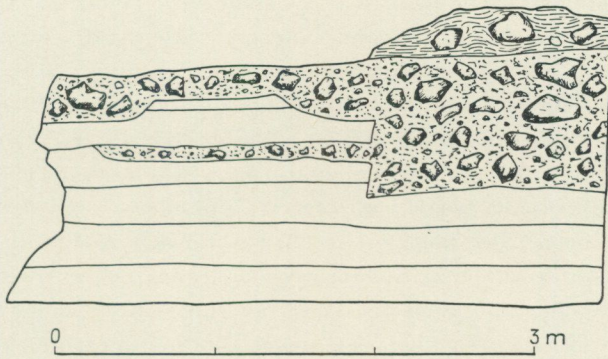


Bild 8. Vakkejokkbreccia med flikig kontakt mot underliggande, skiktad sandsten. Ovan den tunna breccian följer lerskiffer med spridda steninneslutningar. Ca 8 km öster om Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)

Fig. 8. The Vakkejokk breccia with interfingering contact against its substratum of stratified sandstone. Shale with scattered pebbles and boulders lies on the thin breccia. About eight km to the east of Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)



Bild 9. Vakkejokkbreccia på skiktad sandsten. Breccians material består huvudsakligen av finkornig urbergsgranit. Området öster om Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)

Fig. 9. The Vakkejokk breccia resting on bedded sandstone. The material of the breccia consists mainly of fine-grained PreCambrian granite. Area east of Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)

raskande omständigheten i dagen, att dessa flak hade transporterats till ort och ställe tillsammans med breccian.

Många utbildningsformer inom Vakkejokkbreccian består av osorterat bergartsmaterial av ett mycket tillitliknande utseende¹. Men andra utbildningsformer av breccian, såsom en breccietyp med granitbollar i lerskiffer och en varietet med lerskiffer mellan bitar av uppsprucken granit, kunna knappast tolkas som bottenmoränbildningar. Det kan nämnas, att breccians material ej påverkats kataklastiskt och att breccians undre gränzson ej visar någon tektonisering eller annan påverkan, som skulle kunna tyda på att breccian uppstått som en skollenhet under bergskedjevecklingen. Förf. har gjort sig till tolk för den uppfattningen, att breccian bildats under de autoktona sedimentens avsättning och att den närmast kan tolkas som en kombination av vanligt skred och subkvatiskt slamskred (rockslide and mudrush). Strukturerna hos den undre sandstensformationen antyda, att denna avsatts, då havet ryckte fram över utplanat landområde. Det är sannolikt, att peneplaneringen ej var fullständig utan att monad nocks och andra ojäm-

¹ Mycket stora flak av den berggrund, som en bottenmoränis glidit fram över, ha enligt förf:s erfarenhet från svenska terränger, exempelvis Stockholmstrakten, kunnat bli inbakade i isens undre delar och därefter förflyttats.



Bild 10. Vakkejokkbreccia med stora och små kantrundade block av urbergsgranit i lerskiffermellanmassa. Från området öster om Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)

Fig. 10. The Vakkejokk breccia with large and small sub-rounded blocks of PreCambrian granite, in a shaley matrix. Area east of Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)

heter voro för handen. Under den utvidgade eller förnyade transgressionen kunde då sönderspruckna delar av sådana uppstickande berggrundspartier bli försatta i labilt läge och rutscha ned i grundhavets littorala delar, där avsatt lera inbakades i skredmaterialet. Breccior ungefär svarande mot Vakkejokkbreccians typ och med samma stratigrafiska läge ha efterhand påträffats inom vitt skilda delar av de norra Norrbottensfjällen.

Den mellersta skifferformationen. — Norr om Torneträsk följer ovan Vakkejokkbreccian den mellersta skifferformationen. Närmast söder om träsket, där som nämnts ingen Vakkejokkbreccia påträffats inom av förf. undersökta sektioner av berggrunden, vilar Den mellersta skifferformationen på Den mellersta sandstensformationen. Lerskifferformationen torde i allmänhet svara mot »Hyolithus-skiffern» hos de tidigare förf., som sysslat med Hyolithusseriens berggrund inom Norrbottensfjälles östra randområde. Paleontologiskt representera fossilen inom skiffern den andra faunistiska zonen nedifrån räknat inom Skandinavien under kambrium. I Torneträskområdet har förf. inom skifferseriens undre del påträffat zonen två ledfossil, nämligen *Volbortella tenuis* Schmidt och *Platysolenites anti-quissimus* Eichw. *Platysolenites lontowa* Öpik har också påträffats, liksom exem-



Bild 11. Vakkejokkbreccia av typ breccia i breccia. Det stora blocket av breccia med sandig matrix ligger inneslutet i breccia med lerskiffermatrix. Från området öster om Vakkejokk.

Fig. 11. The Vakkejokk breccia of the type breccia-in-breccia. The large block of coarse breccia with a sandy matrix is enclosed by breccia with a shaley matrix. East of Vakkejokk.

plar av *Hyolites* sp. och av *Monocraterion* sp., det sistnämnda inom de understa, sandiga bäddarna av skifferformationen. Lerskifferarna inom Den mellersta skifferformationen äro vanligen av röd, grönskiftande röd eller ljusgrå färg. Sandstensbäddarna inom formationen ha liksom de tunna fossilförande skifferbäddarna vanligen grönaktigt grå färg. Den mellersta skifferformationens mäktighet är i de berörda områdena vanligen 15—20 m.

Den övre sandstensformationen. — Denna 50—60 m mäktiga sandstensformation är uppbyggd av ett stort antal sandstenbäddar av växlande beskaffenhet och färg. Karakteristiskt för formationen är, att bankernas skiktytor fullständigt överdragits av krypsår och andra skiktytemärken. Ett stort antal olika typer av sådana krypsår och andra märken efter fossil förekomma (jfr bilderna 17—19).

Den övre skifferformationen. — Mäktigheten av denna formation växlar i området från 15 till 20 m. Formationens understa, ca en m mäktiga bädd utgöres av en fosforitkornförande, dolomithaltig, konglomeratisk bank med dolomitiska partier,



Bild 12. Vakkejokkbreccia av typ breccia i breccia. Det stora blocket av grov breccia med lerskiffermatrix ligger inneslutet i breccia med sandig-grusig matrix. Från området öster om Vakkejokk.

Fig. 12. The Vakkejokk breccia of the type breccia-in-breccia. The large block of breccia with shaley matrix is enclosed by breccia with a sandy-gritty matrix. East of Vakkejokk.

vilka ibland ha stromatolitutbildning. Små flisor av urbergseruptiv ha observerats i bankens mera konglomeratiska del, där bollmaterialet i huvudsak består av kvartsit. Formationens skifferar ha mörkgrå till gröngrå färg. I Luopaktesektionen är formationens översta parti, som visar en mäktighet av ca 1,7 m, en grå, fossilrik, kalkhaltig skiffer, som upptill övergår i oren, likaledes fossilrik kalksten. J. C. Moberg upptäckte dessa fossilförande, kalkiga lager år 1907 och fastställde, att faunan representerar den faunistiska zonen fyra, dvs. zonen med *Strenuella linnarssonni* Kiaer, inom Skandinaviens underkambrium. Det vanligaste fossilet är *Ellipsocephalus Nordenskiöldi* Linrs., själva zonfossilet samt *Obolus* sp. Den övre skifferformationen kan sägas vara den översta stratigrafiska enheten inom den helt autoktona sedimentserien.

Alunskifferformationen. — Denna formation hör även hemma inom autoktonen i stort. Men dess utpräglade skifferighet och »mylonitiska» glidzoner antyda, att alunskifferformationen har störts tektoniskt och torde vara mer eller mindre

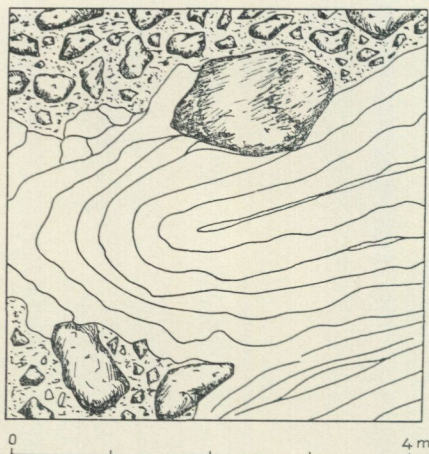


Bild 13. Vakkejokkbreccian. Skissen visar breccians gräns mot veckad sandsten, som nedåt övergår i flackt liggande sandsten. Området öster om Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)

Fig. 13. The Vakkejokk breccia. The sketch shows the border between folded sandstone which passes downwards into flat-lying sandstone. Area east of Vakkejokk. (Kulling 1960 a.)



Bild 14. Vakkejokkbreccia med rundade till kantrundade bollar av granit. Matrix utgöres av lerskiffer. Från området öster om Vakkejokk.

Fig. 14. The Vakkejokk breccia with rounded to sub-rounded pebbles of granite and a matrix of shale. East of Vakkejokk.



Bild 15. Lokalt block av kontaktparti mellan skiktad sandsten och konglomerat från ca 3,5 km OSO om Vakkejokks nedersta del. Blocket kommer från den undre sandstensformationens gränsszon mot Vakkejokkformationen, blotad i närheten av blockförekomst-
 en. Vakkejokkbrecian har inom ett litet område övergått i och ersatts av konglomerat med kantavrundade till rundade bollar. Bollmaterialet består huvudsakligen av granit. Enstaka bollar av kalksandsten ha noterats.

Fig. 15. Block of local origin showing contact between graded sandstone and conglomerate, about 3.5 km ESE of the lowest part of Vakkejokk. The block is from the contact between the lower sandstone formation and the Vakkejokk formation which is exposed nearby. The Vakkejokk breccia has, within a short distance, passed into and been replaced by conglomerate with sub-rounded to rounded pebbles. The pebble material consists largely of granite. Occasional pebbles of calciferous sandstone have been seen.

parautokton. Spridda små pyritnåsten ha observerats i alunskiffern. Men man har förgäves sökt efter orstenslinser. Inga fossil ha observerats. I Luopaktesektionen är alunskiffern ca 72 m mäktig. Men dess mäktighet i närgränsande partier av fjällranden och i andra delar av Torneträsktrakten varierar inom vida gränser och är av sekundär natur.

Förf. har följt Hyolithusserien både norr och söder om Torneträsk. Från Vakkejokk norr om träsket har den kartlagts mera i detalj å en sträcka av ca 7 km (jfr kartan bild 7). Men både i detta mindre område och i alla andra under-



Bild 16. Vakkejokkbreccia. Kantiga granitbrottstycken med lerskiffermatrix. Bergarten har nästan karaktären breccierad granit med inpressad lerskiffer. Från området öster om Vakkejokk.

Fig. 16. The Vakkejokk breccia. Angular granite fragments with a shaley matrix. The rock has almost the character of a brecciated granite with shale pressed into it. East of Vakkejokk.



Bild 17. Spår efter fossil på skiktyta i Hyolithusseriens övre sandstensformation. Sektionen i Luopaktes nordöstra sluttning. (Kulling 1960 a.)

Fig. 17. Traces of fossils on bedding surface in the upper sandstone of the Hyolithus Series. Section on the NE slope of Luopakte. (Kulling 1960 a.)



Bild 18. Spår efter fossil på skiktyta i Hyolithusseriens övre sandstensformation. Sektionen i Luopaktes nordöstra sluttning. (Kulling 1960 a.)

Fig. 18. Traces of fossils on bedding surface in the upper sandstone of the Hyolithus Series. Section on the NE slope of Luopakte. (Kulling 1960 a.)

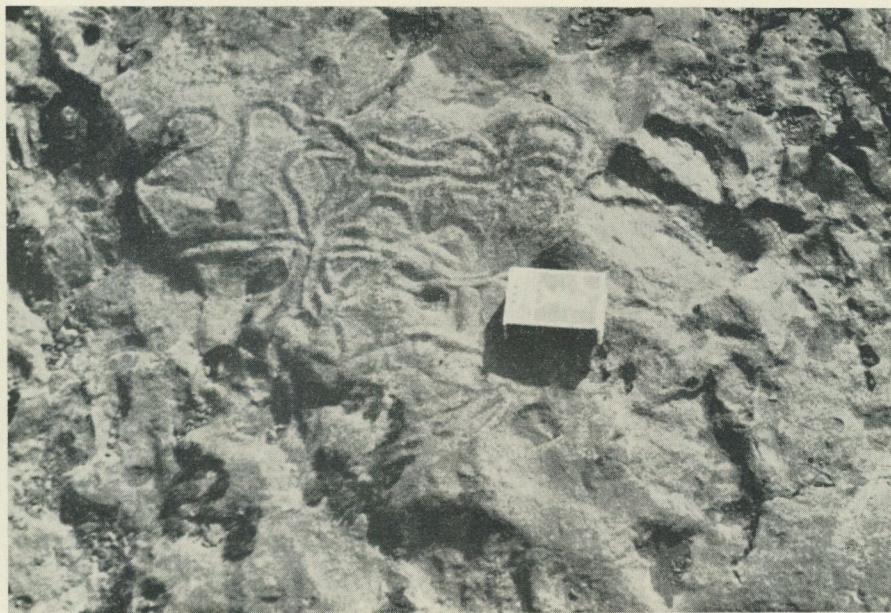


Bild 19. Krypsspår på skiktyta i sandsten. Den övre sandstensformationen i Hyolithusserien. Luopaktes nordöstra hörn i området söder om Torneträsk. Tändsticksasken visar skalan.

Fig. 19. Fossil trails on a bedding surface in sandstone belonging to the upper sandstone formation of the Hyolithus Series. Northeast corner of Luopakte, south of Torneträsk. Scale shown by match-box.

sökta snitt genom Hyolithusserien i Torneträskområdet kan förf. bygga endast på aneroidmätta mäktighetssiffror. En planerad detaljundersökning med latta och tub har ännu ej kunnat realiserats. Därför är det insamlade materialet från övriga sektioner beträffande formationsmäktighetsförhållandena inom Hyolithusserien ej direkt jämförbart med materialet från de två ovannämnda sektionerna. Ej heller har i något avsnitt av den östra fjällranden blottningsförhållandena varit så goda, och förhållandena i övrigt så gynnsamma, att resultaten av mätningarna utan vidare kunna jämföras med resultaten från de två ovan beskrivna sektionerna. En detaljerad redogörelse för varje formations mäktighetsförändringar längs fjällranden får därför ställas på framtiden, så viktig en sådan än skulle vara ur många synpunkter. Det förekommer tektoniska småstörningar praktiskt taget överallt. Sålunda äro de två ovan beskrivna detaljsektionerna genom Hyolithusserien i Torneträskområdet behäftade med vissa fel, orsakade av små glidningar och av lagerseriens småveckning.

Av det insamlade observationsmaterialet från andra delar av Norra Norrbottensfjällens Hyolithusserieberggrund skola ett antal exempel på de autoktona sedimentens lagerföljd och egenskaper omnämnas, vilka skola bidra till att ge en översikt över Hyolithusseriens utbildning från N till S och i viss mån även från Ö till V.

b) *Hyolithusserien inom Pältsaområdet*

N om Torneträskområdet går fjällkedjans berggrund över på norska sidan av gränsen men kommer åter in i Sverige i nordligaste hörnet av vårt land: i Pältsaområdet. Genom förf:s undersökningar (1956) har konstaterats, att betydligt mer av den autoktona sedimentberggrunden hyvlats bort under skollornas frammarsch i detta nordliga område än i Torneträskområdet samt att jordbetäckningen i Pältsaområdets fjällrand orsakat, att endast mycket små partier av Hyolithusserien kommit i dagen. N om riksgränssjön mot Finland, Kilpisjärvi, är emellertid Hyolithusserien relativt tillfredsställande blottad. Kaledoniska fjällkedjans berggrund där, inom nordligaste Finland, har på ett förtjänstfullt sätt beskrivits av H. Hausen (1942). Ur hans redogörelse vill förf. meddela en översikt över Hyolithusseriens sammansättning i fjällranden N om Kilpisjärvi, vilken i viss utsträckning torde gälla även för berggrunden S om Kilpisjärvi.

Det understa ledet i den autoktona sedimentserien N om Kilpisjärvi är ett bottenkonglomerat med uppskattad mäktighet från 2 till 10 m. Konglomeratet är rikt på kvartsbollar. Kvartsitbollar samt fältpatmaterial från urbergsunderlaget förekommer även. Liksom inom Torneträskområdet uppträder strömskiktad sandsten i direkt förband med konglomeratet. Sandstensens matrix är kvartsitisk men kan ibland vara kalkhaltig. I vissa sektioner har en några m mäktig botten sandsten påträffats mellan konglomeratet och urbergsunderlaget. Ovan konglomeratet följa först 2—5 m mäktig, rostande lerskiffer, så 2—5 m mäktig kvartssandsten,

överlagrad av gröngrå till chokladfärgad lerskiffer med upp till 30 m:s mäktighet och sedan en 20—30 m mäktig lagerföljd av lerskiffer och sandsten. Autoktonens översta formation består av en flera tiotal m mäktig grå lerskiffer, som överlagras av tektoniserad lerskiffer. Den senare anses av Hausen vara parautokton. Den grå lerskiffen, som finns på toppen av den autoktona Hyolithusserien i Kilpisjärviområdet, torde ekvivalera Den övre lerskifferformationen inom Torneträskområdet, den gröngrå till chokladfärgade skiffen synes motsvara Den mellersta skifferformationen kring Torneträsk och den växellagrande följden av lerskiffer och sandsten kunde parallelliseras med Den övre sandstensformationen N och S om Torneträsk. Även de understa formationerna i de båda områdena synas i stort överensstämma med varandra. Men Vakkejokkbreccian har ej påträffats i Hyolithusseriens berggrund kring Kilpisjärvi.

c) *Hyolithusserien inom Rautasjaureområdet*

Den indelning av Hyolithusseriens berggrund, som tillämpats för trakten kring Torneträsk, går även att i stort genomföra för Hyolithusserien i trakten kring Rautasjaure. Sjön ligger ett 20-tal km söder om Torneträsk. Ett par exempel på Hyolithusseriens stratigrafi skola lämnas, det ena från fjällranden SO om Lutitjåkko, som ligger 6—7 km NO om Rautasjaures östända, det andra från nordslutningen av Äppartjåkko, några km söder om Rautasjaures östända.

I området SO om Lutitjåkko vilar Huolithusseriens sedimentlagerföljd på röd urbergssyenit. Närmast kontakten mot sedimenten har syeniten erhållit en grå färgton men förefaller att i övrigt vara fullt frisk. På urbergsytan ligger ett tunt skikt av arkossandsten, följt av ett par m mäktig kalksandsten, som är grovkornig och strömskiktad. Sedan följer grovkornig sandsten med gruskonglomeratiska bankar och därovan grå sandsten med spridda konglomeratbollar. Denna understa sandiga lagerföljd, tillsammans ca 9 m mäktig, representerar Den undre sandstensformationen. Denna överlagras av ca 13 m mäktig lagerföljd av sandiga lerskiffer med inlagrade sandstensbankar och motsvarar Den undre skifferformationen. På denna följer ett par m mäktig ljusgrå till vitgrå sandsten, som har ett basalt konglomeratiskt skikt. Eftersom den ovan kommande, ca 14 m mäktiga, violetta till gröngrå lerskiffen med säkerhet kan parallelliseras med Torneträskområdets Mellersta skifferformation, motsvarar den ljusa sandstenen Den mellersta sandstensformationen. På lerskiffen vilar ett tunt lager av sandig skiffer med linser av sandig dolomit. Lagret bildar en övergångszon till den följande, av mosandstenar och normalkorniga sandstenar uppbyggda lagerföljden, vilken närmast skulle ekvivalera Den övre sandstensformationen i nordligare områden. Spridda blottningar av den sandiga lagerföljden förekommer upp till 43—44 m ovan gränslagret mot underliggande lerskifferformation. Sandstensformationens översta blottade del är tektoniskt påverkad. Vad som döljer sig i den rasklädda slutningen närmast ovanför den blottade sandstenen är okänt. Ca 50 m högre upp i den branta slutningen kommer emellertid överskjuten, kataklastisk urbergsgranit i dagen.

Sektionen i *Äppartjåkcos nordsluttning* ligger 8—9 km SV om föregående sektion. Endast undre delen av Hyolithusseriens sedimentlagerföljd finnes bevarad här. Den lägre skollberggrundens kataklastiska urbergsgrenar vilar på Den mellersta skifferformationen, som är 20—21 m mäktig. I den ca 30 m mäktiga sedimentpacken mellan skifferformationen och urbergsunderlaget kan man visserligen genomföra samma tredelning av sedimentberggrunden som längre norrut, men gränserna mellan de olika formationerna bli på grund av upprepad växelagring mellan sandsten och sandiga skiffer på ett flertal ställen i lagerföljden diffus. Följande noteringar har gjorts om den nu behandlade sedimentlagerföljden. Närmast under lerskifferformationen följer:

- 0.5 m dolomitisk sandsten.
 - 0.7 m karbonatfläckig sandsten med svartgrå färg.
 - 4.3 m finskivig svartgrå sandsten med bankar av sandig skiffer och med tunna lager av dolomitisk mosten. Släpspår av fossil finnas på skiktytorna. Ett fragmentariskt ex. av *Madigania annulata* Sprigg, se bild 5, samma art, som omnämnts från den mellersta sandstensformationen i Luopakte, har påträffats.
 - 0.5 m grå finkornig sandsten.
 - 12.0 m mörkgrå sandig skiffer och finbankad sandsten.
 - 1.0 m rostande, grå, grovkornig sandsten.
 - 8.0 m grå, finbankad sandsten med inlagringar av sandig skiffer och med ett tunt konglomeratlager som understa bank.
 - 3.0 m grovbankad arkossandsten till gruskonglomerat med karbonathaltiga bankar.
- Underlag: urbergssyenit.

Den bevarade lagerserien under den överskjutna graniten är alltså ca 50 m mäktig. Någon sedimentbreccia av Vakkejokkbreccians typ har ej observerats.

d) Inom östra fjällandområdet från trakten *ett stycke S om Rautasjaure i N till Vistasvagge i S* saknar förf. egna observationer. Enligt tillgängliga dagboksanteckningar synes Hyolithusseriens berggrund vara föga blottad. Detta gäller särskilt om sedimentseriens undre del och kontakten mot urbergsunderlaget. Ofta ha tektoniska störningar träffat sedimentserien ända ned mot urbergsunderlaget.

Ur geolog N. Marklunds dagbok (6/7 1959) skall en sektion genom Hyolithusserien från östra delen av Staggotjåkko refereras. Staggotjåkko ligger ca 12 km NNÖ om Paittasjärvis västande. På urbergsytan vilar här 0.6 m polymikt breccia med mörkfärgad matrix. Breccian består av material från urbergsunderlaget. Ovan breccian följer 0.3 m kalkhaltigt, polymikt konglomerat med arkosartad matrix, därefter ca 4 m grovbankad, småkonglomeratisk, kvartsitisk arkos, så 1.5 m gråsvart, rostande skiffer samt slutligen ca 40 m gröngrå till grå »slamskiffer». I slamskifferformationen förekomma enstaka tunna sliror av sandsten. Skifferformationen är upptill starkt skifferig och av mörkgrå färg. Marklund anser, att det troligen föreligger ett överskjutningsplan vid skiffrens gräns mot ovanpåliggande, linsiga kvartsit.

I sin redogörelse använder Marklund begreppen sandsten, slamsten och ler-

skiffer och menar uppenbarligen med slamsten en moig till finsandig lerskiffer. Tar man hänsyn till den ifrågavarande slamstenens mäktighet av ca 40 m, synes den vid jämförelse med nordligare berggrundsavsnitt närmast kunna motsvara Den undre skifferformationen, Den mellersta sandstensformationen och Den mellersta skifferformationen. Nyss har nämnts, att även i N, i Äppartjåkkotrakten, den upprepade växelagringen mellan sandsten, sandiga skifferar och lerskifferar gör, att en formationsindelning blir svår att upprätthålla inom undre delen av Hyolithusserien.

e) *Hyolithusserien i området mellan Vistasvage och Kaitumsjöarna*

I nästa avsnitt av den östra fjällranden, från Vistasvage i N till Kaitumsjöarna i S, förfogar förf. över ett mycket ringa observationsmaterial om Hyolithusseriens berggrund. Däremot har geolog H. F. Johansson underkastat större delen av detta område en detaljerad kartläggning, som innefattar även Hyolithusserien. Om hans resultat, vad beträffar Hyolithusseriens berggrund, är endast känt, att en sedimentbreccia, som mycket liknar Vakkejokkbreccian, påträffats på ett flertal lokaler. I likhet med vad förf. framfört i ett tidigare arbete (Kulling 1951), vid beskrivning av material insamlat genom Tryggve Eriksson från en lokal SÖ om Kebnekaise (1 km S om Larkimpakte) anser Johansson, att de påträffade brecciorna närmast böra tolkas som tillitbildningar.

Bo Eriksson, som sommaren 1963 utfört berggrundskartläggning inom urbergsområdet SÖ om Kebnekaise, har ställt observationsmaterial från ett par lokaler av den blottade gränzonen mellan urbergsunderlaget och Hyolithusserien till förf:s förfogande. På den ena lokalen, som ligger 5 km S om Paittasjärvi, på Larkimtjåkkos sydöstsluttning, består urbergsunderlaget av en röd porfyr, som närmast under gränsen mot de autoktona sedimenten är tydligt vittrad. Den vittrade porfyren är i sitt översta parti genomdragen av sandstensfyllda sprickor. Den sprickiga porfyren övergår uppåt utan skarp gräns i en sedimentbreccia. Redan en m ovan den diffusa kontakten mot porfyrunderlaget har sedimentbreccian övergått i en mörkfärgad, grusig sandsten med spridda 1—2 cm stora, kantiga till rundade fragment av porfyr. På den andra lokalen, som ligger 1,6 km SV om den förra, vilar Hyolithusseriens basalbreccia på det vittrade porfyrunderlaget. Basalbreccian är delvis grov. De största brottstyckena, som äro kantrundade, mäta upp till 1/2 m i diam. Ovan breccian följer mörkfärgad sandsten, som överlagras av rödbrun lerskiffer.

f) *Hyolithusserien i området mellan Kaitumsjöarna och Stora Luleälvs vattudal*

I det sydligaste avsnittet av den östra fjällranden inom Norra Norrbottensfjällen, från Kaitumsjökedjan i N till Stora Luleälvs vattudal i S, har insamlats flera värdefulla data om Hyolithusseriens sammansättning. N. Marklund, dagbok (16/7 1960), mätte följande sektion längs med Tjikkojokk ca 1 km SV om Paijeb Kaitumjaures SV-hörn.

Under grå kvartsit, som representerar den undre skollberggrunden, följer:

- 10.0 m grå skiffer.
 - 4.0 m mörkgrå sandskiktad skiffer med några fossilrester.
 - 0.6 m mörkgrått konglomerat.
 - 13.5 m mörkgrå sandsten med arkoskvartsit som understa avdelning.
 - 0.3 m grått gruskonglomerat.
 - 2.3 m ljusgrå, finkornig sandsten.
 - 13.5 m grågrön sandsten med lerskifferskikt.
 - 0.05 m gruskonglomerat.
 - 3.0 m gröngrå, finkornig sandsten.
 - 8.0 m gruskonglomeratisk sandsten med bottenarkos.
- Urbergsunderlag: Finkornig grönsten.

Den autoktona sedimentserien under den överskjutna kvartsiten har alltså en mäktighet av något över 55 m. Lagerföljden innehåller fyra konglomerathorisonter och kan indelas i fyra formationer med vardera ett konglomerat i botten. Den översta lerskifferrika formationen skulle, om man söker jämföra formationerna med dem inom Hyolithusserien S om Torneträsk, i Luopakte, närmast ekvivaleras med Den mellersta skifferformationen. Mellan de båda av sandsten präglade formationerna under den skifferrika formationen finnes ej någon tydlig skifferformation motsvarande Den undre skifferformationen i Luopakte. Dock finns smärre lerskifferskikt.

Ca 8—9 km SO om den ovan beskrivna sektionen längs Tjikkojokk har förf. i nordostslutningen av och ca 2 km från fjälltoppen p. 1092 i Tuipe i en skrift (Kulling 1951) beskrivit ett snitt genom Hyolithusserien med tyngdpunkten lagd på den tillitliknande sedimentbreccia, som där påträffats inom understa delen av sedimentlagerföljden. I denna skrift betecknades breccian som tillitartad. Kontakten mellan Hyolithusserien och underliggande urbergsgranit är blottad i övre delen av en bergavstats. Urbergsgraniten är kraftigt vittrad i sin översta del. Vittringen förtonar ca 3 m ned i graniten. Nedanför vittringszonen är graniten ljusröd och kan karakteriseras som medelkornig mikroklinpertitgranit med granofyrisk sammanväxning mellan kalifältspat och kvarts. Den är fattig på mörka mineral (klorit). Den vittrade graniten är i sin undre del blekgrå med skiftning i gult, den sistnämnda nyansen orsakad av utfälld järnhydroxid. I övre delen är den vittrade graniten gråvit till blekgrå och har en något lucker konsistens. De ursprungliga röda fältspaterna ha genom vittringen blivit vita och matta, med ibland liksom anfrätta och ojämna ytor. Fältundersökningen ger vid handen, att en kaolinartad vittringstyp föreligger. Enligt mikroskopiska undersökningar av den vittrade graniten innehåller den pertitiska mikroklinen oregelbundet avgränsade nästen av en gröngrå sericitartad substans. Det är pertitens plagioklaskomponent, som vittrat. Mikroklinen har också ställvis blivit anfrätt. Om kaolin bildats, är det sannolikt, att detta mineral vid den svaga sericit-klorit-metamorfose, som träffat berggrunden i samband med skollframdrivningen, överförts i sericitisk substans. Ovanpå den vittrade graniten kommer 0,5 m blekgrå sandsten, så 1 m sediment-

breccia samt ca 35 m mäktiga sandstenslager. Några tiotal m högre upp i bergsslutningen kommer blottningar av blågrå, tektoniserad kvartsit, som bedömes höra till överskjutningsberggrunden. Fjällets krönområde intages av överskjuten, kataklastisk urbergsgranit.

Några kommentarer skola göras om de autoktona sedimentens sammansättning. Bottensandstenen är grovkornig och något arkosartad. Den består av samma slags material, som finns i det vittrade omedelbara underlaget. Sandstensens kvarts- och fältspatkorn äro kantiga. De sistnämnda visa samma slag av vittring som fältspaterna i den vittrade graniten. Matrixen är sericitisk. Breccian ovan sandstenen har underst en 0.3 m tjock bank, där bergartsflisorna ligga mera tätt packade och matrixen är mindre rikligt företrädd än högre upp (jfr bild 20). De kantiga och något kantnötta flisorna, som vanligen ej nå över 3 cm i längd, består till en betydande del av samma slags granit, som förekommer i urbergsunderlaget. Detta innebär, att granitbrottstyckena äro knappast märkbart vittrade, på sin höjd obetydligt avpigmenterade, samt ha kvar sin rödlätta färg. Utom graniten ifråga träffas fragment av kvartsporfy, kvartsporfyrisk granit, gångkvarts, skiffrig kvarts (sannolikt av urbergsålder) samt mikroklin och kvarts. Mellanmassan mellan flisorna består av en mikroskopiskt nästan tät, smutsigt gröngrå pigmenterad kloritartad substans utan några sericitiska partier. Den huvudsakliga delen av breccian, 0.7 m mäktig, har mer kantigt material än bottenbanken samt rikligare matrix med sericitiska partier. Färgen är grå till mörkgrå. Brottstyckena äro av växlande storlek. Procenten av gångkvartsflisor har stigit på de sura eruptivens bekostnad. I sin översta del går breccian över i en mer gruskonglomeratisk bergart av svartgrå färg. Sandstenslagerföljden ovan breccian är något otillfredsställande blottad. Den innehåller ett par finkonglomeratiska till gruskorniga bankar. Färgen växlar från vitgrå över grå till grönskiftande grå. Mot sandstensformationens undre gräns ha spridda, otydligt facetterade gångkvartsbollar noterats i sandstenen.

S om Vuolep Kaitumjaures västra del reser sig det lilla fristående Akkavare med högsta krön i NV, se bild 21. Krönområdet intages av överskjuten kataklastisk kvartsit, representerande den undre skollberggrunden. Skollpartiet vilar på ett flackt liggande parti av Hyolithusserien, vars mäktighet har uppskattats till ca 100 m. Då Akkavares NV-parti ligger endast ca 6 km Ö om den nyss beskrivna sedimentlagerföljden genom Hyolithusserien längs Tjikkojokk och ca 4 km N om den ovan beskrivna sektionen med grov sedimentbreccia, borde sedimentlagerföljden i Akkavare utbygga vår kännedom om Hyolithusserien i detta avsnitt av fjällranden. På avstånd förefaller sedimentlagerföljden i Akkavares nordvästra del vara någorlunda väl blottad. Men de partier av fjällslutningarna, som granskades, voro zonvis täckta av rasmaterial, varför det korta besöket ej ledde till avsett resultat. Emellertid konstaterades, att den övre delen av sedimentlagerföljden, från ca 50 m ovan lagerföljdens kontakt mot urbergsunderlaget till minst 85 m ovan nämnda kontakt, består av en sandstensformation, vars skiktytor ha



Bild 20. Sedimentbreccia i understa delen av Hyolithusserien, ca 2 km NO om Variettjäkko toppen. Breccian är endast 0,3 m mäktig samt övergår uppåt i en ca 0,7 m mäktig, tillitliknande sedimentbreccia. Brecciebildningen skiljes från det vittrade underlaget av graniturborg av en ca 1/2 m mäktig, grovkornig sandsten samt överlagras av sandsten. x 0,75. (Kulling 1951.)

Fig. 20. Sedimentary breccia in the lowermost part of the Hyolithus Series, about 2 km NE of Variettjäkko summit. The breccia is only 0.3 m thick and passes upwards into a tillite-like sedimentary breccia about 0.7 m thick. The breccia development is separated from the weathered basement of PreCambrian granite by a coarse sandstone about 0.5 m thick and is overlain by sandstone. x 0.75. (Kulling, 1951.)

krypspår. Formationen utgör påtagligen en sydlig fortsättning av Torneträskområdets Övre sandstensformation. I den ca 50 m mäktiga undre delen av sedimentlagerföljden i Akkavare finnes längst ned ca 5 m sedimentbreccieartad bottenarkos, konglomerat med gångkvartsbollar och sandsten med ett karbonathaltigt lager. Därövan följer 10 m rasmaterial. Det är rätt mycket lerskifferfragment i rasgruset. Sedan kommer ca 10 m mäktig, blottad sandsten. Mellan denna sandstensblottning och den ovan nämnda övre sandstenen finns en ca 25 m mäktig, icke blottad lagerföljd, som är täckt av övervägande lerskiffergrus. Den av skiffergrus dolda lerskifferformationen motsvarar stratigrafiskt Torneträskområdets Mellersta skifferformation. Den längre ned i slutningen belägna skiffergruszonen har antagligen erhållit sitt material från den ovanliggande Mellersta lerskifferformationen, då inom södra delen av Akkavare hela undre delen av Hyolithusseriens berggrund från de grova bottenbildningarna och till 25—30 m ovan samma består av sandsten. Enligt ett meddelande från U. Hallgren, som sommaren 1963 kartlagt urberget S om Vuolep Kaitumjaure, är kontakten mellan Hyolithusserien och urbergsunderlaget i Akkavareområdet flerstädes blottad. Hyolithusseriens granitunderlag är vittrat till några m:s djup. Inom södra delen



Bild 21. Akkavares nordvästtopp. Foto mot öster från Tjikkopaktes östsluttning av J. von Feilitzen. Akkavares toppiga krönområde uppbygges av till den undre skollberggrunden hörande kvartsitbergarter. Fjällets undre del hör till urbergssockeln. Mellan skollberggrunden och urberget i underlaget finnes en ca 100 m mäktig skiva av Hyolithusseriens sediment. Seriens understa formation, den undre sandstensformationen, är delvis välblottad och kommer på bilden till synes som en bergavsats i fjällets norra del. Sandstenen skiljes från den till några m:s djup vittrade sura urbergsruptivbergarten av en tunn sedimentbreccia.

Fig. 21. NW summit of Akkavare seen from the eastern slope of Tjikkopakte. Photo J von Feilitzen. The crown of Akkavare is made up of quartzites belonging to the lower thrust rocks. Between the thrust rocks and the PreCambrian basement is about 100 m of sediment of the Hyolithus Series. The lowermost formation is fairly well exposed and is marked by benching of the northern slope of the mountain. The sandstone is separated by a thin sedimentary breccia from acidic PreCambrian eruptive, the uppermost few meters of which is weathered.

av Akkavare följer en 1—2 m mäktig sedimentbreccia direkt på den vittrade graniten. Materialet i breccian består dels av vittrad granit av samma typ som i underlaget, dels av gångkvarts. Ett tunt, arkosartat lager med granitmaterial skiljer ibland den delvis konglomeratartade basalbreccian från granitunderlaget.

Från sydligaste delen av norra Norrbottensfjällens östra rand, dvs. från trakten N om St. Sjöfallet, har helt nyligen värdefullt material tillkommit, vilket belyser lagerföljdens sammansättning inom området Hyolithusserie. För lokalisering av lämpligaste läget för en kraftverkstunnel i området har K. Vattenfallsstyrelsens

projekteringsavdelning igångsatt bergborrningar. Hittills ha fyra borrhålor upptagits. Tvenne av dem har förf. haft tillfälle att granska. För de två andra föreliggande preliminära protokoll, upprättade av ing. M. Moberg. De fyra borrhålen ligga i stort längs en OSO—VNV-lig linje, det östligaste, bp. 18, ca 2 km NNO om St. Sjöfallet i nordslutningen av den lilla bergshöjden Kanisvaratsch, de följande tre borrhålen, E 4, 1 och 2, i fjällslutningen NO om Kårtjojaure. Avstånden mellan borrhålen i nu nämnd ordning äro resp. 1,2, 0,4 och 2,75 km. Borrningarna ha gått genom skollberggrund, Hyolithusserie och ned i urbergsunderlaget, som är Sjöfallskvartsit. Siffrorna avse m ö h.

Borrhål 18. Mobergs protokoll.

- 475.6 — 463.6 Konglomeratisk skiffer, grå till grönaktigt grå.
 463.6 — 458.3 Sandsten, grå.
 458.3 — 452.0 Skiffer, mörkgrå.
 452.0 — 451.3 Konglomerat, grått.
 Underlag av Sjöfallskvartsit.

Borrhål E 4. Mobergs protokoll.

- 511.2 — 485.6 Tektoniserad och finskiffrig mylonit, grå.
 485.6 — 480.7 Svart skiffer med grafitbelagda sprickytor.
 480.7 — 473.0 Lerskiffer, grå.
 473.0 — 442.2 Finkornig kvartsit, grå.
 442.2 — 358.5 Sjöfallskvartsit, violett och grå.

Det kan anmärkas till detta protokoll, att den finkorniga grå kvartsiten till väsentlig del torde höra hemma i Sjöfallsserien, då de tvenne följande borrhålor motvarande kvartsit av förf. räknats till Sjöfallsserien.

Borrhål 1. Kullings protokoll.

- 549.5 — 473.0 Kataklastisk till mylonitisk urbergsgranit och syenit.
 473.0 — 463.3 Grafitskiffer.
 463.3 — 451.5 Lerskiffer och mostensskiffer. Det förekommer inknådade partier av grafitiskiffer i skiffrarnas översta del. Skiffrarna delvis sammanveckade.

Underlag av Sjöfallskvartsit, grå i övre delen, sedan violett.

Borrhål 2. Kullings protokoll.

- 507.4 — 434.9 Kataklastisk till mylonitisk urbergsgranit och -syenit med en grönstensinlagring
 434.9 — 432.6 Grafitskiffer med upprepade mylonitartade skivor
 432.6 — 382.8 Kataklastiska urbergsbergarter som ovan
 382.8 — 379.7 Som ovan men med grafitrika brecciezoner
 379.7 — 368.5 Grafitskiffer med några skivor av kataklastiska bergarter i undre delen

- 368.5 — 364.0 Grå, mostensartad skiffer
 364.0 — 363.9 Grov sandsten, grå
 363.9 — 355.7 Grå lerskiffer, delvis mostensskifferartad
 355.7 — 355.6 Grå sandsten
 355.6 — 355.5 Grusig sandsten med kakformiga fosforitklumpar
 Underlag av Sjöfallskvartsit av grå typ

Det östligaste borrhålet, nr 18, har drivits inom ett litet fridenuderat parti av fjällberggrunden. I borrhålets protokoll finns ej antecknat något om tektonisk gräns inom sedimentföljden ovan Sjöfallskvartsitunderlaget. Förf. har undersökt det fridenuderade berggrundspartiet (jfr Kulling 1951) och observerat, att i närheten av den plats, där borrhålet sedan blev satt, sammanveckad alunskiffer förekommer direkt på områdets lerskifferformation och ett parti av lerskiffen skjutits fram över alunskiffen. På denna berggrund vilar arkossandsten, tillitliknande konglomerat, ljusgrå, vitvittrande dolomit samt sandsten övergående i kvartsit, allt representerande en skolla enligt förf:s tolkning av förhållandena. Borrhålets sandsten och konglomeratiska skiffer skulle enl. förf:s tolkning höra till skollberggrunden.

Den i borrhålet 2 påträffade grafitskiffen av 2.3 m:s mäktighet mitt inne i den överskjutna urbergsberggrunden torde representera ett alunskifferparti, som inbakats i den överridande skollberggrunden.

En jämförelse mellan de fyra borrhålets berggrund återfinnes i texttabellen härintill.

	Bp. 2	Bp. 1	Bp. E 4	Bp. 18
Överskjutna urbergsruptiv.	127.7	76.5	25.6	—
Överskjuten sedimentserie	—	—	—	17.3
Hyolithus- Alunskiffer	11.2	9.7	4.9	—
serien Lerskiffer med inlagringar av sandsten	12.8	11.8	7.7	6.3
Sandsten och konglomerat	0.1	—	—	0.7

Till den överskjutna berggrunden återkommer förf. i annat sammanhang. Vad Hyolithusseriens sedimentmäktigheter beträffar, visa alunskiffen och lerskiffen avtagande mäktigheter mot Ö. Men då icke blott alunskiffen utan även lerskiffen uppvisar störd lagring och alunskiffen uppåt gränsar mot skollberggrund, kan man ej draga några bestämda slutsatser ur de erhållna siffrorna. Vad som är särskilt anmärkningsvärt, det är den så gott som absoluta frånvaron av basalsandsten. En betydelsefull upplysning om lagringsförhållandena inom Hyolithusserien kan hämtas från berggrunden ett stycke S om kartområdets S-kant, från området S om Petsaure, som ligger ca 15 km S om de ovannämnda borrhålen. I fjällranden S om Petsaure förekommer mellan fossilförande lerskiffer och urbergsunderlaget, Sjöfallskvartsit, en föga mäktig konglomeratformation. Den är kalkhaltig, har bollmaterial av gångkvarts, mörkgrå sandsten samt Sjöfallskvartsit.

Den sistnämnda, som representerar den lokala komponenten i konglomeratet, har vanligen större dimensioner än övriga bergartskomponenter samt mindre avrundade former. Konglomeratet har alltså delvis karaktären av sedimentbreccia med lokalt material. På en lokal i närheten och inom samma lerskifferformation, som lagrar ovan konglomeratet, har förf. påträffat daterbara fossil, bl a *Hyolithellus micans* Billings, som karakterisera den översta av underkambriums fyra faunistiska zoner. Hyolithusseriens bottenbildningar inom detta och andra partier av norra Norrbottensfjällens sydöstligaste del synes med stöd av de gjorda iakttagelserna bära placeras högre upp i det stratigrafiska schemat än längre i N, exempelvis i Torneträskområdet.

I den ovanstående redogörelsen för Hyolithusseriens stratigrafi har det på flera ställen gjorts sannolikt, att de båda undre av Torneträskområdets lerskifferformationer tunna ut mot S. Observationerna i fjällranden N och S om St. Sjöfallet antyder, att det samma är fallet med de sandstensformationer som omsluta de undre lerskifferformationerna.

2. HYOLITHUSSERIENS BERGGRUND I FÖNSTEROMRÅDENA

Fönsterområdenas berggrund ligger längre in i den kaledoniska bergskedjan än fjällrandens berggrund och har följaktligen rönt större påverkan under bergskedjeveckningen, framförallt av de framglidande skollorna. Ibland har Hyolithusseriens sediment helt försvunnit från fönsterurbergets yta. Oftast finnes emellertid bottenkonglomerat och bottensandsten kvar. I några fält nära gränsen mot Norge ha icke blott basaledimenten bevarats utan även delar av överlagrande lerskiffer- och sandstensformationer liksom alunskiffrar. Men dessa sediment mellan urbergsunderlaget och skollberggrunden ha oftast påverkats starkt av överskjutningarna, så att sedimenten förskiffrats och erhållit tektonisk strimmighet. Några spår av fossil ha ej påträffats inom fönsterområdenas autoktona sedimentberggrund, som kanske riktigare kunde kallas Hyolithusseriens västliga motsvarighet än Hyolithusserien i V.

a) *Kuokelfönstret*

Urbergsberggrunden i Kuokelfönstret är i stor utsträckning tektoniskt opåverkat. Rester av autoktona sediment ha påträffats i fönstrets östligaste och västligaste gränzoner. Dessutom finnes en smal N—S-gående ribba av sediment nedveckad i västra delen av fönsterområdet. Längs områdets norra gräns samt utefter delar av södra gränsen försvårar jordbetäckningen närmare undersökning. Endast understa delen av Hyolithusseriens sedimentföljd är bevarad, framförallt arkoskonglomeratet och den understa sandstenen men undantagsvis även grå lerskiffer. Mäktigheten är i allmänhet ett tiotal m. I fönstrets sydvästra del äro de bevarade sandstenarna och arkossandstenarna med gruskonglomeratiska led påtagligt skiffriga och av fylitisk habitus.

b) *Sjangelifönstret*

Sjangelifönstret, på norska sidan gränsen benämmt Rombaksfönstret, har nord-sydlig sträckning samt sin övervägande utbredning i Norge. På svenska sidan gränsen kan det uppdelas dels i ett smalt, mot S löpande parti från Vassijauretrakten till ett stycke N om stora riksgränskröken vid Ivarstens riksröse, dels i ett Ö—V-gående parti kring och N om Sitasjaure. I olika delar av dessa fält har de bevarade partierna av den autoktona sedimentserien växlande utseende och sammansättning. Ett antal exempel skola lämnas.

Sjangelifönstrets norra del. — Längst i N, vid riksgränsen N om Vassijaure, ha endast tunna partier av kvartsbollkonglomerat, ljusgrå sandsten och något grafitisk alunskiffer observerats i gränzonen mellan det skiffriga urbergsunderlaget och skollberggrunden. Kvartsbollkonglomeraten kunna vara ganska grova. Både urbergsunderlaget, de autoktona sedimenten och skollberggrunden äro småveckade. Vecken har ofta överstjälpts mot OSO. De autoktona sedimenten äro sericitiskiffriga.

Nästa exempel på den autoktona sedimentlagerföljdens sammansättning kan hämtas från Vassivagge, den dalgång, som från 4 km SSV om Vassijaure jvstn går mot SSO. Hyolithusseriens sediment uppträda som några NV—SO-gående, i omgivande graniturberg inveckade, ribbformade partier. Fyllitiska lerskiffrar, ljusgrå sandstenar, delvis kvartsitomvandlade blågråa sandstenar samt alunskiffrar ha noterats. Det stratigrafiska förbandet inom sedimentberggrunden är oftast ej bevarat. Urbergsunderlaget med däri ribbformigt uppträdande rester av Hyolithusseriens berggrund bildar en NV—SO-riktad antiklinal.

Till skillnad från den nyss nämnda Vassivagge, som i SO slutar blint mot Vuoitaspakte, går närmast sydligare vagge, Håikanvagge på sydsidan av Vuoitaspakte, tvärs genom högfjällen fram till Kamajokkdalen i SO. I Håikanvaggens nordvästra del, där vaggen vidgar sig mot NV, är urbergsunderlaget blottat i några små fält, som ligga innanför fjällberggrundsgränsen, se bild 22. Endast kring det nordvästra lilla urbergsfönstret finnes bottensandstenen bevarad. Sandstenen innehåller bl. a. ett lager, som har mm-tjocka, intermittenta skikt eller linser av kolhaltig skiffer. Sandstentypen ifråga är grovkornig med spridda gruskorn. I lokala blocksträngar förekommer dels ett kvartsbollförande konglomerat och dels en sedimentbreccia med kantiga kvartsbrottstycken i grafitrik, finkornig matrix. Det närliggande blottade urbergsunderlaget består av grov Vassijauregranit. I de s k Sjangeliskiffrar, vilka ingå som led i Sjangelifönstrets urberg, finnas grafithaltiga skiffrar. Kanske den säregna sedimentbreccian kan ha erhållit sitt grafitmaterial från något närliggande parti av den grafithaltiga Sjangeliskiffern. Sedimentbreccian liknar strukturellt vissa typer inom Vakkejokkbreccian. Kring det nämnda blottade urberget med omgivande bård av bottensandsten utbreder sig ett fält av starkt småveckad (*dragfolded*) fyllitbergart, se bild 23. Fylliten har framgått ur lerskiffer och sandig skiffer och uppvisar ibland övergångar till den underlig-

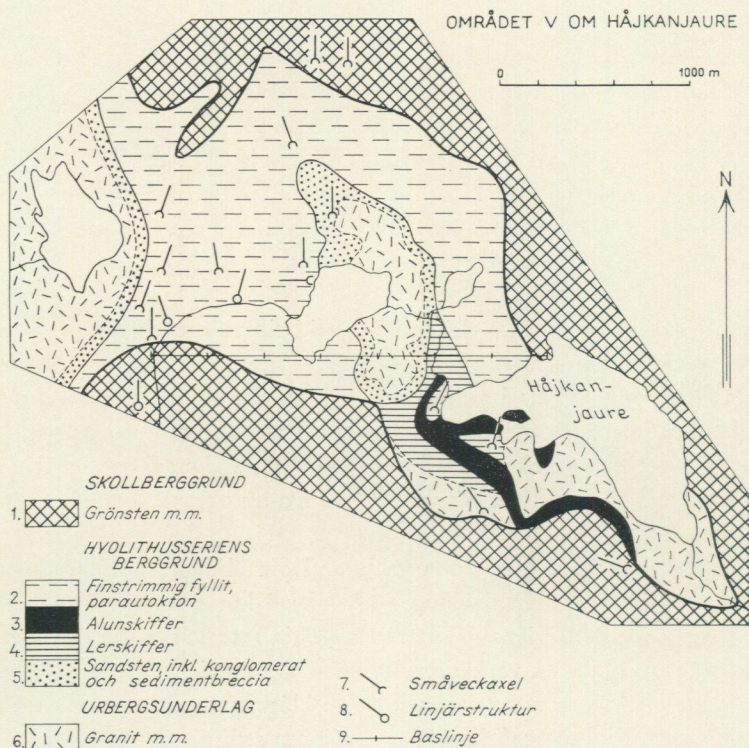


Bild 22. Berggrundskarta över området kring och väster om Håjkanjaure i sydvästskanten av de västra Abiskohögfjällen. Kartan visar exempel på förhållandena i Sjangelifönstrets östra gränsszon. Den finstrimmiga fylliten, som ligger på botten-sandstenen, har tolkats som parautokton, cf fig. 23 med text. Den grönsten, som ligger skjuten över fylliten, hör hemma i den mellersta skollberggrunden.

Fig. 22. Geological map of the area around and west of Håjkanjaure on the SW edge of the western Abisko mountains. The map shows an example of the relationships on the eastern border zone of the Sjangeli window. The streaky phyllite resting on the basal sandstone has been interpreted as parautochthonous, cf fig. 23 with its text. The greenstone is thrust over the phyllite and belongs to the middle thrust rocks.

Thrust rock: 1. Greenstone etc. *The Hyolithus series:* 2. Streaky phyllite, parautochthonous. 3. Alum shale. 4. Shale. 5. Sandstone, incl. conglomerate and sedimentary breccia. *The basement:* 6. Granite etc. — 7. Minor fold axes. 8. Lineation marks. 9. Base line.

gande botten-sandstenen. Fylliten synes alltså vara en starkt småkrynkad övre del av Hyolithusseriens berggrund, en del, som rönt så stark påverkan av ovanliggande skollberggrund, att den sannolikt kan betecknas som parautokton. Den överskjutna berggrunden närmast kring fyllitfältet utgöres av urbergsgrönsten. I västkanten av fyllitfältet kommer botten-sandstenen fram under fylliten. Botten-sandstenen vilar på grov Vassijauregranit. Ytterligare kan nämnas, att från väst-ändan av Håjkanjaure (i Håjkanvaggens västligaste del) strax SO om det ovan nämnda lilla urbergsfönstret sträcker sig ett buktande smalt stråk av grafitisk alun-

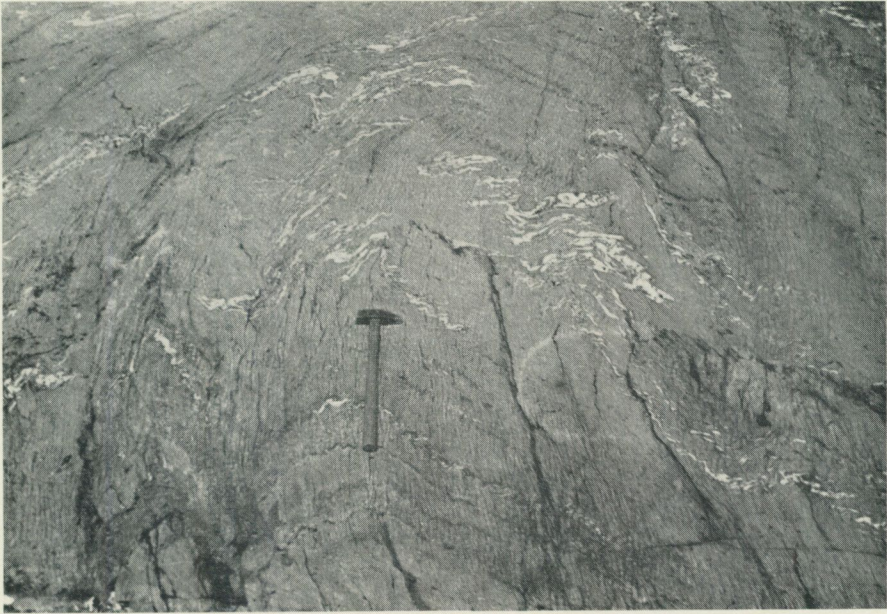


Bild 23. Kvartsådergenomvävd, veckad och förskiffrad fyllit från ca 1,5 km VNV om Håjkanjaure i sydvästkanten av de västra Abiskohögfjällen. Foto mot ca NNV. Bergartens primära skiktning synes kring och nedanför hammaren. Kvartsåderna uppträda vanligen pseudokonformt med lagringen men skära ibland diskordant över densamma. Väl utbildad skiffriighet stupar ca 45° mot Ö. Veckaxelstupningen är flackt mot N 10° V. Hammarskaftet i skiffriighetsriktningen. Fylliten har finstrimmig struktur. Fylliterna i närmaste omgivning har veckaxelstupning mot N till mot N 20° Ö.

Följande stadier i fyllitens strukturutveckling kunna urskiljas: 1. Primär skiktning med graderad lagring. 2. Pseudokonform tekonisk strimmighet. 3. Kvartsådergenomvävning, ofta av pseudokonform natur. 4. Sammanveckning. 5. Planytig skiffriighet.

Fylliten i området ligger på Hyolithusseriens basalsandsten, som går i dagen både i öster och i väster och som genom ett arkosartat konglomerat eller en sedimentbreccia är skild från urbergsunderlaget, i väster Sjangelifönstrets Vassijauregranit, i öster granit och urbergsskiffer i det lilla fönsterområdet NV om Håjkanjaure. Jfr berggrundskartan över området väster om Håjkanjaure, bild 22.

Fig. 23. Quartz-veined, folded and schistose phyllite about 1.5 km WNW of Håjkanjaure on the SW edge of the western Abisko high mountains. The picture is taken looking NNW. The primary bedding is seen around and below the hammer. The quartz veins are usually pseudo-concordant with the bedding but occasionally cut across it. Well developed schistosity dips 45 degrees to the east. The plunge of the fold axes is gentle in the direction N10°W. The hammer shaft is orientated parallel to the schistosity direction. The phyllites nearby have fold axes plunging north to N20°E.

The following stages in the structural development of the phyllite can be distinguished: 1. primary bedding with grading, 2. pseudoconformable tectonic streakiness, 3. quartz-veinig, often pseudo-conformable, 4. folding, 5. planar schistosity. The phyllite in the area lies on the basal sandstone of the Hyolithus Series which is exposed to the east and west and which is separated from the PreCambrian basement by an arkosic conglomerate or a sediment breccia. This basement consists of the Vassijaure granite in the western part of the Sjangel window, granite and schists in the east in the little window NW of Håjkanjaure, cf geological map of the area west of Håjkanjaure, Fig. 22.

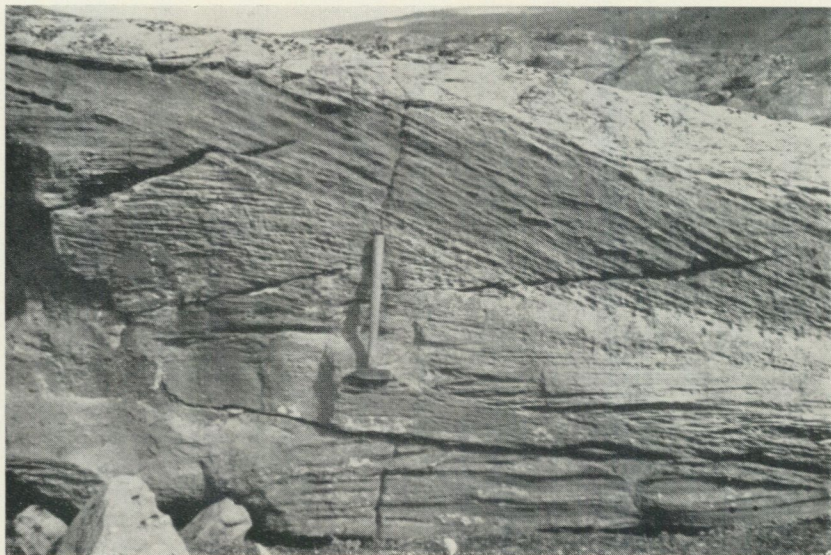


Bild 24. Diskordantskiktad kalksandsten omedelbart ovan Hyolithusseriens bottenkonglomerat. Vid Tåresjokk, söder om Kärpeljaure samt ca 5 km norr om Sjangeli. (Kulling 1950.)

Fig. 24. Cross-bedded calciferous sandstone immediately above the basal conglomerate of the Hyolithus Series. Tåresjokk south of Kärpeljaure and about 5 km north of Sjangeli (Kulling, 1950.)

skiffer någon km mot SO. Det går i kontakt med fyllit, urbergsgranit och överskjuten grönsten. Den svarta skiffern torde ursprungligen ha utgjort partier av Hyolithusseriens alunskiffer, som i samband med överskjutningsrörelserna ryckts ur sitt läge och nu uppträder som ett smalt, i stort NV—SO-riktat stråk. Det är den väl bevarade bottensandstenen med grova bottenbildningar på urbergsunderlaget, som här i V ger belägg för Hyolithusseriens närvaro. De klastiska bottenbildningarna kunna ha glidit bort. I sådana fall blir det svårare att undersöka gränzonen mellan autokton och förskjuten berggrund, särskilt när urbergsunderlaget utgöres av Sjangeliskiffer eller andra till urbergsunderlaget hörande metamorfa skifferar eller finkorniga gnejser.

Hyolithusseriens bottenkonglomerat och bottensandsten äro delvis mycket väl blottade i Kärpeljaureområdet samt kring Tåresjokk, som utgör områdets avlopp mot S. Kärpeljaure ligger endast ca tre km SV om Håjkanjaure. Från någon km S om Kärpeljaure förskrivs sig de båda bilderna 24 och 25 med diskordantskiktad kalksandsten och bottenkonglomerat med sandiga skikt. Samma slags diskordantskiktade kalksandsten är också karakteristisk för den östra fjällrandens understa sandstensformation. Att även urbergsunderlaget till Hyolithusserien är tektoniskt påverkat framgår av bild 26 från samma område. Urbergsunderlaget utgöres av



Bild 25. Hyolithusseriens bottenkonglomerat med sandiga bankar. Söder om Kärpeljaure, ca 5 km norr om Sjängeli. (Kulling 1950.)

Fig. 25. Basal conglomerate of the Hyolithus Series with sandy layers. South of Kärpeljaure, about 5 km north of Sjängeli. (Kulling 1950.)

Sjängeligrönsten. På bilden synes grönstenen med pålagrat bottenkonglomerat. De översta metrarna av grönstenen samt den understa halvmeteren av bottenkonglomeratet har förskiffrats. Skiffrigheten stupar ca 20° mot NO. Övre delen av konglomeratet samt Sjängeligrönstenen (som stupar 50° mot VSV) under skiffrighetszonen äro relativt väl bevarade. Bilden visar exempel på lokal glidning i kontaktzonen mellan tvenne bergartsserier med olika kompetens. De nästa bilderna, 27 och 28, från en punkt ca 1/2 km S om Kärpeljaure visar kontakten mellan Hyolithusseriens bottenkonglomerat och Sjängeligrönstenen med uppresta strukturer. Konglomeratet har avsatts på ett något ojämnt grönstensunderlag. I samband med senare uppbuckling — veckning av konglomeratet och ovanliggande sandsten synas även smärre glidningar ha ägt rum längs grönstens strukturytor. Det avbildade snittet går i N—S. I ett annat snitt av kontakten från samma område, gående i Ö—V, kan tydligt observeras, att veckningen orsakat en småflikig deformation av kontakten, med små överveckningar riktade mot V. Bottenkonglomeratet har en växlande mäktighet från ca 0.5 till ca 4 m. Direkt ovanpå bottenkonglomeratet följer vanligen den diskordantskiktade kalksandste-

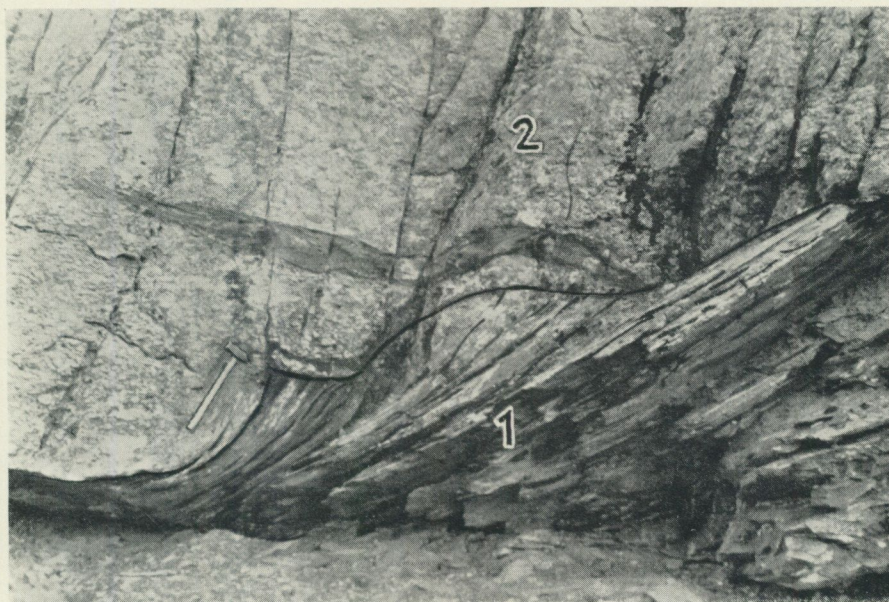
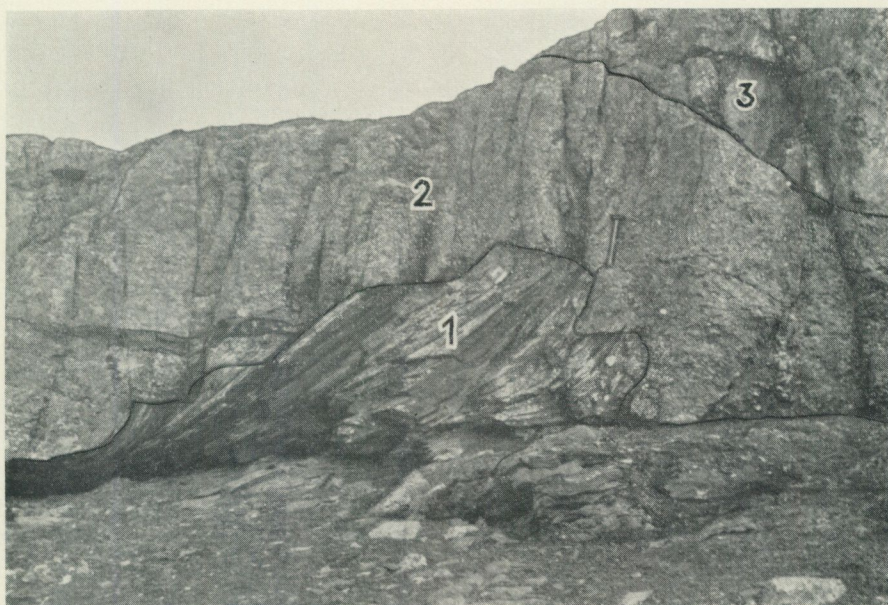


Bild 26. Hyolithusseriens bottenkonglomerat, 1, på urbergunderlag av Sjangeligrönsten, 2 och 3. Grönstenen vid 3 stupar 50° mot VSV. Den översta metern av grönstenen, vid 2, har liksom den understa halvmetern av konglomeratet förskiffrats under överskjutningsepoken, då lokal glidning ägt rum i gränzonen mellan de olikartade bergartsformationerna. Skiffriheten stupar ca 20° mot NO. Foto mot öster. Söder om Kärpeljaure, ca 5 km norr om Sjangeli. (Kulling 1950.)

Fig. 26. Basal conglomerate of the Hyolithus Series (1) on basement Sjangeli greenstone (2, 3). The greenstone at 3 dips WSW at 50 degrees. The uppermost meters of greenstone (at 2) are like the lower $\frac{1}{2}$ m of conglomerate, schistose. This is due to local movements in the border zone between different rock formations caused by thrusting. The schistosity dips about 20 degrees to the NE. Photograph taken looking east. South of Kärpeljaure, about 5 km north of Sjangeli (Kulling 1950).

nen. Bollmaterialet i Kärpeljauretraktens bottenkonglomerat (se ovan) består till över 90 % av gångkvarts. Ett fåtal % utgöres av Sjangeligrönsten, granit samt finkorniga kvartsitiska bergarter. Som delvis framgår av bilderna är konglomeratets bollmaterial mindre väl rundat. Här och var förekomma upp till 1/2 m långa, kantiga block av samma slags grönsten som grönstenen i underlaget. Blocken ha tydligen transporterats blott en kort sträcka. Blocken tyda på att urbergsunderlaget haft en viss relief vid konglomeratbildningen. I det sist nämnda området är Hyolithusseriens berggrund bättre bevarad och mer fullständig än längre mot N. På bottenkonglomeratet följer, utom den ovan omtalade sandstenen, lerskiffer och alunskiffer. Några mätningar av ursprungliga mäktighetsförhållanden ha på grund av tektoniska deformationer ej kunnat göras.

Bilderna 27 och 28. Deformerad gräns mellan Hyolithusseriens bottenkonglomerat, 2, och urbergsunderlagets Sjangeligrönsten, 1. Ca 0,5 km söder om Kärpeljaure, som ligger ca 5 km norr om Sjangeli. Foto mot öster. Konglomeratet har avlagrats på en något ojämn yta. När traktens berggrund blev tektoniskt deformerad, har icke blott underlagets grönsten och ovanliggande sedimentserie veckats, rörelser synes även ha ägt rum längs vissa av grönstenens strukturytor. 3=sandsten.



Figs. 27 and 28. Deformed contact between the basal conglomerate of the Hyolithus Series, and the Precambrian Sjangeli greenstone, 1. About $\frac{1}{2}$ km S of Kärpeljaure which lies about 5 km N of Sjangeli. Picture taken looking east. The conglomerate has been deposited on a somewhat uneven surface. When the rocks of the area were deformed both the greenstone and the overlying sedimentary series were folded and movements also took place along certain structural surfaces in the greenstone. 3=sandstone.

Längre mot S, längs Sjangelifönstrets östra kant, har Hyolithusseriens klastiska bottenbildningar dels tilltagit i mäktighet, dels erhållit större inslag av sedimentbreccieartade och gruskonglomeratiska lager i sina undre delar. En sektion, som uppmätts ca 8 km SSO om den ovannämnda sjön Kärpeljaure och några 100 m Ö om Valfojokk, ger följande lagerföljd:

- 10 m grovkornig sandsten
- 1 till 2 m fyllitisk lerskiffer
- 15 m sandsten med gruskonglomeratbankar
- 0.5 m lerskiffer
- 8 m sandsten med gruskonglomeratbankar
- 1.5 m gruskonglomerat med ett granitflislager
- 0.5 m arkos
- Granitunderlag

Då lagerföljden, som stupar brant mot V (ingår i ett sammanveckat berggrundsparti), uppvisar små glidzoner, få mäktighetssiffrorna tagas med reservation. På andra platser i samma område ligger en ibland upp till 2 m mäktig, grov sedimentbreccia på gränsen mellan sedimentlagerföljden och urbergsunderlaget. Breccian påminner ibland strukturellt om Vakkejokkbreccian. Likartade sedimentbreccior förekomma även högre upp i den klastiska lagerföljden. Så har en 2 till 2.5 dm tjock sedimentbreccia observerats som ett lager mellan finkornig sandsten och underliggande gruskonglomerat. Vid studiet av frilagda partier av gränsen mellan gruskonglomeratet och breccian har framkommit, att granitflis-material hopats i flacka fördjupningar av gruskonglomeratets överyta, innan breccian avsattes. I ett lokalt block av bergartsserien är en del av en skiktyta blottad. Här förekommer, som bild 29 visar, en originell fördelning av upp till 7 cm långa granitflisor. Det förefaller, som om ett granitblock fraktats till platsen och sprungit sönder i flisor, vilka glidit isär och ytterligare uppdelats. I några fall synes bitarna passa ihop. Granitflisskiktet är ca 1.5 dm tjockt, och bitarna ha naturligtvis i viss utsträckning roterat, innan de fixerats. Mellan de kantiga flisorna möter man arkossandstensmatrix. På ena sidan gränsar granitflisskiktet (som möjligen kan ha formen av en flat lins) mot arkoskonglomerat. På den andra sidan kommer arkossandsten, som innehåller spridda stora flisor av granit och fältspat.

Det framgår av det sagda, att Hyolithusseriens klastiska bottenbildningar i området få betraktas som terrestriska. Topografien torde ha varit bruten. Klimatet förefaller ha varit så kyligt, att berggrundens yta och därifrån lösbrutet material ej blivit föremål för någon nämnvärd kemisk vittring.

De på de klastiska bottenbildningarna följande sedimenten inom det sist behandlade området äro dåligt blottade. Dessutom ha sedimenten, vanligen lerskiffer, visat sig vara rätt starkt tektoniserade.

I Sjangelifönstrets östra rand kan man följa de föga blottade autoktona sedimenten i Hyolithusserien till trakten V om Alesjaures sydvästra del. Längre mot S torde Hyolithusseriens sediment till mycket stor del ha förts bort under skoll-

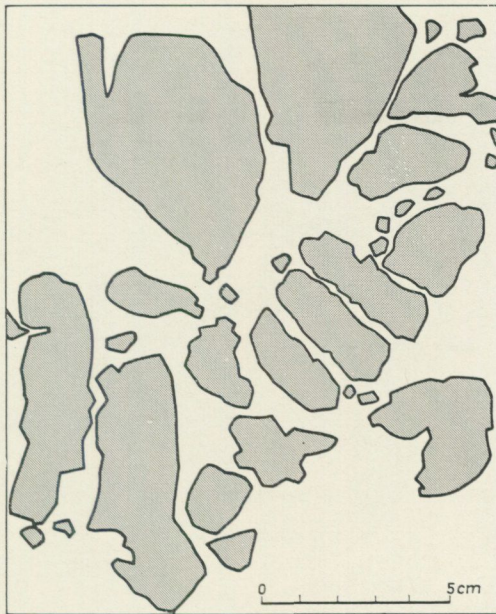


Bild 29. Till synes koncentriskt ordnade granitbrottstycken på »skiktyta» i en 2,5 dm tjock sedimentbreccia. Se lagerföljdsbeskrivning i texten. Ca 0,5 km N 35° V om Valfo-kåtan, som ligger vid nedersta delen av Valfojokk, vilken från NV faller in i översta delen av Kamajokk. Torneträskområdets sydvästra del.

Fig. 29. Granite fragments apparently arranged concentrically on the bedding plane in a 2.5 dm thick sedimentary breccia. See description of succession in text. About 0.5 km N35°W of Valfo-kåtan in the lowest part of Valfojokk which enters the upper part of Kamajokk from the NW. SW part of the Torneträsk area.

framdrivningens tid. På de tre ställen, där förf. undersökt urbergsfönstrets gränzon mot fjällkedjans berggrund i Ö, gränsar starkt bandade bergarter, sannolikt hörande till den mellersta skollberggrunden, mot fönsterurberget eller kommer strax ovanför detta. Blottningsförhållandena äro emellertid ogynnsamma.

Vid Ivarstens riksröse, ca 12 km Ö om mellersta delen av Sitasjaure, gör gränsen mot Norge en spetsig krök. NNO om denna krök når fjällberggrunden fram över riksgården. Utefter fjällberggrundens kant mot fönsterurberget går Hyolithusseriens klastiska bottenbildningar i dagen. Kvartskonglomerat, sandsten och skiffrig lerskiffer har observerats inom seriens berggrund, som har en mycket ringa mäktighet och är otillfredsställande blottad.

Sjangelifönstrets södra del eller Sitasjaureområdet. — Öster om Sitasjaures mellersta del, särskilt kring norra delen av sjöarna Tuttorjaure och Ratkasjaure, ligga de största fälten av Hyolithusseriens berggrund inom hela Sjangelifönstret. Icke blott seriens bottenkonglomerat och botten sandstenar finnas där bevarade utan även högre upp i serien liggande lerskiffer, sandstenar och alunskiffer. N

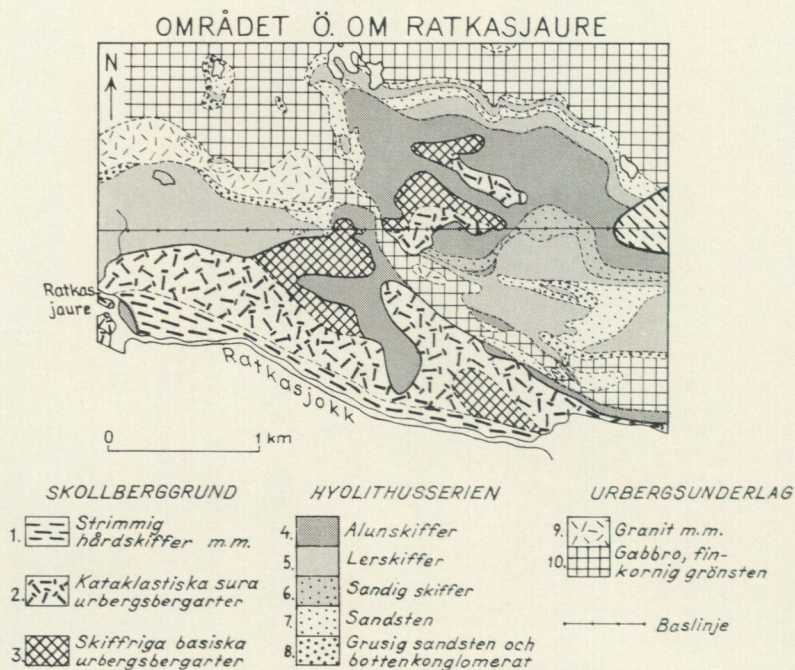


Bild 30.

Fig. 30. Geological map of the area to the east of Ratkasjaure at the southern limit of the Sjangeli window.

The middle thrust rocks: 1. Streaky schists, hard schists etc. 2. Cataclastic salic igneous rocks. 3. Schistose basic igneous rocks.

The Hyolithus series: 4. Alum shale/slate/. 5. Shale. 6. Sandy shale. 7. Sandstone. 8. Coarse sandstone and bottom conglomerate.

The PreCambrian basement: 9. Granite etc. 10. Gabbro and greenstone.

om de ovan nämnda, sammanhängande fälten av Hyolithusseriens berggrund finns ett flertal små isolerade erosionsrester av sedimentseriens bottenbildningar. Berggrunden i sedimentområdena har kartlagts mera i detalj än angränsande delar av fjällberggrunden. Tvenne berggrundskartor belysa bergartsfördelningen (bild 30: trakten Ö om Ratkasjaure, samt bild 31: trakten mellan Ratkasjaure och Tutorjaure). De båda kartorna representera delar av ett och samma stråk. Urbergsunderlaget i N utgöres i stor utsträckning av gabbrobergarter samt fin-korniga grönstenar. Graniter och andra urbergsbergarter förekomma mer underordnat. Den överskjutna berggrunden närmast ovanför den autoktona sedimentserien består även den av sura och basiska urbergsruptiv. Men dessa urbergsbergarter ha blivit mycket kraftigt tektoniserade, ha övergått till typiska tektoniter, där ofta de primära dragen äro svåra att urskilja. I området Ö om Ratkasjaure kan man underifrån räknat urskilja: 1. fingrusigt bottenkonglomerat med arkosartade partier, 2. sandstensformation med lerskifferbankar, 3. lerskifferforma-

OMRÅDET NV OM RATKASJAURE

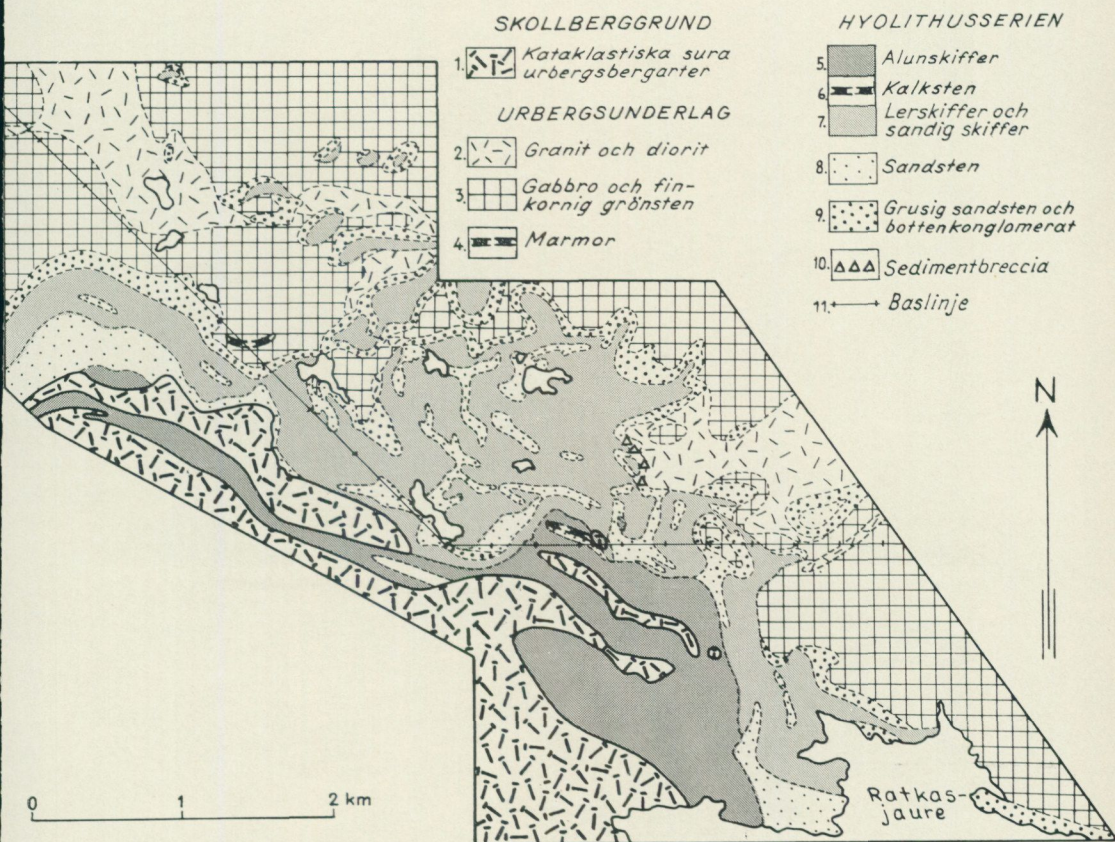


Bild 31.

Fig. 31. Geological map of the area to the NW of Ratkasjaure at the southern limit of the Sjangeli window.

The middle thrust rocks: 1. Cataclastic salic igneous rocks.

The Hyolithus series: 5. Alum shale/slate/. 6. Limestone. 7. Shale and sandy shale. 8. Sandstone. 9. Coarse sandstone and bottom conglomerate. 10. Sedimentary breccia (Compare Figs. 32 and 33.)

The PreCambrian basement: 2. Granite and diorite. 3. Gabbro and greenstone. 4. Marble. — 11. Base line.

tion, 4. sandig skifferformation samt 5. alunskifferformation. I området NV om Ratkasjaure är lagerföljden i stort densamma, men i stället för sandig skiffer kommer en sandstensformation närmast under alunskifferformationen. De olika formationernas mäktighetsförhållanden ha visat sig vara svåra att uppskatta. I området Ö om Ratkasjaure synes bottenkonglomerat praktiskt taget saknas i områdets nordöstra del. Ljus kalksandsten, grå sandsten och även grov lerskiffer kunna uppträda som understa lager i sedimentserien. I området NV om Ratkasjaure förekommer i fältets nordöstra rand en grov sedimentbreccia mellan det



Bilderna 32 och 33. Lokala block av grov sedimentbreccia, som utan gräns går över i finkornigt, grusigt konglomerat. Från Hyolithusseriens gränsson mot urbergsunderlaget i Sjangelifönstrets södra kant ca 2 km NV om Ratkasjaures nordvästra hörn, se bild 31.

Figs. 32 and 33. Local blocks of coarse sedimentary breccia which passes into fine-grained, gritty conglomerate without any sharp contact. From the border zone between the Hyolithus Series and the basement on the southern edge of the Sjangeli window, about 2 km NW of the NW corner of Ratkasjaure, see Fig. 31.

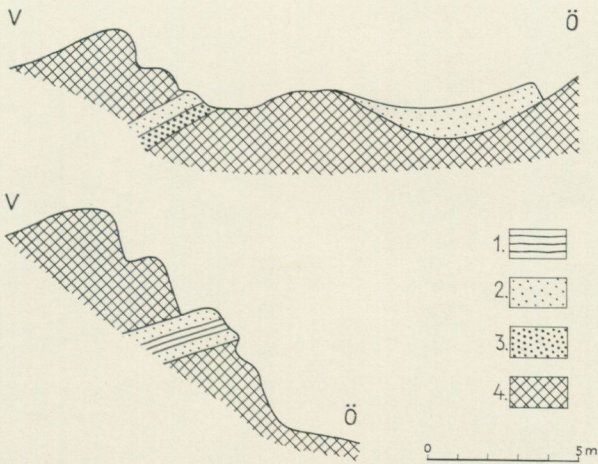


Bild 34. Skivor av väl bevarade sediment från Hyolithusseriens understa del ha genom lokala överglidningar blivit omslutna av urbergsunderlagets grönsten. Strax norr om Hyolithusseriens norra gräns ca 3 km NO om Ratkasjaures östända i sydkanten av Sjangelifönstret. 1. Lerskiffer. 2. Finkornig sandsten. 3. Grovkornig sandsten. 4. Urbergsgrönsten.

Fig. 34. Slices of well preserved sediments from the lowest part of the Hyolithus Series which have become enclosed in PreCambrian greenstones by local thrusting. Location immediately north of the northern border of the Hyolithus Series about 3 km NE of the eastern end of Ratkasjaure on the southern edge of the Sjangelifönstret. 1. shale, 2. a fine-grained sandstone, 3. coarse sandstone, 4. basement greenstone.

egentliga bottenkonglomeratet och urbergsunderlaget. En instruktiv lokal ligger ca 2 km NV om Ratkasjaures NV-hörn. Bilderna 32—33 ge en uppfattning om breccians natur. Breccian övergår utan gräns i det normala, finkorniga bottenkonglomeratet. Den grova sedimentbreccian innehåller utpräglat kantigt material. Brottstyckena kunna nå en längd av upp till 1/2 m. Mellanmassan är heterogenkornig till finsandig. Materialet i breccian synes vara ovittrat och av lokal karaktär. När Hyolithusseriens sediment började avsättas, dvs. när bottenkonglomeratet började sköljas samman, fanns det tydligen i trakten NV om Ratkasjaure ett område, där den mekaniska vittringen hade brutit upp berggrundsytan och anrikat ett blockigt material. När området utsattes för transgression, förblev en del av detta anrikade material föga bearbetat och sorterat.

Skollberggrunden har under sin framglidning förstört alla primära strukturdrag hos den grafitiska alunskiffern. Veckaxlarna inom alunskiffern ha alla VNV—OSO-lig till NV—SO-lig riktning. Liksom längre mot N kan även i ifrågavarande område rörelser noteras inom gränzonen mellan sedimentberggrunden och underliggande urberg. I de små erosionsresterna N om det västra sedimentfältet kan man observera, att botten sandstenen försvunnit i sydostkanterna av de små sedimentresterna. Strax N om det östra sedimentfältet förekomma små tunna skivor av de autoktona sedimenten i grönstensunderlaget. De undersökta ski-



Bild 35. Vertikalställt, öst-västligt strykande parti av Hyolithusseriens basalparti med kontakt mot urbergsunderlaget, beläget ca 2 km norr om Tuttorjaures nordvästra hörn i området öster om Sitasjaures mellersta del. Foto mot väster. 1. Urbergsgranit till höger om hammaren. 2. Basalkonglomerat. Bollmaterialet i detsamma består huvudsakligen av gångkvarts. Bollarna äro skiviga med längdaxlar, stupande 25—30° mot N. 3. Grovkornig sandsten, som utan tydlig gräns övergår i konglomeratet.

Fig. 35. Vertical, E-W striking basal portion of the Hyolithus Series in contact with the PreCambrian basement, about 2 km north of the NW corner of Tuttorjaure in the area east of the middle part of Sitasjaure. Photograph taken looking west. 1. basement granite to the right of the hammer shaft. 2. basal conglomerate, the pebble material mainly vein quartz. The pebbles are elongated and flattened with their long axes dipping 25-30° to the north. 3. Coarse-grained sandstone passing into conglomerate without any marked border.

vorna stupa mot V och mot VNV. Men det är aldrig fråga om annat än helt lokala överglidningar. (Se bild 34).

I området N och NV om Tuttorjaure, alltså NV om de föregående fälten av Hyolithusseriens berggrund, finnes ett antal isolerade partier av de autoktona sedimenten. V om Tuttorjaures nordände gå ett par N—S-ligt orienterade ribbor av sedimenten fram till skollberggrunden i S. I det parti av sedimentserien, som ligger rakt N om Tuttorjaures NV-spets, har nordpartiet av sedimenten Ö—V-lig sträckning och står brant nedveckat i urbergsunderlagets berggrund (se bild 35). Även överveckning mot S har observerats. Det Ö—V-liga stråket böjer mot V om och övergår till ett N—S-ligt. I sedimentområdena finnas följande till Hyolithusserien hörande formationer: arkos och gruskonglomerat, sandsten, lerskiffer och alunskiffer. Gruskonglomeratet innehåller upprepade bankar och uttunnande lager av kalksandsten (jfr bild 36). Tillsammans med ovanliggande sandsten,



Bild 36. Bankar och uttunnande lager av kalksandsten, de mörka lagren, i gruskonglomerat i understa delen av Hyolithusserien 1,5 km norr om Tutorjaures nordspets i Sjangelifönstrets södra kant. Lagren stupa ca 30° mot SV. Foto mot V.

Fig. 36. Layers, some wedging, of calciferous sandstone (dark in photograph) interbedded with gritty conglomerate in the lowermost part of the Hyolithus Series, 1.5 km N of the northern tip of Tutorjaure, on the southern edge of the Sjangel window. Dip 30 degrees to the SW. Picture taken looking west.

som ställvis är vackert strömskiktad, torde mäktigheten uppgå till ca 20 m. Lerskiffern är än väl bevarad (i V), än starkt skrynkad (i Ö). I det senare fallet visar den tektonisk strimmighet och liknar de fylliter, som i det nordligare belägna Kärpeljaureområdet följer närmast ovan bottensandstenen. Alunskifferna äro starkt hopskrynkade.

På några ställen i sandstenen inom sistnämnda område har en viss blyglansimpregnation observerats. Detta har föranlett malmprospektering. F. Kautsky (1952) har redogjort för prospekteringsresultaten och i samband därmed lämnat en beskrivning över sedimentförekomsten N om Tutorjaure. En del av de strimmiga fylliter, som förf. enligt framställningen ovan räknat som tektoniserad övre del av Hyolithusseriens sediment, har av Kautsky ansetts höra hemma i det överskjutna »Sevetäcket».

Kring Sitasjaure ha inga väl bevarade sediment påträffats på det blottade fönsterurberget. Endast några mindre partier av grafitisk alunskiffer, som till synes ligga direkt på urbergsunderlaget, ha observerats, den ena förekomsten vid Sitasjaures östra strand nedanför Pierkafjället, den andra i nordslutningen av

den lilla fjälltoppen Peljatjåkko V om sjön. På Sverigekartan av år 1958 finnas intecknade ytterligare ett par förekomster av autoktona sediment. Dessa utgöres av vitgrå kvartsit, som visserligen till synes ligga på urbergsytan, men som genom glimmerskifferartade inlagringar och allmän habitus markant skilja sig från Hyolithusseriens väl bevarade sandstenar och gruskonglomerat samt böra räknas in i den överskjutna berggrunden. De komma att behandlas under rubriken Den mellersta skollberggrunden.

Den föregående översikten över Hyolithusseriens västra motsvarighet inom fönsterområdena i och närmast Ö om riksgränsen mot Norge har visat hur knapphändigt det stratigrafiska observationsmaterialet här är i jämförelse med detsamma inom fjällrandens Hyolithusserie. Det är egentligen endast de klastiska bottenbildningarna, som i V äro någorlunda väl bevarade. Flerstädes visa sig dessa bottenbildningar vara av terrestrisk natur.

Av de olika fönsterområdena inom Norra Norrbottensfjällen återstår endast Singisfönstret att behandla. Singisfönstret ligger SO om Sjangelifönstrets sydöstra hörn. Avståndet mellan de båda fönstrens blottade urbergsberggrund är endast ca 4 km. Från Singisfönstret mot Ö till det västligaste partiet av den östra fjällrandens urbergsunderlag är avståndet likaledes kort, endast ca 6 km. Hyolithusseriens berggrund inom Singisfönstret är till stor del moräntäckt. Men både gruskonglomerat, sedimentbreccia (som påminner om Vakkejokkbreccian), ljusgrå sandstenar, blågrå kvartsitiska sandstenar och fyllitisk lerskiffer ha observerats. Sedimenten äro oftast tydligt förskiffrade. Även urbergsunderlaget har rönt viss tektonisk påverkan. Välbevarad rödligt Kirunaporfyr har observerats bland de lätt kataklastiska urbergsruptiven. I västra delen av Singisfönstret, V om Singistugan, ger sig lerskiffrarna i det hållfattiga området till känna i form av en starkt rostande morän. Det kan tilläggas, att ett mycket litet fönster, där autokton sandsten går i dagen, finnes strax SO om Singisfönstret vid norra stranden av den lilla sjön Järtajaure. Urbergsunderlaget till denna sandsten kanske kan vara blotat på Järtajaures botten.

B. Den undre skollberggrunden (Rautas skollkomplex inkl. Luopakteskollan)

I. BERGGRUNDSÖVERSIKT OCH TYPSEKTIONER

Den undre skollberggrunden kommer i dagen inom fjällkedjans östligaste delar men saknas i fönsterområdena i V, såvida man ej till densamma vill räkna de krusigt veckade, strimmiga fylliter, som i Håikanjaureområdet i sydvästkanten av de västra Abiskohögfjällen följa direkt på den autoktona bottensandstenen och av förf. uppfattats som en tektoniserad övre del av fönsterområdets Hyolithusserie.

Den undre skollberggrunden uppbygges dels av lågmetamorfa, sandiga sediment och lerskiffrar med dolomitinlagringar, dels av kataklastiska urbergsberg-

arter. De förra intaga vanligen skollberggrundens övre del och de senare dess undre del. Sandstenarna ha övergått i kvartsiter, lerskiffrarna ha blivit *fyllitiska* (*slates*). Konglomerat och arkoser ha emellertid fortfarande ofta primära strukturdrag bevarade. På grund av att sedimentgruppen till sin sammansättning i stora drag överensstämmer med Hyolithusserien, kan man draga den slutsatsen, att den undre skollberggrundens representerar ett västligare beläget parti av Hyolithusserien, som tillsammans med en skiva medtransporterat urbergsunderlag förts fram över sin östliga fortsättning. I flera fall äro de framskjutna sedimenten dock icke knutna till något medsläpat parti av urbergsberggrund. Den undre skollberggrundens synes under den stora fjärtransporterade skollberggrundens framskjutning ha avlossnat från underlaget och ryckts med. Lossbrytningen torde ha skett längs flacka klåv i berggrundens. Den lösbrutna berggrundsskivan har därvid förlorat förbindelsen med sitt primära underlag och blivit rotlös.

Av den föregående redogörelsen för Hyolithusseriens utbredning i Sjangelifönsterområdet framgår, att sedimentserien i vissa delar är rätt fragmentariskt bevarad och i andra delar blivit helt bortförd. Det ligger nära till hands att räkna områdena kring riksgränzonen i V som sannolikt rotområde för den undre skollberggrundens. Vill man komma längre i precisering, har man bl. a. att detaljgranska de i den undre skollberggrundens framsläpade urbergsbergarterna vad gäller deras förhållande till bergartstyperna inom riksgränsurberget. Någon sådan undersökning har emellertid ännu ej genomförts. Sedimentformationerna inom den undre skollberggrundens ha genomgående fått sina ursprungliga mäktigheter reducerade och dessutom ofta imbrikerats, så att ingen tillfredsställande utredning om stratigrafien kunnat ske. Små partier med bevarad lagerföljd kunna dock erhållas på sina ställen.

Urberget i den undre skollberggrundens består till mycket stor del av graniter och syeniter. Gnejser, leptitartade bergarter samt basiska eruptiv förekomma även. På grund av bergarternas kataklastiska och mylonitiska förändring har diagnosen av detta urbergs sammansättning och primära strukturer försvårats. Det ligger utanför ramen för min översikt över norra Norrbottensfjällens kaledonberggrund att lämna en närmare redogörelse för detta destruerade urberg.

Grå, blågrå och vitgrå kvartsiter höra till den undre skollberggrundens vanligaste sediment. Sandiga skiffrar och lerskiffrar i *slate-facies* äro också vanliga. Sedimentbreccior, som mycket likna Vakkejokkbreccian, ha påträffats flerstädes. Arkoser, konglomerat, övergående i gruskorniga kvartsiter, samt grafitisk skiffer ha även iakttagits. Vitvittrande, ofta ljusgrå dolomit utgör en karakteristisk men underordnat förekommande bergart inom skollberggrundens sedimentlagerföljder. Alla sedimenttyperna ha motsvarigheter inom Hyolithusseriens berggrund. Ett karakteristiskt drag hos den undre skollberggrundens är dess Schuppentektonik. Än ha sedimenten ovan skollberggrundens urbergsskiva skjutits ihop till en rad efter varandra liggande paket, än har även urbergsskivan kommit med i Schuppenbildningen. Ett par exempel på skolltektoniken skola här ges, det ena från fjäll-



Bild 37. Mellersta delen av Kerkau-bergens brant mot Langas. Foto från östra stranden av Langas. En schematisk sektion genom Kerkau-bergens berggrund finnes i bild 39. Bergskränet längst till höger är Kaska Kerkau. Urbergssockeln av Sjöfallskvartsit når upp till krönet av den undre branten till vänster. Den övre bergbranten med branta strukturer visar ett snitt genom den undre skollberggrunden, som här har utpräglad Schuppentektonik. Mellan Schuppenskollan och urbergsunderlaget finnes en tunn skiva av Hyolithusseriens sedimentberggrund.

randen N om Rautasjaure ett par tiotal km S om Torneträsk, det andra från Kerkaubergen SV om Langas, strax S om berggrundskartans sydkant.

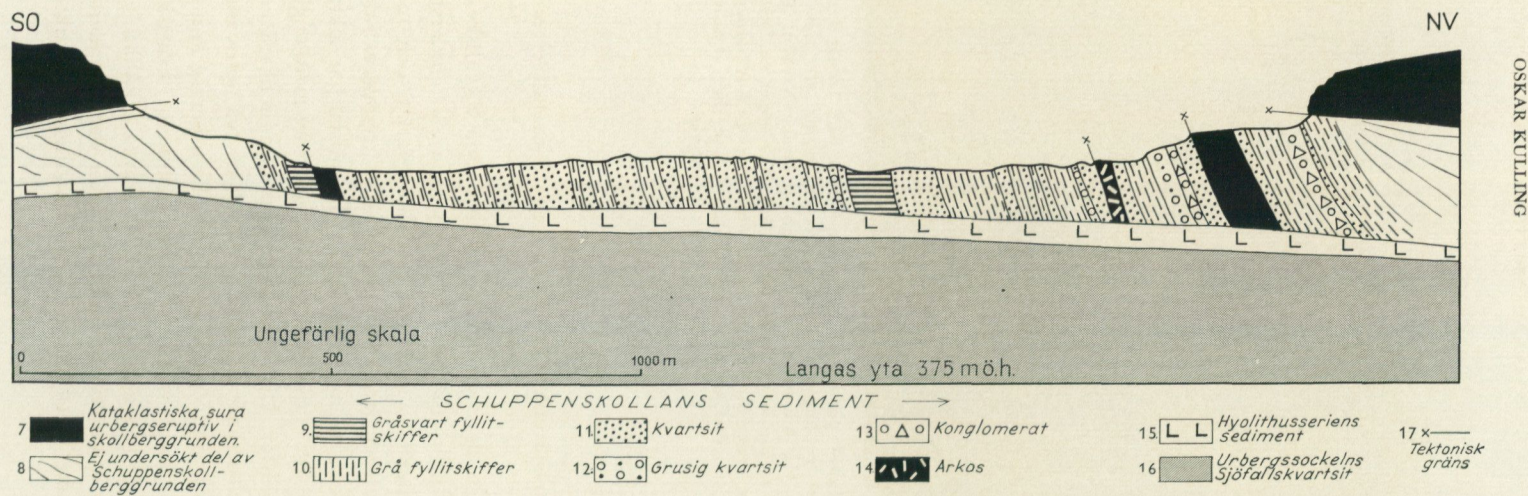
På sydvästsidan av Langas når en utlöpare av fjällberggrunden mot SO till trakten V om turiststationen Saltoluokta. I den mot sjön vettande höga bergväggen, se bild 37, kommer icke blott kontakten mellan urbergsunderlaget och Hyolithusseriens berggrund i dagen, utan även gränzonen mellan den sistnämnda och den undre skollberggrunden liksom gränsen mellan denna och den mellersta skollberggrunden. Bergväggen, som längs sjön är ca 8 km lång, är nedifrån svårtillgänglig och tillåter endast besök på ett fåtal punkter. Mellan de båda bergtopparna Lulep Kerkau och Kaska Kerkau utbreder sig emellertid en högfjälls slätt, i vars nordöstra kant man kan göra mätningar längs den nyss omtalade bergväggens krön. Sektionen från mellersta delen av Kerkaubergen (bild 39) har mätts längs detta krön. De uppresta bergarterna i Schuppenskollan stupa brant, vanligen 70° mot N—NNV—NV, samt ha ett flertal tektoniska kontakter. Den NV—SO-lagda sektionens bergartsmäktigheter svara därför ej mot de primära



Fig. 37. Middle portion of the Kerkau rock-wall facing Langas. Photograph taken from the eastern shore of Langas. A schematic section through the rocks of the Kerkau rock-wall is shown in Fig. 39. The hill further to the right is Kaska Kerkau. The PreCambrian Sjöfall quartzite extends up to the lower ledge to the left. The upper cliff with steep structures shows a section through the lower thrust rocks with well developed schuppen structure. Between the schuppen nappe and the PreCambrian basement is a thin slice of sediment belonging to the Hyolithus Series.

måktigheterna och återspeglar i de flesta fall ej heller den ursprungliga lagerföljden.

Urbergsunderlaget utgöres av den röda Sjöfallskvartsiten. Den på urbergsytan lagrade Hyolithusserien, av vilken endast de understa lagren finnas kvar, består huvudsakligen av sandsten med bottenarkos och med en sedimentbreccieartad, konglomeratisk bank. Schuppenskollan uppbygges i det uppmätta partiet av övervägande kvartsit med fyllitskiffer. Dessutom har iakttagits ett par skivor urbergsgranit, ett arkoslager, några skiktpackar av gruskonglomerat, grusig kvartsit samt gråsvart skiffer. Urbergsskivorna samt sannolikt även arkoslagret bilda understa delarna av bergartspaketet. Jämföras de två nordvästliga lagerföljderna, kan man ur dem få fram följande stratigrafi. På urbergsgranit och arkos följer kvartsit, fyllitskiffer, grusig kvartsit till gruskonglomerat, kvartsit samt åter fyllitskiffer. Men någon säker stratigrafi synes först kunna erhållas, sedan bergbrantens bergarter och deras kontaktförhållanden mera i detalj undersökts och därigenom antalet bergartspaket fastställt. I bild 38 åskådliggöres strukturförhållandena i Schuppen-



skollan åt båda hållen från den mätta sektionen. Några linser av ljus dolomit ha identifierats i den nordvästra fortsättningen på sektionsområdet. Men bergartsföljden i denna del av fjällbranten har ännu ej blivit närmare undersökt. Området inbjuder till fortsatta granskningar med hjälpmedel, som möjliggör undersökning av själva bergväggen. På Schuppenskollan ligger överskjuten kataklastisk syenit och granit. Sammanskjutningen av berggrunden i Schuppenskollan torde vara orsaken till att den övre skollan i sektionsområdet erhållit kupolformig byggnad.

Det andra exemplet på Schuppentektonik inom den undre skollberggrunden är, som nämnts, hämtat från sydbranten av Vidjafjället i trakten N om Rautasjaure, se bilderna 40 och 41. Den sammanskjutna, imbrikerade berggrunden utgöres av enbart sediment. Urbergsskivan under sedimenten synes däremot ej ha skjutits ihop, men då undre delen av den undre skollberggrunden är dold under skredbildningar och skogsvegetation, har förhållandena ej kunnat utredas tillfredsställande. Sedimenten i Schuppenskollan bestå av kvartsiter och fyllitskiffrar övergående i sandiga skiffrar. Ljus dolomit kommer på några ställen till synes i brantens östra del. Vita kvartsiter bilda goda ledbergarter i bergbranten. Den intensiva sammanskjutningen har försvårat dechiffreeringen av den ursprungliga stratigrafien.

Bilderna 38 och 39. Schematiska skisser av Kerkau-bergens brant mot Langas i området mellan Salto turiststation och Stora Sjöfallet. Bild 38 representerar en översiktsbild, bild 39 en detaljmätt sektion i brantens mellersta del. — På urbergssockeln Sjöfallskvartsit vilar en några tiotal m mäktig Hyolithusserie av sandsten och lerskiffer. En gruskonglomeratisk sedimentbreccia har observerats inom understa delen av sedimentserien. Men där breccian observerades, var sedimentseriens gräns mot urbergunderlaget ej blottad. På Hyolithusseriens sediment följer den undre skollberggrunden, som har Schuppenstruktur. Berggrunden har i stort undersökts från krönet av den mot Langas vända bergväggen. Inom Schuppenskollberggrunden kan en viss lagbunden stratigrafi skönjas. Tre st. förmodade Schuppengränser ha intecknats på bild 39. På bild 38 finnas några dolomitlinser intecknade. Genom sin ljusa färg kommer dolomiten väl fram i bergväggen. Kerkautopparna intages av rätt flackt liggande skolla av kataklastisk granit och syenit, ett parti av den mellersta skollberggrunden.

Figs. 38 and 39. Sketches of the Kerkau mountain wall facing Langas in the area between the Salto tourist station and Stora Sjöfallet. Fig. 39 is a more detailed study of the central part of the profile in Fig. 38. On the Sjöfall quartzite of the basement rests some tens of metres of sandstone and shale of the Hyolithus Series. A gritty conglomeratic sedimentary breccia has been seen in the lowest part of the sediments. Where, however, the breccia occurs the border between the sedimentary series and the basement was not exposed. Lower thrust rocks with schuppen structure rest on the sediments of the Hyolithus Series. The rocks have in general been studied along the lip of the rock-wall facing Langas. In the rocks of the schuppen nappe a stratigraphy can be discerned. Three presumed schuppen boundaries are shown in the diagram Fig. 39. On Fig. 38 some dolomite lenses are included. These show up well in the rock-wall because of their light colour. The Kerkau summits consist of a flat-lying nappe of cataclastic granite and syenite, a part of the middle thrust rocks. 1 and 7. Cataclastic thrust basement salic igneous rocks. 2. Slate, quartzite and conglomerate. 3. Dolomite. 4 and 14. Arkose. 5 and 15. Sediments of the Hyolithus series. 6 and 16. The basement Sjöfall quartzite. 8. Not examined parts of the schuppen nappe. 9. Grey-black phyllitic slate. 10. Grey phyllitic slate. 11. Quartzite. 12. Gritty quartzite. 13. Conglomerate. 17. Thrust boundaries.

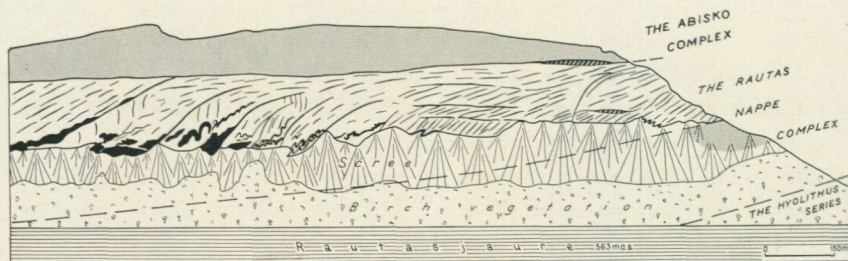


Bild 40. Östra delen av Vidafjällets sydbrant mot Rautasjaure. Berggrunden i fjällets krönslutning består av kataklastiska till mylonitiska sura eruptiv = undre delen av Abiskokomplexet. I bergväggen under krönslutningen är Rautasskollkomplexets sedimentberggrund väl blottad. Svart = vit kvartsit. Tjock snedstreckning = tvenne linsformiga kroppar av vit dolomit i östra delen av väggen. Resten av sedimenten i bergväggen utgöras av fyllitiska, delvis sandiga skiffrar samt mörkgrå kvartsitiska bergarter. Mitt i östra slutningen är ett parti av kataklastiska sura eruptiv, = grå ton, blottat. Det hör hemma i Rautasskollkomplexets undre del. Hyolithusseriens lerskiffrar och sandstenar komma i dagen strax öster om sektionområdet. Ett fotografi av sektionens västra del återges i bild 41. (Kulling 1960 a.)

Fig. 40. Eastern part of the southern slope of Vidfjäll facing Rautasjaure. The rocks in the upper part of the mountain are cataclastic-mylonitic acid eruptives. These belong to the lower part of the Abisko complex. In the rock-wall below, the sediments of the Rautas thrust complex are well exposed. Black = white quartzite, strong sloping lines = lens-like bodies of white dolomite in the eastern part of the wall. The rest of the sediments in the rock wall are made up of phyllitic, partly sandy schists together with dark grey quartzitic rocks. In the middle of the easterly slope is some cataclastic acid eruptive (grey shading). This belongs to the lower part of the Rautas thrust complex. The shales and sandstones of the Hyolithus Series are exposed immediately east of the section. A photograph of the western part of the section is seen in Fig. 41.

Det hör till ovanligheten, att den undre skollberggrundens strukturförhållanden komma så väl till synes som i de två beskrivna sektionerna. I flera andra partier av den undre skollberggrundens kan man av bergartsfördelningen i stort draga den slutsatsen, att förhållandena där äro analoga med dem i de exemplifierade berggrundsavsnitten.

Den undre skollberggrundens byggnad och utbredning skall nu kortfattat kommenteras, med början i N.

2. INOM PÄL TSAOMRÅDET

I Pältsaområdet i Norrbottensfjällens nordligaste hörn är berggrunden närmast ovan urbergunderlaget, såväl Hyolithusserien som den undre skollberggrundens, mycket dåligt blottade och dessutom i rätt ringa utsträckning bevarade. Kartografiskt har förf. ej kunnat skilja dem åt. Den undre skollberggrundens har emellertid ej någon urbergsskiva i sin undre del. Skollberggrundens torde huvudsakligen utgöras av fyllitiskiffrar med några linser av ljus dolomit. Liksom bekräftande Hyolithusseriens berggrund i detta nordliga fjällavsnitt får man gå över



Bild 41. Mellersta delen av Vidjafjällets sydbrant mot Rautasjaure. Foto O. Kulling 1958. I bergväggen under krönslutningen kommer den sammanskjutna sedimentberggrunden i den undre skollberggrunden, = Rautas skollkomplex, till synes. En ritad sektion genom Vidjafjällets sydbrant visar bergartssammansättningen och de tektoniska huvuddragen, se bild 40, som upprättades 1930. (Jfr Kulling 1930, tavla 3.)

Fig. 41. Central part of the southern slope of Vidjafjället facing Rautasjaure. Photo. O Kulling, 1958. In the rock-wall below the lip, thrust sediment of the lower thrust rocks (=Rautas thrust complex) may be seen. A section of the southern edge of Vidjafjäll shows the rocks present and the main tectonic features, see Fig. 40, drawn in 1930. (Cf Kulling, 1930, tavla 3.)

till finskt område N om Kilpisjärvi för att få goda blottningar av berggrunden inom den undre skollberggrunden. Enligt Hausens förut nämnda redogörelse (1942) ligger en »parautokton» kaka av starkt tektoniserade sediment på den autoktona sedimentserien: lerskiffrar, blåkvartsit och dolomit. Den sistnämnda antages ligga överst i den tektoniskt störda bergartsföljden. I ett område har Hausen bedömt dolomitens mäktighet till ca 100 m. De ursprungliga mäktigheterna hos de överskjutna sedimenten gå ej att fastställa.

3. NORR OM TORNETRÄSK

Från det från övriga Norrbottensfjällen isolerade lilla Pältsaområdet förflytta vi oss S-ut till området N om Torneträsk. Den undre skollberggrunden är här blottad dels som en mycket tunn kantribba i själva fjällrandkanten något N om Träsket, dels som ett brett i N—S orienterat fält, ett fönster, i den högre liggande skollberggrunden. Fönstrets norra del skäres av riksgränsen. Efter den jök, som

genomflyter fönsterberggrunden, benämnes fältet Kuollejokkfönstret. I Aurok-tjåkko, i fönstrets nordvästra del, når fönsterberggrunden upp till 1160—1170 m ö h. Fönsterberggrundens gränser mot övriga skollberggrunden ligga åt alla håll från det nämnda fjället betydligt lägre. Längst i S uppskattas gränsens höjd till 740—750 m ö h. Fönsterberggrunden har därför karaktären av en kupolformig uppbuckling. Den utgöres av fyllitiska skiffrar, grå och gråblå kvartsiter samt vitvittrande ljusgrå dolomit. Som berggrundskartan visar, uppträda dolomiterna som ett stort antal NNO—SSV-riktade bergartsstråk. Den dominerande stupningen hos sedimenten är 60—70° mot VNV, och veckaxlarna stryka SSV—NNO. Det finnes ej något snitt som når ned genom fönsterberggrunden till dess underlag. Men genom jämförelse mellan de upprepade stråken av dolomit och andra sediment i fönsterområdet berggrund och de likartade upprepningarna av bergartsleden i de förut beskrivna snitten genom den undre skollberggrunden blir det påtagligt, att även Kuollejokkfönstrets berggrund har Schuppentechnik med en mångfald brantställda paket eller delskollar. På fönstrets brantställda sedimentpaket ligga spridda rester av kataklastiska, sura urbergseruptiv, representerande erosionsrester av den ovanliggande, mellersta skollberggrunden, samma berggrund alltså, som kringgärdar fönstret.

SO om Kuollejokkfönstret, i fjällberggrundens randzon, från strax Ö om Vakkejokk till Tuoptevaratjak i Ö, finnes en tunn skiva av den undre skollberggrunden mellan Hyolithusseriens väl bevarade sediment och ovanliggande kataklastiska till mylonitiska sura urbergseruptiv, vilka räknas till den mellersta skollberggrunden. Den tunna berggrundsskivan består av fylliter och kvartsiter. Ett lager av ljusvitrande dolomit har även observerats i skivans östligaste del. Starkt förskiffrad alunskiffer finnes dels i gränzonen mellan de skiffrika sedimenten och den underliggande autoktona sedimentserien, dels inbakad i de förstnämnda.

4. MELLAN TORNETRÄSK OCH RAUTASJAURE

Nästa område av undre skollberggrunden är trakten mellan Torneträsk och Rautasjaure. Benämningarna Rautas skollkomplex för den undre skollberggrundens i allmänhet och Luopakteskollan för ett litet skollparti inom den undre skollberggrundens äro båda hämtade från geografiska namn ifrån området. Det sistnämnda skollpartiet har undersökts i Luopaktes nordbrant. Luopakte ligger i NO-kanten av fjällberggrundens S om Torneträsk och uppbygges i övre delen huvudsakligen av överskjutet syenit-graniturberg. Med Luopakteskollan avses endast en tunn skiva av överskjutna sediment mellan nämnda urbergsskolla och Hyolithusseriens autoktona sedimentlagerföljd. Luopakteskollan, som i undersökningsområdet endast är ca 50 m tjock, består av kvartsiter till kvartsitiska sandstenar, lerskiffrar och kalksten. Den sistnämnda bergarten är fossilförande och uppträder som små linser i lerskiffer i skollpartiets översta del. Som tidigare omnämnts, representerar faunan i kalkstenen den fjärde faunistiska zonen i underkambrium.

G. Bexell, som påträffat fossilen 1950, har lämnat följande preliminära förteckning på bestämda fossil: *Strenuella* cf *gripi* Kautsky, *Dielymella praecox* Cobbolds, *Bradoria* cf *nitida* (Wiman), *Indianites exigua* Cobbolds, cf *Heliconella rugosa* Hall var., *Lingulella* sp., *Obolus* sp. och *Hyolithellus* cf *micans* (Billings). Någon beskrivning av faunan har dock ännu ej gjorts.

Berggrunden i Rautas skollkomplex i trakten närmast N om Rautasjaure bildar en mot V stupande skiva med kataklastiskt urberg i undre delen och imbrikerade sediment i övre delen. På sedimentpackens överyta vilar kataklastiskt urberg, hörande till den mellersta skollberggrundens undre del. I östra delen av fjällområdet mellan Torneträsk och Rautasjaure består berggrunden i stor utsträckning av kataklastiska urbergsbergarter. Frågan är vilka av dem som höra hemma i den undre skollberggrunden och vilka man bör räkna till den mellersta skollberggrunden. Ett förslag till tolkning har förf. lämnat i den berggrundskarta över Torneträskområdet, som ingår i beskrivningen till 1958 års karta över Sveriges berggrund (SGU Ba 16). Det material, som insamlats, är tämligen svårtolkat. Det har emellertid visat sig, att de kvartsiter, som vila på det kataklastiska urberget i Luopaktes krönområde, böra uppfattas som hårdskiffrar och ej, som tidigare skett, som kvartsiter av den undre skollberggrundens typsvit. Urbergsberggrunden i övre delen av Luopakte bör i enlighet härmed räknas till den mellersta skollberggrunden. Tidigare hade det förts till den undre skollberggrunden. I P. J. Holmquists beskrivning av berggrunden S om Torneträsk (1910) har hans uppfattning om tektoniken vad beträffar den östra fjällrandens överskjutna urbergsberggrund åskådliggjorts i trenne sektioner; jfr kartan tavla 3 i a. a. Enligt vad som framgår av den understa av Holmquists sektioner, anser han, att urbergs-skollan i Luopakte mot väster dyker ned under urbergsskollan i Adjaktjåkko. På den förstnämnda skollans urberg vilar enligt H. en serie väl bevarade sediment, som kommer i dagen i gränzonen mellan de båda urbergsskivorna. Förf. har också gjort sig till tolk för en liknande uppfattning på 1960 års kartbild, där urbergsskivan i Adjaktjåkko räknas till den mellersta skollberggrunden, medan urbergsskivan Ö om Adjaktjåkko med till synes pålagrade sediment placerats i den undre skollberggrunden. Sedimenten ifråga utgöras av kvartsiter, kvartsitiska sandstenar, fyllitskiffrar, dolomiter och dolomitiska sandstenar. Bild 42 visar en växellagring mellan dolomit (de vita bankarna) och dolomitisk sandsten i nordöstra slutningen av Adjaktjåkko. De ovan nämnda hårdskiffrarna i Luopaktes krön ligga mellan 4 till 5 km Ö om Adjaktjåkkosedimenten. Dessa glimmerskiffriga, bandade, kvartsitiska bergarter kunna ej ligga på samma urbergsyta som sedimenten i Adjaktjåkkos östra del eller höra till en och samma tektoniska enhet. Då det sträcker sig ett sammanhängande fält av överskjuten urbergsberggrund mellan Luopaktehårdskiffrarna och Adjaktjåkkosedimenten, och då de olikmetamorfa sedimentserierna båda till synes vila på samma urbergsberggrund, måste den ena av de båda sedimentpackarna ha tektonisk kontakt mot sitt nuvarande underlag. Om nu hårdskiffrarna i Luopakte ha ursprunglig kontakt mot



Bild 42. Ljusgrå, gulvittrande dolomitbankar i grå, dolomitisk sandsten i den undre skollberggrunden. Nordöstra sluttningen av Adjaktjåkko inom östra delen av fjällområdet söder om Torneträsk.

Fig. 42. Pale grey, yellow weathering dolomitic layers in grey, dolomitic sandstone in the lower thrust rocks. NE slope of Adjaktjåkko in the eastern part of the mountain area south of Torneträsk.

sitt urbergsunderlag, torde sedimentpacken i Adjaktjåkkoområdet böra betraktas som ett från urbergsplattans närmaste underlag kommande berggrundsparti, som veckats upp i eller skjutits in i den ovanliggande skollberggrunden, inom vilket urbergsplattan bildar den undre delen. Sedimentstråket i Adjaktjåkkos östra del har kunnat följas minst 3—4 km mot SSO. Kataklastiska sura urbergsruptiv uppträda på båda sidorna av sedimentstråket. SV om detta stråk, i NV-sluttningen av top. kartans toppunkt 1357, kommer ett parti av fyllitskiffrar i dagen och tillsammans med detta av grov sedimentbreccia, som i utseende mycket påminner om Vakkejokkbreccian. Sedimenten stupa både mot Ö och mot V in under omgivande urbergsruptiv. Stråket har följts ett par 100 m mot NNO. I stråket observerade veckaxlar stupa mot NNV. Den ovannämnda toppen 1357 intages av hårdskiffer med glimmerskifferhätta. Summan av de vid revision gjorda iakttagelserna förstärker den ovan uttalade uppfattningen, att det överskjutna urberget kring de uppstickande sedimentpartierna representerar delar av den mellersta skollberggrunden. Analogt skulle det överskjutna urberget längre i NV, i fjällen S om Stordalen, placeras inom den mellersta skollberggrunden. Men förf. har begränsad kännedom om de geologiska detaljerna därstädes.

5. MELLAN RAUTASJAURE OCH VISTASVAGGE

Nästa fjällrandavsnitt i S, vars undre skollberggrund skall omnämnas, når från Rautasjaure i N till Vistasvagge, vaggen NO om Kebnekaisefjällen, i S. Förf. gjorde ett kort besök i nordöstra kanten av detta område sommaren 1930. Då observerades, att i nordbranten av fjället Äppartjåkko skollberggrunden närmast ovanför de flackt liggande sedimenten i Hyolithusserien är uppdelad i en rad efter varandra liggande väsentligt stupande berggrundspaket (jfr Kulling 1930, s 669), bestående av tektoniserade kvartsiter, fyllitskiffrar och kataklastiska sura eruptiv.

Vid översiktskarteringen har först G. Bexell och sedan N. Marklund utfört berggrundskartläggning i området mellan Rautasjaure och Vistasvagge. Bexell upprättade en översiktskarta, som sedan reviderades och gjordes mer detaljerad av Marklund. Marklund uppdelar den undre skollberggrunden i tre delskollor. I samtliga delskollor finnas större eller mindre partier av kataklastiska urbergseruptiv som undre del och kvartsiter och fyllitskiffrar som övre del. Utom de nämnda sedimenten har han även observerat underordnat förekommande arkos och grov sedimentbreccia samt ett enstaka parti av ljus dolomit. Skollberggrunden genomdrages av talrika glidzoner. Enär goda ledbergarter äro sparsamma, synes det för närvarande ej gå att uppställa någon entydig stratigrafi för skollpartiernas sedimentberggrund.

6. KEBNEKAISEOMRÅDET

Från fjällranden på öst- och sydsidorna av Kebnekaisehögfjällen finnes så gott som inga uppgifter om förekomst av den undre skollberggrunden. Den kartläggning av berggrunden, som H. F. Johansson påbörjade år 1947 i Kebnekaiseområdet, har ännu ej avslutats. Under ett kort uppehåll vid Kebnekaise turiststation har förf. noterat, att det förekommer bandad kvartsit mellan Hyolithusseriens autoktona sediment och ovanliggande kataklastiska, överskjutna graniturberg. Om den bandade kvartsiten är framskjuten eller om den endast utgör en tektoniserad översta del av Hyolithusseriens berggrund, kunde ej fastställas.

7. MELLAN KEBNEKAISE OCH STORA LULE ÄLVS VATTUDAL

I den östra fjällranden på den långa sträckan från Ladstjovagge S om Kebnekaise till Stora Lule älvs vattudal förekommer den undre skollberggrunden dels i själva fjällranden och dels i ett antal Ö därom liggande, fridenuderande små fjällberggrundspartier. De friliggande höjdområden, som förf. undersökt, äro Kårjåtjåkko N om Vuolle Kaitumjaures västsida, nordvästtoppen i Akkavare S om väständer av nämnda sjö, Juobmotjåkko några km Ö om St. Sjöfallet samt den lilla bergkullen Kanisvaratsch strax NO om St. Sjöfallet.

I Kårjåtjäckos krönområde anstår kataklastisk syenit, som hör hemma i den mellersta skollberggrunden. Under syeniten kommer den undre skollberggrundens med en betydligt över 100 m mäktig lagerföljd av skiffriga sediment: delvis sandiga fyllitskiffrar till kvartsitiska sandstenar, gruskonglomerat och arkoser. En tunn skiva av kataklastiska sura urbergseruptiv skiljer den överskjutna sedimentberggrundens från den nedre fjällslutningens autoktona, till Hyolithusserien hörande sedimentberggrund. I den överskjutna sedimentberggrundens undre del når en ljusgrå kvartsitsandstensformation betydande mäktighet. I detalj är sedimentberggrundens ganska starkt tektoniserad.

Akkavares nordvästra krön utgöres av skiffrig, grå till grönaktigt grå, kvartsitisk sandsten. Under denna kommer så Hyolithusseriens relativt väl bevarade sedimentberggrund. Skillnaden i metamorfos mellan den övre och den undre sedimentberggrundens gör det sannolikt, att den övre skivan ligger skjuten över sitt underlag och bör räknas in i den undre skollberggrundens (jfr bild 21).

Juobmotjäckomassivet har följande byggnad. Krönområdet består av kataklastiskt urberg: granit till syenit. Under detta följer en 150—160 m mäktig sedimentlagerföljd av övervägande kvartsitiska bergarter, i vilken finnes en sedimentbreccia med åtföljande gruskonglomerat. Breccians mäktighet varierar. I en del av den är mäktigheten 12—14 m. I en annan del når breccian plus angränsande gruskonglomerat upp mot 30 m i mäktighet. En betydande del av bergartsbrottstyckena i breccian består av sandiga skiffrar och kvartsiter, en mindre del av mikroklingranit. I sedimentlagerföljden förekommer även vitvittrande dolomit. Denna har observerats högt i en bergvägg i Juobmotjäckos nordvästra del, varför dess närmaste sidosten ej ännu blivit undersökt. Breccian har delvis ett mycket tillitliknande utseende, varför den först tolkades som tillit. Nu anser förf., att den står Vakkejokkbreccian genetiskt nära. Den beskrivna sedimentserien under krönets kataklastiska urbergsskiva räknas till den undre skollberggrundens. Under kvartsitberggrundens med dess sedimentbreccie- och dolomitlagringar kommer den autoktona Hyolithusserien, som emellertid har rönt kraftig tektonisk påverkan av överskjutningsberggrundens. Urbergsockeln i Juobmotjäcko utgöres av Sjöfallskvartsit. Innan Juobmotjäckoområdet lämnas, skall en bergartsformation i gränzonen mellan Hyolithusseriens berggrund och de ovanliggande sedimenten med några ord beröras. På de översta, linsiga skiffrarna i Hyolithusserien vilar en grå finkornig, något skiffrig fältspatrik bergart, som i fält tyddes som finkornig gnejs. Undersökningen ägde rum i SV-hörnet av Juobmotjäcko, i den lägsta bergväggen där. Men då nämnda zon följdes mot Ö, träffades endast finkornig arkos. Vid senare mikroskopisk granskning av gnejsprovet har även detta visat sig vara arkos. Möjligen representerar arkosen i basen på den undre, av sediment uppbyggda skollan i Juobmotjäcko sedimentberggrundens gränzson mot urbergsunderlaget i skollans rotområde.

Strax NO om St. Sjöfallet reser sig den lilla bergshöjden Kanisvaratsch, se bilderna 43 och 44. Förf. har i en tidigare skrift (Kulling 1951) berört dess berg-



Bild 43. Utsikt mot NNO från turiststugan söder om Stora Sjöfallet. I förgrunden den lilla höjden Kanisvaratsch, i bakgrunden fjället Nieras. Själva Kanisvaratsch, se sektionen bild 44, består av huvudsakligen kvartsitisk sandsten och dolomit och representerar ett isolerat parti av den undre skollberggrund. I undre delen av denna skollberggrund förekomma även grova arkoser och en tillitliknande sedimentbreccia. Mellan skollberggrund och urbergsunderlaget av Sjöfallskvartsit finnes en tunn skiva av Hyolithusseriens sediment, bestående av skiffrig alunskiffer/ändast på några lokaler/, lerskiffer och bottenkonglomerat. Nieras uppbygges av den mellersta skollberggrundens urbergseruptiv. Enligt borringar genom denna skollberggrund några km västligare än det avbildade fjällpartiet har den undre skollberggrundens där kilat ut. Den mellersta skollberggrundens kataklastiska till mylonitiska urbergseruptiv ligga direkt på Hyolithusseriens sediment. (Kulling 1951.)

Fig. 43. View NNE from the tourist hut south of Stora Sjöfallet. In the foreground, the hill Kanisvaratsch (see section Fig. 44) consists mainly of quartzitic sandstone and dolomite and represents an isolated part of the lower thrust rocks. In the lower part of these thrust rocks occur coarse arkose and a tillite-like sediment breccia. Between the thrust rocks and the PreCambrian basement of Sjöfall quartzite is a thin slice of sediment of the Hyolithus Series consisting of a schistose alum schist (at a few localities only), shale and basal conglomerate. Nieras in the background is made up of PreCambrian eruptives of the middle thrust rocks. Drilling through these thrust rocks, a few kms west of the mountain area in the photograph, shows that the lower thrust rocks have there thinned out. The cataclastic-mylonitic PreCambrian eruptives of the middle thrust rocks lie directly on the sediments of the Hyolithus Series. (Kulling 1951.)

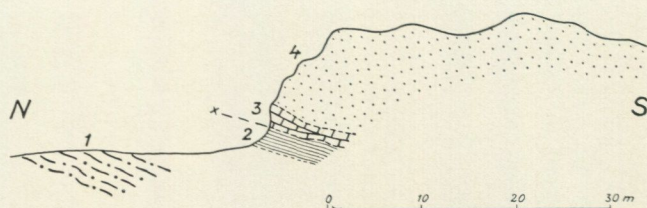


Bild 44. Sektion genom nordligaste delen av den lilla bergshöjden Kanisvaratsch, som ligger 2 km NO om Stora Sjöfallet. 1. Urbergsunderlagets Sjöfallskvartsit. 2. Grå lerskiffer, som hör hemma i Hyolithusserien. 3. Ljusgrå, vitvittrande dolomit och 4. mörkgrå kvartsit, som genom ett överskjutningsplan är skilt från autoktonen. Dolomiten uppträder dels som linser inne i kvartsiten, dels som lager i kvartsitformationens understa del. (Kulling 1951.)

Fig. 44. Section through the northernmost part of the hill Kanisvaratsch which lies 2 km NE of Stora Sjöfallet. 1. Sjöfall quartzite of the PreCambrian basement, 2. Grey shale belonging to the Hyolithus Series, 3. Pale grey, white weathering dolomite and 4. Dark grey quartzite which is separated from the autochthonous rocks by a thrust plane. The dolomite occurs partly as lenses in the quartzite, partly as layers in the lowermost part of the quartzite formation. (Kulling 1951.)

grund, särskilt ett tillitliknande konglomerat, som är inlagrat i den till den undre skollberggrunden räknade sedimentlagerföljden. Denna intager höjdens övre del och vilar på Hyolithusseriens sediment. Höjden har flera över sin omgivning uppstickande småtoppar, vilka utgöres av dolomit. Denna bildar stora linser i kvartsitisk sandsten, som är den dominerande bergarten i skollberggrunden. Nedanför den brant, som den östligaste dolomitförekomsten bildar mot Ö, förekommer dels tillitliknande sedimentbreccia och dels arkosartat gruskonglomerat strax ovanför en blottning av till Hyolithusserien hörande lerskiffer. Även i höjdens norra kant är gränsen mellan den undre skollberggrunden och den autoktona lerskiffern blottad. Kvartsitisk sandsten och dolomit utgöra här skollans lägst liggande bergarter. Som tidigare omtalats, har helt nyligen en borring genom norra delen av Kanisvaratsch gjorts för Vattenfallsstyrelsens räkning. Enligt det borrprotokoll, som ställts till förfogande, ha de genomborrade sedimenten ovanpå urberget en total mäktighet av 24.3 m. (Överst 12.0 m grå och grönaktigt grå konglomeratisk skiffer, så 5.3 m grå medelgrovt sandsten och 6.3 m mörkgrå skiffer samt 0.7 m gråaktigt medelgrovt konglomerat). Någon tektonisk gräns finnes ej noterad av fältgranskaren av borrkärnan. De tvenne övre av de fyra sedimentformationerna höra av allt att döma hemma i skollberggrunden, de två undre till Hyolithusseriens berggrund. Den konglomeratiska skiffern torde delvis motsvara den ovannämnda sedimentbreccian och sannolikt även sedimentbreccian med åtföljande gruskonglomerat i Juobmotjåkko skollberggrund.

De fyra exempel på bergartssammansättningen inom den undre skollberggrunden, som ovan redogjorts för från den flera tiotal km långa sträckan av den östra fjällranden från S om Kebnekaise i N till St. Lule älvs vattukedja i S, äro hämtade från friliggande bergshöjder Ö om den sammanhängande fjällrand-

kanten. I bergshöjderna är berggrunden bättre blottad än inom den sammanhängande fjällbergartskanten V om höjderna. Kartbilden över fjällrandkanten torde få betraktas som tämligen schematisk. Det kan nämnas, att förf. N om sjön Petsats, i fjällrandens södra del, observerat ett parti av kataklastiskt, saliskt urberg som understa del i den undre skollberggrunden. I området ha block av vitvittrande dolomit anträffats. De synes vara lokala och torde härstamma från traktens undre skollberggrund, som i övrigt huvudsakligen synes bestå av kvartsitisk sandsten.

Redogörelsen för den undre skollberggrundens utbildning inom berggrundskarrens område kan ej avslutas utan ett omnämnande av de små partier av sediment med den undre skollberggrundens habitus, vilka påträffats på några ställen inom det stora område av kataklastiskt saliskt urberg, som längs kartområdets sydkant sträcker sig från fjällranden i Ö till och in över norskt område i V. Det största av de påträffade sedimentpartierna är beläget i högfjällen NV om St. Sjöfallet, i nordvästra Nieras. Det har kunnat följas ca 7 km i V—Ö-lig riktning. Den av kataklastiska urbergseruptiv i N och S omgivna sedimentskivan, huvudsakligen uppbyggd av kvartsitisk sandsten, har i en av sina västligaste blottningar en rätt väl bevarad sedimentbreccia, som anmärkningsvärt nog har lerskifferartad matrix samt utom fragment av urbergsgranit även enstaka bitar av dolomit. Sedimentbreccian i den undre skollberggrunden i Kanisvaratsch har en mycket likartad dolomit bland sina fragment. På de enstaka ställen, där kontaktzonen mellan sedimentskivan och det kataklastiska urberget är blottad, har den visat sig vara av tektonisk natur.

Vid redogörelsen för Hyolithusseriens sammansättning i St. Sjöfallsområdet omnämndes de borrhningar, som av Vattenfallsstyrelsen företagits N om Sjöfallsleden, i området mellan St. Sjöfallet och Suorva. I det västligaste av borrhålen, beläget ca 3 km SO om Suorva, genomborrades ca 128 m överskjuten berggrund, innan den autoktona Hyolithusseriens berggrund nåddes. Den överskjutna berggrunden består av kataklastiska urbergseruptiv utom i sin mellersta del, där en 10.8 m tjock skiva av grönaktigt grå skiffer med mylonitband samt 2.3 m underlagrande grafitförande skiffer ligga inneslutna i det överskjutna urberget. Ytterligare en sedimentpacke i den överskjutna urbergsberggrunden skall omnämnas. Den är lättillgänglig och kan studeras i bergbranten vid Akkajaures nordöstra strand, ca 3 km NNV om sjöns utlopp, regleringsdammen vid Suorva. Nere vid sjön finnas förskiffrade lersediment samt blågrå och grå, kvartsitiska sandstenar, som stupar 25° mot SSV.

Det överskjutna urberget av övervägande kataklastiska graniter och syeniter N om Akkajaure fortsätter S om sjösystemet och når där sin största bredd. Som omtalats i det föregående och som demonstrerats i sektionen (fig 38), vilar ett skollparti av överskjutet urberg i Kerkaubergen på en imbrikationsskolla av huvudsakligen väl bevarade sediment. Imbrikationsskollan har räknats till den undre skollberggrunden. Den övre skollan av urberg bör räknas till den mellersta

skollberggrunden. Ett 15-tal km SV om Kerkauberget har förf. undersökt ett stråk av den undre skollberggrunden av samma karaktär som imbrikationsskollan. De väl bevarade, brant uppresta sedimenten i detta stråk gränsa upp till mot hårdskifferliknande bergarter, på vilka den övre skollberggrundens amfiboliter sedan följa. Någon mellersta skollberggrund finnes alltså ej i detta avsnitt. Längre mot NV förekomma upprepade partier av relativt väl bevarade sediment i den överskjutna urbergseruptivberggrunden. Så långt mot NV som NV om Akka, vid Vuojatätö, ha relativt väl bevarade sediment, kvartsitiska sandstenar och även alunskiffrar observerats. Sedimenten ha en otydlig tektonisk bandning. De meddelade observationerna från området kring Akkajaure exemplifiera svårigheten att tillämpa den tektoniska indelningen från nordligare fjällkedjeavsnitt i Akkajaureområdet. De fortsatta undersökningarna S om Akkajaure torde bringa fler data i dagen, vilka kunna bidra till att den tektoniska bilden blir mera entydig. Med det sagda har förf. lämnat en översikt över den undre skollberggrundens uppträdande inom norra Norrbottensfjällen. Förf. vill än en gång understryka vad som tidigare framhållits, nämligen att sedimenten i den undre skollberggrunden visa så stora likheter med sedimenten i Hyolithusserien, att det ej råder någon ovisshet om att de förstnämnda äro överskjutna västliga partier av den senare.

C. Den mellersta skollberggrunden

I. BERGGRUNDSÖVERSIKT M. M.

Den mellersta skollberggrunden inom geografiskt olikbelägna delar av fjällkedjan har givits olika namn. När förf. kartlade Västerbottensfjällranden (Kulling 1936), uppdelades den överskjutna berggrunden i en undre enhet med föga metamorf berggrund, en mellersta enhet med medelmetamorf berggrund samt en övre enhet med högmetamorf berggrund. Några år senare (Kulling 1940) redogjorde förf. för den undre och den mellersta skollberggrundens sammansättning i Västerbottensfjällranden samt gav namnet Blaikskollan åt den förstnämnda och namnet Stalonskollan åt den sistnämnda skollberggrunden. De båda skollkomplexen ha kunnat följas från Västerbottensfjällen in i södra delen av Norrbottensfjällen. Men i trakten av Hornavan tunnade den undre skollberggrunden ut, och den mellersta skollberggrunden ändrade sammansättning. Av detta skäl ha de ovannämnda benämningarna för den undre och den mellersta skollberggrunden ej kommit till användning för nordligare delar av Norrbottensfjällgrunden, i synnerhet som fjällberggrunden från Hornavan och närmast N därom länge var berggrundsgeologiskt föga känd.

När förf. utförde kartläggning inom norra delen av Norrbottensfjällen, särskilt då Torneträskområdet, blev det aktuellt att införa nya namn för den undre såväl som för den mellersta skollberggrunden, vilka i dessa nordliga fjällkedjeavsnitt



Bild 45. Kvartsithårskiffer med linjär struktur. Östra stranden av Abiskojokk, ca 0,5 km SV om Abisko turiststation. Foto mot SO. Den linjära strukturen går N 45° V — S 45° O med några graders avvikelse åt båda hållen. En svagare linjär struktur, ej synlig på bilden, har riktning N 70° V — S 70° O. Jämför bild 46.

Fig. 45. Quartzitic hard schists with linear structure. Eastern shore of Abiskojokk about 1/2 km SW of Abisko tourist station. Picture taken looking SE. The linear structure trends N 45° W — S 45° E but can vary a few degrees in each direction. A weaker linear structure, not visible in the picture, has the direction N 70° W — S 70° E. Cf Fig. 46.

hade annan sammansättning än i Västerbottensfjällranden. Som nämnt kom här i N namnen Rautas skollkomplex och Abiskoskollan att användas för resp. den undre och den mellersta skollberggrunden (Kulling 1950 och 1958).

Typområdet för Abiskoskollan är fjällområdet S om Torneträsk, särskilt då Abiskotrakten, där skollans berggrund är lättillgänglig, både dess övre hårdskifferutbildade sedimentära del och dess av mylonitisk till kataklastisk urbergsberggrund uppbyggda undre del.

De typiska Abiskohårdskiffrarna äro tektoniskt bandade sediment av ljusgrå till mörkgrå färg. De äro metamorft differentierade, täta till finkorniga bergarter utan relikta drag. Ursprungsmaterialet har vanligen varit fältspatshaltig sandsten, i mindre grad sandiga skiffrar och lerskiffrar. Lager och linser av ljusvittrande grå dolomit äro vanliga i hårdskifferberggrunden. De fältspatrika hårdskiffrarna kunna primärt ha varit arkosartade sediment. Efter den metamorfa differentiation, som skapat bandningen, ha hårdskiffrarna veckats och linser och ådror av kvarts och fältspat kommit till. Den metamorfa ommineraliseringen har skapat kvartsfältspatband, kvartsrika band, muskovitband etc. De typiska hårdskiffrarna kän-



Bild 46. Strukturyta i kvartsithårskiffer. X 1. Östra stranden av Abiskojokk, ca 0,5 km SV om Abisko turiststation, strax söder om bron över jokken. Den grövre av ytans tvenne linjära strukturer är äldst samt går N 43° V — S 43° Ö, medan den yngre, som har riktning N 65° V — S 65° Ö, är tunnstrimmig och lätt förbisedd.

Fig. 46. Structural surface in quartzitic hard schist. X 1. Eastern bank of Abiskojokk, about 0.5 km SW of Abisko tourist station just south of the 'jokk'. The coarser of the two linear structures is the older and trends N 43° W — S 43° E while the younger, which has the direction N 65° W — S 65° E, is faint and easily overlooked.

netecknas av biotitmetamorfos. Hårskifferliknande bergarter, som innehålla granat, räknas ej till hårskiffrarna *sensu stricto*. Hårskiffrarnas strukturytor äro lineationsstrierade med vanligen endast en lineationsriktning, se bild 45. Ibland förekomma korsande lineationsstrukturer, se bild 46.

Det kataklastiska till mylonitiska urberg, som intar undre delen av den mellersta skollberggrunden eller ensamt uppbygger denna har starkt växlande sammansättning och tektoniseringsgrad. En betydande del av berggrunden ifråga är så omvandlad, att det ej med säkerhet går att bestämma den ursprungliga berggrundens sammansättning. Granit och syenit bilda en betydande del av den mellersta skollberggrundens urberg. Men gnejser av olika slag, leptit- och även hälleflintartade urbergsbergarter, ha anträffats flerstädes. Urbergssediment, såsom kvartsitiska bergarter av Sjöfallstyp, glimmerskiffrika bergarter och karbonatbergarter, förekomma här och var. Amfibolitisk grönsten och andra basiska eruptivbergarter bilda gångar och mindre massiv i den saliska berggrunden. Men



Bild 47. Kontakt mellan ljusgrå kvartsitisk sandsten och ovanliggande kataklastiska urbergsgranit. Kontakten i höjd med mannens axlar. Nordöstra hörnet av Luopakte. Graniten har skjutits över den kvartsitiska sandstenen, som hör hemma i den undre skollberggrunden. (Kulling 1950.)

Fig. 47. Contact between pale grey quartzitic sandstone and the overlying cataclastic basement granite. The contact lies at the height of the man's shoulders. The NE corner of Luopakte. Granite has been thrust over quartzitic sandstone belonging to the lower thrust rocks. (Kulling 1950.)

inom sydvästra delen av Torneträskområdet intaga grönstensbergarter en betydande del av den mellersta skollberggrundens urbergsdel. Någon fullständig förteckning på urbergsgarterna inom skollberggrunden ifråga är det ej min avsikt att lämna. Under översiktskartläggningen har föga tid kunnat ägnas åt denna starkt tektoniserade och i fält synnerligen svårtolkade berggrund.

Den mellersta skollberggrundens sammansättning växlar från område till område. De typiska hårdskiffrarna ha stor utbredning i Torneträskområdet. I kartområdets södra del förekomma de sparsamt. I Pältsaområdet, vid finsk-norska gränsen i N, saknas de på gränsen mellan den mellersta skollberggrundens urberg och ovanliggande, till den övre skollberggrunden hörande bergarter. Inom den mellersta skollberggrunden saknas överskjutet urberg inom vissa delar av kartområdet, t. ex. kring Sjangelifönstrets nordligaste del.

Gränsen mellan den mellersta skollberggrunden och underliggande berggrund är i allmänhet lätt att draga. De kataklastiska urbergseruptiven ligger oförmedlat ovanpå den undre skollberggrundens föga förändrade sediment (jfr bild 47). Gränsen mellan urbergseruptiven och ovanliggande hårdskiffrar är sällan blottad. På grund av hårdskiffrarnas natur av metamorft differentierade bergarter och urbergsgarternas kataklastiska tillstånd kan man ej direkt fast-

ställa, att hårdskiffrarnas sediment primärt ha avlagrats på sitt nuvarande underlag. Då hårdskiffrarna genom sina glimmerrika band och glimmerbelagda strukturytor kunna sägas vara glimmerskiffriga, av kristallin skiffernatur, anknyta de mer till ovanliggande granatglimmerskiffrar, marmorbergarter och amfiboliter än till de underliggande urbergseruptiven. När förf. år 1950 lämnade en översikt över fjällberggrundens sammansättning i området S om Torneträsk, kom på grund av nämnda förhållande (i resumén på engelska) hårdskiffrarna att räknas in i seve-köliberggrundens, medan urbergspattan under hårdskiffrarna fick namnet mylonitskollan. På en del lokaler — en av dem skall omnämnas i det följande — kunde icke någon tektonisk gräns läggas mellan hårdskiffrarna och ovanliggande kristallina skiffrar. Fortsatta undersökningar tog emellertid fasta på stegringen i metamorfosen från biotitmetamorfosen hos hårdskiffrarna till granatmetamorfosen hos glimmerskiffrarna och amfiboliterna. I samband med detaljkartläggning av några mindre fjällområden framkom strukturell diskordans mellan den mellersta skollberggrundens och den övre skollberggrundens (jfr bild 53). De båda skollkomplexen ha dessutom från varandra avvikande småtektoniska drag.

2. PÄL TSAOMRÅDET

I det nordligaste av Norrbottensfjällens områden, i Pältsaområdet vid norskfinska gränsen, saknas, som redan blivit nämnt, hårdskiffrar ovanför den mellersta skollberggrundens urberg. Det överskjutna urberget uppbygges av kataklastiska till mylonitiska graniter, syeniter och finkorniga gnejser. De finkorniga mylonitiska gnejserna utgöras dels av mikroklinrika former, dels av typer, som ha sur plagioklas som dominerande eller ensamrådande fältspat. De finkorniga gnejserna påminna makroskopiskt om metamorfa arkoser. Mikroskopiska undersökningar visa, att de större kornen i bergarterna, liksom en betydande del av grundmassans korn, utgöras av fältspat. Utom de nämnda bergarterna förekomma basiska eruptiv som gångar och spridda småmassiv. Några sediment ha ej blivit påvisade. På Sverigekartan av år 1958 har genom ett misstag Pältsaområdets överskjutna urberg erhållit beteckningen sparagmiter.

Mellan de kataklastiska till mylonitiska eruptiven i Pältsaområdets överskjutna urbergspatta och ovanliggande, till den övre skollberggrundens hörande, granatförande glimmerskiffrar finnes en smal zon av finkorniga, grå till ljusgrå gnejssbergarter, som ej äro kataklastiska utan genom sericithalt erhållit en glimmergnejsig habitus. Små granater förekomma sporadiskt. Fältspaterna i bergarten verka vara regenererade. Gnejserna ifråga räknas in i den övre skollberggrundens. Gränzonen mellan den kataklastiska urbergsberggrundens och ovanliggande granatförande gnejs är starkt jordtäckt. Någon tektonisk gräns mellan de båda bergartsgrupperna kunde ej framletas. Ej heller kunde några blottningar av bergarter med karaktär av övergångsled påvisas. Det är sannolikt, att ingen be-

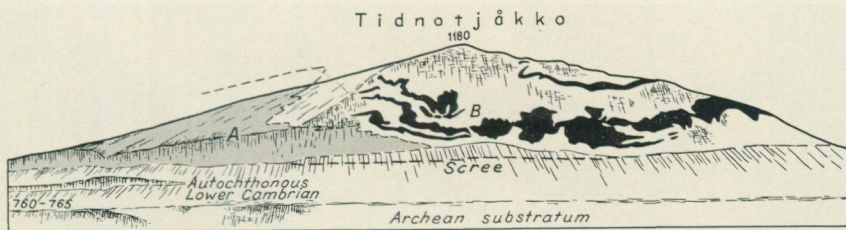


Bild 48. Skiss av Tidnotjåkko från SO. Fjället bildar det sydöstliga hörnet av fjällberggrunden norr om Torneträsk. På den avplanade urbergsytan vilar Hyolithusseriens sediment. Autoktonens övre del är täckt av rasmaterial. I bergbranten ovanför rasslutningen går den mellersta skollberggrunden i dagen. A. Kataklastisk till mylonitisk granit och syenit av urbergsålder. B. Hårdskiffer och dolomit (den sistnämnda svart på skissen). Den i bergbranten väl synliga, ljusgrå, vitvittrande dolomiten demonstrerar på ett utmärkt sätt den transversella sammanveckningen och sammanveckningsstilen i den mellersta skollberggrundens övre, av sediment uppbyggda del. (Kulling 1960 a.)

Fig. 48. Sketch of Tidnotjåkko seen from the SE. The mountain forms the SE corner of the Caledonide rocks north of Torneträsk. On the bevelled PreCambrian surface rests the Hyolithus Series. The upper part of the autochthonous rocks is covered by scree. In the rock face above the scree middle thrust rocks are exposed. A. Cataclastic-mylonitic granite and syenite of PreCambrian age. B. Hard schist and dolomite (the latter black in the sketch). The readily visible dolomite in the rock face is pale, grey-white weathering and demonstrates clearly the transverse folding and crumpling in the sediments of the upper part of the middle thrust rocks. (Kulling 1960 a.)

tydande tektonisk gräns finnes mellan urbergsplattan och ovanliggande berggrund av kristallina skifferar.

3. TORNETRÄSKOMRÅDET

I Torneträskområdet är den mellersta skollberggrunden blottad i ett stort antal från varandra isolerade områden. Namnet Abiskoskollan har valts för denna berggrund på grund av att hårdskifferar äro väl exponerade kring Abisko turiststation och längs nedre delen av Abiskojokk samt att kataklastiskt graniturborg är tillgängligt i skärningar kring Abisko Öjvstn.

I området N om Torneträsk drages uppmärksamheten till den praktfullt veckade dolomiten i Tidnotjåkko SO-brant, i sydöstligaste hörnet av fjällberggrunden N om sjön (bild 48). Det är tack vare den vitvittrande dolomiten, som den för den mellersta skollberggrunden så karakteristiska transversala sammanveckningen här kommer väl till synes. Veckstilen uppvisar ett komplicerat mönster. I sektionens sydvästra del ha lagren blivit överveckade mot NO. Men de ofta liggande veck, som äro så vanliga inom hårdskifferberggrunden, visa sig lika ofta vara överveckade mot SV som mot NO.

I Tidnotjåkoområdet tunnare det kataklastiska urberget i den mellersta skollberggrundens undre del hastigt ut mot Ö. Skollberggrundens mycket kraftiga inflytande på sitt närmaste underlag kommer väl till synes i de mot S vända berg-



Bilderna 49 och 50. Kvartsåderrikt parti av översta delen av den undre skollberggrundens kvartsit-skifferserie. Den mellersta skollberggrundens kataklastiska granit — syenit följer strax ovan. Från bergbrant strax väster om Tuoptevaratjak i området norr om Torneträsk.

Figs. 49 and 50. Richly veined portion of the uppermost part of the quartzite-schist series of the lower thrust rocks. The cataclastic granite-syenite of the middle thrust rocks follows immediately above. From the mountain slope immediately west of Tuoptevaratjak in the area north of Torneträsk.

branterna i området V om Tidnotjåkko. Från trakten V om Tuoptevaratjak har tagits ett par bilder, 49 och 50, som demonstrerar ett parti av den undre skollberggrundens kvartsiter och skiffrar. Strax under den mellersta skollberggrundens bas har dessa blivit kraftigt kvartsåderdränkta och sammanskrynklade med veckaxei i VNV—OSO. En blick på berggrundskartan visar oss det oregelbundna uppträdandet av den mellersta skollberggrunden i området N om Torneträsk. Längst i Ö tunnar den överskjutna urbergsskivan ut, liksom även den överliggande hårdskifferskivan. I V, S om Vaivantjåkko, tunnar hårdskifferskivan också ut. Gå vi till omgivningen av det förut omnämnda Kuollejokkfönstret, i fjälltrakten NV om Vaivantjåkko, uppträder den mellersta skollberggrundens urbergsdel som linsformiga partier längs fönstrets kanter. Ett antal erosionsrester av ifrågavarande urberg förekomma även som spridda rester på den undre skollberggrunden i Kuollejokkfönstret. S om Kuollejokkfönstret intar den mellersta skollberggrundens sedimentformationer ett brett fält i Vakketjåkko med omgivning. Den vitvittrande dolomiten, en ledbergart i den mellersta skollberggrunden, synes tydligt från andra sidan sjön. Graftisk skiffer uppträder mellan dolomitstråken och synes vara invecklad i dolomiten. Det är ovisst, om den grafitiska skiffern hör hemma i den mellersta skollberggrunden eller invecklats från överliggande övre skollberggrund, i vars undre del, som kartan visar, samma slags skiffer även förekommer.

Sammansättningen av det överskjutna urberget har givetvis stort intresse. Ofta är det emellertid nästan omöjligt att i fält bestämma, vad som döljer sig under ytan på de gröngrå, heterogenstruerade »myloniterna». Det kan vara svårt att få fram stuffer med så många ursprungliga drag, att bergartsbestämningen kan föras längre än till termen »mylonit». Tillsammans med de kataklastiska sura urbergseruptiven i området V till SV om Vaivantjåkko förekommer, bl. a. vid mellersta och övre delen av Vakkejokk, mörkfärgade dolomiter, fyllitiska skifferbergarter, sedimentbreccieliknande bergarter samt grönstenar. Dessa bergarter torde ingå i urberget.

Förflytta vi oss till västligaste delen av området N om Torneträsk, uppträder den mellersta skollberggrunden dels kring Torneträsks NV-hörn, dels som tvenne mindre fält NO därom, nära gränsen mot Norge. Kataklastiskt urberg finnes blotat endast i det förstnämnda området. Enligt kartbilden gränsar det kataklastiska urberget direkt mot urbergsfönstrets urberg. Jordbetäckning försvårar emellertid en närmare granskning av kontaktzonen.

I området mellan Torneträsks nordvästra del och norska gränsen i V gränsar den mellersta skollberggrundens hårdskifferbandade till strimmigt struerade bergarter mot Hyolithusseriens skiffrika sediment eller direkt mot urbergsunderlagets berggrund, utom i det nyss nämnda området längst i Ö, där kataklastiskt urberg även är för handen. I mellersta delen av det nämnda fältet bildar den mellersta skollberggrunden ett buktande men i stort N—S-orienterat stråk, som avgränsar Kuokelurbergsfönstret i Ö från Sjangelifönstret i V. Skollberggrundens skiffrar

äro kraftigt småskrynkade. I denna berggrund finnes ej blott kvartsithårdskiffrar, fyllitisk—fyllonitiska (fyllitmylonitiska) skiffrar och dolomiter utan även stråk av grafitiskiffrar och av fyllonitiska grönstenar. Berggrundskartan antyder tre N—S-orienterade synformer. Den i Kuokelfönstrets urberg nedveckade ribban av Huolithusseriens sandsten har också N—S-lig riktning. Man finner dessutom i skollberggrunden ofta småveckaxlar, som gå i N—S och vanligen stupa mot N. Veckaxlar med riktningarna N 55°V—S 55°Ö till VNV—OSO ha även observerats. De N—S-orienterade veckaxlarna synas beteckna en sen fas i områdets tektoniska historia. De torde ha kommit till, då skollberggrunden veckades tillsammans med fönsterurberget.

Vattenfallsstyrelsen har helt nyligen i samband med en utredning av ett vattendämningsprojekt utfört en bergborrning genom den mellersta skollberggrunden i södra delen av den västra av de nämnda synformerna, 1,3 km S 80°Ö om Vassijaure jvstn. Den tillvaratagna borrhärnan har överlämnats till SGU för granskning. Borrningen genom de strimmiga till hårdskifferbandade bergarterna bröts, innan Hyolithusseriens sediment eller urbergsunderlaget nåddes. Enligt förf:s granskning av den 184 m långa borrhärnan förekommer utom de mången gång svårtolkade hårdskiffrarna och strimmiga skiffrarna grafitiskiffer från 124 till 128.7 m under ytan samt vit dolomit från 149 till 167 m under ytan. Tunna strimmar av dolomit och grafitiskiffer förekomma även i andra delar av borrhärnan. På grund av berggrundens kraftiga tektonisering i det undersökta avsnittet kan knappast några slutsatser dragas angående ursprunglig lagerföljd och primära mäktighetsförhållanden.

Markytan vid borrhålet ligger ca 480 m.ö.h. Gränsen mellan Hyolithusseriens bottenlag och urberget träffas strax Ö om Vassijaure jvstn, som ligger 514 m.ö.h. samt 1 200—1 300 m V om borrhärnan. Urbergsytans sluttning mot Ö måste sålunda vara mer än 10°. Hur mycket mer känner man ej, då borrhärnan som sagt avbröts, innan man kom ned i den bandade hårdskiffers underlag.

Den övre delen av den mellersta skollberggrunden intages, som nämns, av de typiska hårdskiffrarna, vilka till övervägande del utgöras av bandade kvartsiter med fyllitiska led och med inlagringar av ljusgrå dolomit. Till den undre delen av skollberggrunden räknas kataklastiska till mylonitiska urbergseruptiv, vanligen graniter och syeniter men även, särskilt i V, amfibolitiska grönstenar. Vid beskrivningen av den mellersta skollberggrunden N om Torneträsk har det konstaterats, att vid sidan av dessa mera typiska bergartsled även andra bergarter förekomma, såsom grafitiskiffrar, mörka dolomiter och grönstenar, vilka ligga inne i bandade hårdskiffrar av växlande utseende och sammansättning. Ingå dessa bergarter som led i det överskjutna urberget eller böra de räknas till bildningar, som lagrats på ytan av detta urberg? Frågan kan för närvarande ej besvaras. En mer detaljerad kartläggning kan möjligen ge svar på frågan. Under översiktskartläggningen gick det ofta ej att kartografiskt skilja ut de olika bergarterna, som ofta visade intensiv växellagring eller komplicerade inveckningsförhållanden.



Bild 51. Sammanveckad, bandad, till hårdskifferserien hörande bergartsserie från Ljutatjärro några km öster om gränsen mot Norge och ca 5 km söder om riksgränsbanan. Foto mot N. Från vänster räknat förekomma grafithaltig, fyllitisk glimmerskiffer, kvartsitisk hårdskiffer, fyllitisk hårdskiffer och fältspatrik hårdskiffer.

Fig. 51. Banded and folded rocks of the hard schist series at Ljutatjärro a few kilometres east of the Norwegian border and about 5 km S of the railway across it. Photograph taken looking north. From the left the beds are as follows: graphitic phyllite mica-schists, phyllitic mica-schists, quartzitic hard schists, phyllitic hard schists, feldspar-rich hard schists

När förf., nu övergår att beskriva den mellersta skollberggrundens i området S om Torneträsk, kan bergarternas intensiva växellagring belysas med ett par bilder 51 och 52, från den västligaste förekomsten av denna berggrund, från Ljutatjärro 6—8 km SV om Vassijaure jvstn. Längst till vänster på bild 51 syns grafitskiffer, mot höger följd av kvartsrik hårdskiffer och mer fyllitglimmerskiffrig hårdskiffer. Upprepade stråk av grönsten och av finkornig, gnejsliknande bergart karakteriserar vidare området hårdskifferbandade skollberggrund.

Nästa exempel på den mellersta skollberggrundens sammansättning och tektonik är hämtat från sydöstra delen av de västra Abiskohögfjällen, från sydslutningen av Häikantjärro och trakten kring Påtjojaure. I detta område, Påtjojaureområdet, se bild 53, har den mellersta skollberggrundens ljusa dolomit blivit kraftigt förtjockad vid och Ö om sjön. Den kataklastiska sura urbergsberggrundens kommer i dagen dels som tvenne mot N gående utbuktningar från det stora urbergsfältet S om kartgränsen, dels som smala stråk i kartans norra del. De senare nå fram mot basen av den övre skollberggrundens kristallina skiffrar. Den övre skollberggrundens i N uppbygges av granatglimmerskiffer, grafitskiffer, marmor



Bild 52. Mot väster stupande, bandad, till hårdskifferserien hörande bergartsserie, Ljutatjärro, ca 2,5 km SO om Katterjaures sydöstra hörn. Foto mot norr. Berggrunden består av kvartsitisk hårdskiffer, fyllitglimmerskiffer och finkornig gnejsbergart. (Kulling 1950.)

Fig. 52. Westerly dipping banded rocks of the hard schist series. Ljutatjärro, about 2.5 km SE of the SE corner of Katterjaure. Looking north. The rocks consist of quartzitic hard schist, phyllitic mica-schist and fine-grained gneiss. (Kulling 1950.)

och amfibolit. I kartans NO-hörn förekommer plagioklasporfyroblastskiffer (ögonmylonit) under amfiboliten på gränsen mot hårdskiffern. På kartan har ett antal uppmätta stupningar och småveckaxlar utsatts. Barometerbestämda höjdsiffror förekomma på kartan. Någon revision av snabbkartläggningen har ej ägt rum. Observationsnätet är ofullständigt. Berggrundens strukturytor stupa vanligen 10—30° i stort sett mot N. Ett flertal småveckaxlar riktade mot N, NNV—VNV och VSV förekomma. Kartbilden demonstrerar områdets komplexa vecktekonik. Man kan enl. kartan urskilja N—S-ligt riktade element, särskilt i södra partiet, VSV—ONO-liga element i NO-liga partier samt VNV—OSO-liga element i centrala partier, särskilt då inom den norra urbergsskivan. Den kraftigaste rörelsen torde ha ägt rum i gränzonen mellan den mellersta och den övre skollberggrunden. Marmorformationen har ibland karaktären av tektonisk breccia. De ursprungligen sandiga och skifferartade bankarna i kalkstenen ha under rörelsen brutits sönder och uppträda nu som linser och brottstycken i den plastiska marmor (jfr bilderna 54 och 55 från närgränsande områden). Den flikiga skivan

BERGGRUNDSKARTA ÖVER PÅTJOJAURE-OMRÅDET I SYDSLUTNINGEN AV DE VÄSTRA ABISKOHÖGFJÄLLEN

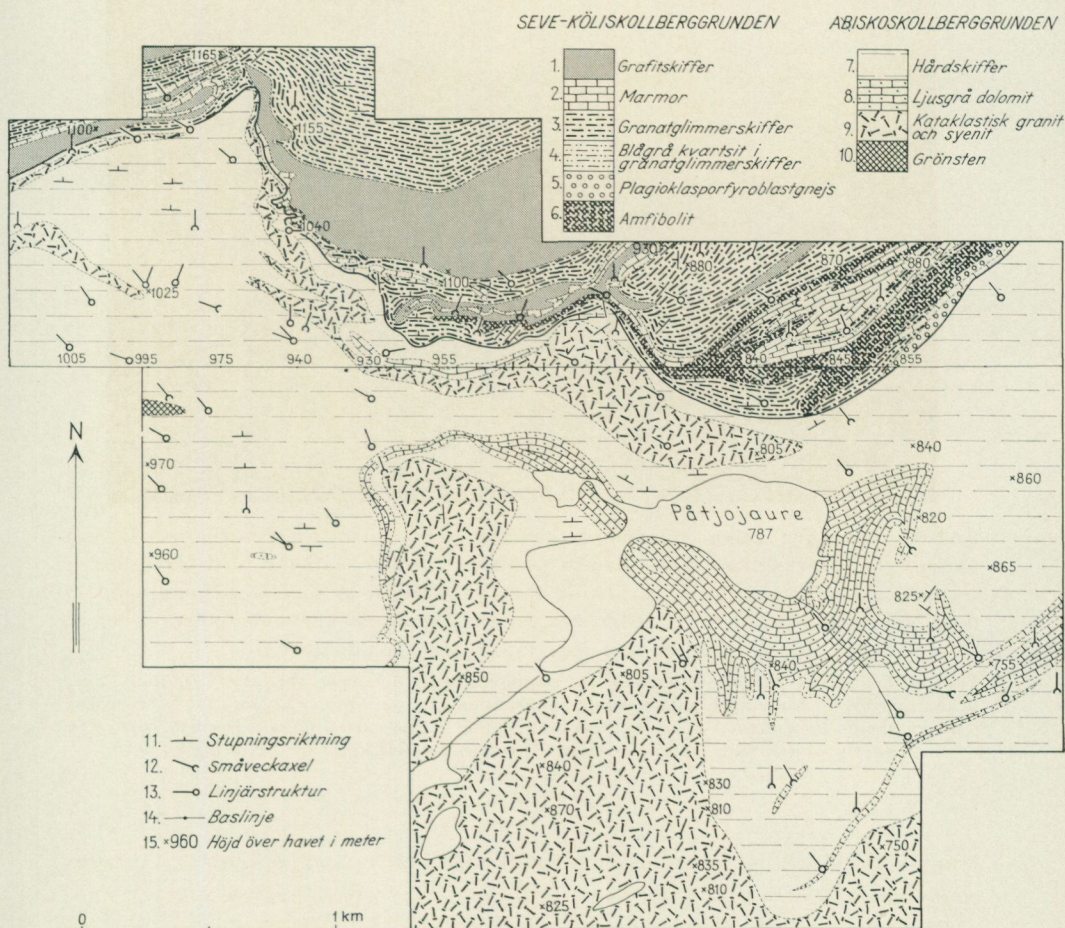


Bild 53.

Fig. 53. Geological map of the Pátjojaure area on the southern slope of the western Abisko high mountains. *The upper thrust rocks (the Seve-köli complex)*: 1. Graphite schists. 2. Marble. 3. Garnet mica schists. 4. Blue grey quartzite in garnet mica schists. 5. Plagioclase-porphroblastic gneiss. 6. Amphibolite. *The middle thrust rocks (the Abisko complex)*: 7. Hard schists. 8. Light grey dolomite. 9. Cataclastic granite and syenite. 10. Greenstone. - 11. Dip of strata. 12. Minor fold axes. 13. Lineation marks. 14. Base-line. 15. Altitude above sea level in metres.

av kataklastisk urbergsberggrund N om Pátjojaure har möjligen från början representerat ett i sydlig huvudriktning överveckat berggrundsparti, som efterhand avsnörts och blivit inneslutet i hårdskiffer samtidigt som det rört sig upp mot den övre skollberggrundens bas. De N—S-liga veckaxlarna torde härstamma från den sena veckfas, vilken exempelvis i området N om de västra Abiskohögfjällen åstad-



Bild 54. Strimmig kalkmarmor med talrika fragment av hårdare bergarter. De sistnämnda ha ursprungligen bildat bankar i kalkmarmor. I samband med berggrundens tektoniska omformning ha de av hårdare material bestående bankarna brustit sönder, flutit isär samt roterat i sin plastiska omgivning. De västra Abiskohögfjällens sydvästra del, ca 3 km öster om Håjkanjaure. (Kulling 1950.)

Fig. 54. Calciferous marble with numerous fragments of harder rocks, the latter originally layers in the marble. In connection with tectonic deformation the more brittle layers have been broken. The fragments then drifted apart and rotated in the plastic surroundings. The SW part of the westerly Abisko high mountains, about 3 km east of Håjkanjaure. (Kulling 1950.)

kommit de N—S-ligt orienterade nedveckningarna av fjällberggrund i urbergsunderlaget.

Påtjojaureområdet bildar en västlig del av det stora hårdskifferområde, som utbreder sig kring de södra Abiskohögfjällens amfiboliterrängar. Amfiboliten skils, särskilt i Ö, från hårdskiffern genom en zon av porfyroblastgnejser och granatgnejser. Genom närvaron av dessa sistnämnda kraftigt ommineraliserade bergarter blir den geologiska kontrasten större mellan hårdskifferna och ovanliggande berggrund i Ö än i V, där granatglimmerskiffer, marmor och grafitskiffer följa direkt på hårdskiffern. I den Ö—V-liga dalgången kring Alesjokk S om de södra Abiskohögfjällen finnes en dolomitformation i övre delen av hårdskifferserien. Den ser ut att uppträda konformt med ovanliggande övre skollberggrund.

Själva gränzonen mellan den mellersta och den övre skollberggrunden är förhållandevis sällan blottad. Från de västra Abiskohögfjällens område vill förf. meddela ett par exempel på nämnda gränzons bergarter och gränzens karaktär. Båda exemplen äro hämtade från mellersta delen av Kårsavagge, där hårdskiffern tittar fram i ett litet fönster. I fönstrets sydvästra del, SV om Kårsavagge-

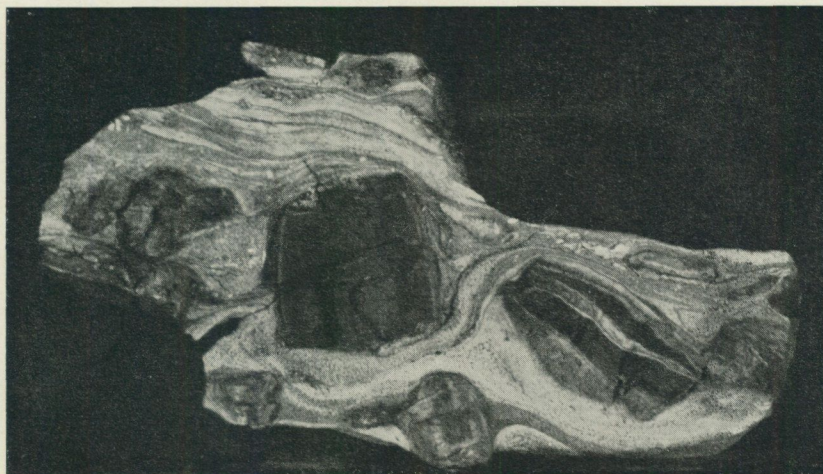


Bild 55. Strimmigt bandad kalkmarmor med kvartsitiska brottstycken, som ursprungligen bildat bankar i marmorn. Under berggrundens tektoniska omformning ha de kvartsitiska bankarna i marmorn brustit sönder och flutit isär i sin plastiska omgivning. X 0,8. Paddos, ca 4 km SSO om Abisko Ö station. (Kulling 1950.)

Fig. 55. Banded calciferous marble with quartzitic fragments which originally formed layers in the marble. During tectonic deformation these layers were broken and the fragments drifted apart in the more plastic surroundings. X 0.8. Paddos, about 4 km SSE of Abisko Ö station. (Kulling 1950.)

stugan, kommer den övre skollberggrundens marmor och amfibolit i kontakt mot hårdskiffern. På den ena lokalen har marmorn erhållit en starkt slirig karaktär samt innehåller linsformiga och rundade inneslutningar av svart glimmerskiffer och amfibolit, vilka ursprungligen bildat lager inom eller ovan marmorformationen. Ovanför marmorn följer svart skiffer och granatglimmerskiffer. Under marmorn kommer epidotspäckad hårdskiffer och epidotrik grönsten. På den andra lokalen (se bild 56) ligger hårdskiffer och strimmig grönsten till synes konformt under en marmorformation med amfibolitbankar.

I sydostkanten av de västra Abiskohögfjällen, i området NO om Abiskojaure, innehåller hårdskifferserien stråk av finkorniga, arkosliknande gnejser. Dessa stråk gå fram mot den övre skollberggrundens granatglimmerskiffer. I själva gränzonen mellan bergartsformationerna ha inga hällar påträffats. Granatglimmerskifferberggrunden synes avskära strukturerna i hårdskifferserien. Någon dolomitformation har ej påträffats i detta avsnitt av hårdskifferserien. En blick på berggrundskartan ger vid handen, att de arkosliknande gnejserna kunna representera en nordöstlig fortsättning av Påtjojaureområdets norra fältspatrika kataklasbergart. Men de avvika strukturellt från de sistnämnda och kunna vara inlagringar i hårdskifferserien i stället för uppglidna partier av undre delen av den mellersta skollberggrundens.



Bild 56. Gränsområdet mellan den mellersta skollberggrundens bandade hårdskiffer och den övre skollberggrundens marmorformation i området SV om Kårsavaggestugan i Kårsavagges västra del. 1=Ljusgrå hårdskiffer. 2. Grågrön strimmig grönsten. 3. Ljusgrå marmor. 4. Mörkgrå, kvartsitisk glimmerskiffer. 5. Grå amfibolit. I marmorn förekommer talrika små linsformiga partier, som representera tektoniskt linsuppdelade hårdare bankar.

Fig. 56. Border zone between the hard schists of the middle thrust rocks and the marble formation of the upper thrust rocks in the area SW of Kårsavagge hut in the western part of Kårsavagge. 1=pale grey hard schists, 2. grey-green, streaky greenstone, 3. pale grey marble, 4. dark grey, quartzitic mica-schists, 5. grey amphibolite. In the marble occur numerous small, lens-like bodies. They represent harder layers separated tectonically into lenses.

4. FJÄLLRANDEN MELLAN TORNETRÄSKOMRÅDET OCH STORA LULE ÄLVS VATTUDAL

I den östra fjällranden S om Torneträskområdet intar den mellersta skollberggrundens hårdskifferutbildade övre del relativt små arealer. Förf. har en begränsad kännedom om dessa hårdskifferområden. Såvitt man kan döma av det insamlade materialet, saknas den för Torneträskområdet så karakteristiska ljusa dolomiten inom områdena ifråga.

5. SITASJAUREOMRÅDET

I fjällberggrundens randzon mot Sjangelifönstrets urberg i V uppträder den mellersta skollberggrundens från Alesjokks översta lopp i N och till trakten SO om riksgränskröken vid Ivarstens riksröse (Riksröse nr 259) enbart som en tunn hårdskifferskiva, som vilar direkt på urbergsunderlaget eller på Hyolithusseriens

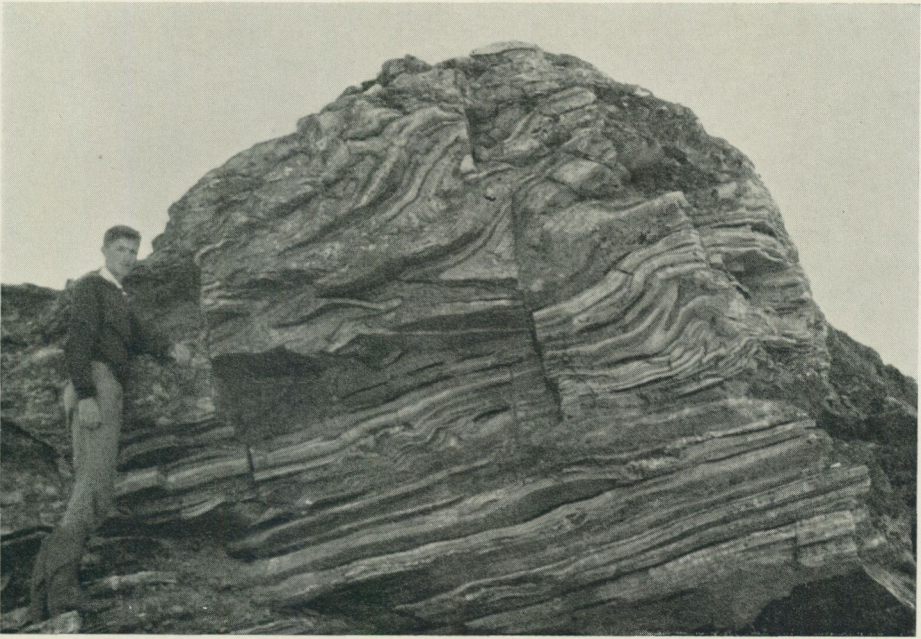


Bild 57. Bandad kvartsithårds-kiffer från sydostsluttningen av Peljats strax väster om Sitasjaures nordvästra del. Foto mot NV. I väggens övre del synas veckdetaljer. Närmast under den i bergväggen synliga kvartsithårds-kiffern kommer en ett trettiotal m mäktig glimmerrik grafitskiffer, och under den sistnämnda följer en finstrimmig, glimmerrik kvartsitskiffer som sannolikt understa avdelning i områdets hårdskifferserie. Efter en zon av ej blottad berggrund och några tiotal m längre ned i bergsluttningen träder Sjangelifönstrets graniturberg i dagen. Graniten är zonvis något skiffrig. Men längre ned i sluttningen, nära Sitasjaure, har graniten i stort massformigt utseende.

Fig. 57. Banded quartzitic hard schists from the SE slope of Peljats, immediately west of the NW part of Sitasjaure. Photograph taken looking NW. In the upper part of the section the beds are folded. Below the quartzitic hard schists in this section occur 30 m or so of mica-rich graphitic schist and under the latter a streaky, mica-rich quartzitic schist which is probably the lowermost portion of the hard schist series of the area. After a zone of unexposed rocks and a few tens of meters lower down the mountain slope the granite basement of the Sjangeli window is exposed. The granite is somewhat schistose in zones but lower down the slope, near Sitasjaure, it has a massive appearance.

sediment. Kring Sitasjaure i kartområdets sydvästra del och i omgivande fjäll-trakter har den mellersta skollberggrunden fått större bredd och intar en icke obetydlig del av den överskjutna berggrunden.

Sitasjauretrakten besöktes i början av 1920-talet av den norske geologen S. Foslie i samband med berggrundskartläggning på norska sidan av riksgränsen. Foslie upprättade en översiktskarta över Sitasjauretrakts berggrund, som tillsammans med en kort redogörelse publicerades i den geologiska beskrivningen till kartbladen Hellemobotn og Linnajavrr (1942). Då Foslie ej observerat närvaron av Hyolithusserien med dess väl bevarade basala sediment, vilka ligger på



Bild 58. Muokkeris från SV, från Sitasjaurestranden öster om Peljats. Den ljusa berggrunden runt bergets södra parti består av grov granit. På detta parti av Sjangelifönstrets urberg ligger en sammanskjuten skollberggrund. De tre mot söder riktade bergbranterna består av starkt skiffrig granitgnejs till finkornig gnejs. Ovan varje granitgnejskiva följer biotitmetamorf sediment av växlande sammansättning. Sedimenten äro strimmigt bandade, se bild 59, samt räknas liksom anslutande gnejsiga sura eruptiv till den mellersta skollberggrunden.

Fig. 58. Muokkeris seen from the SW from the shore of Sitasjaure east of Peljats. The light coloured rocks around the southern part of the mountain consist of coarse granite. On this portion of the basement of the Sjangelifönstret lie thrust rocks. The three rock walls facing south consist of strongly schistose granite-gneiss and fine-grained gneiss. Above every granite-gneiss slice lies biotitic meta-sediment of varying composition. The meta-sediments are streaky, see Fig. 59, and are referred, as is also the associated gneissose acid eruptive, to the middle thrust rocks.

granitunderlaget Ö om Sitasjaures södra del, behöll han sin på norska sidan gränsen erhållna uppfattning, att graniten ifråga (i Norge benämnd Skjomen-granit) var av kaledonisk ålder. Den överskjutna urbergsberggrunden i Sitasjaureområdet, som förf. räknat in i den mellersta skollberggrunden, var enligt Foslie »mikroklinggranit-gnejs» av kaledonisk ålder. Den övre delen av den mellersta skollberggrunden, med kvartsitiska sediment m. m., räknade Foslie in i områdets glimmerskiffer. Den mellersta skollberggrunden i Sitasjaureområdet, som ligger direkt på urbergsunderlaget, avviker i vissa avseenden från motsvarande berggrund i andra delar av norra Norrbottensfjällen. Bland urbergsbergarterna intar finkornig, grå gnejs en mer framträdande plats än annorstädes. Bland de metaforma sedimenten har de typiska hårdskifferna, se bild 57, delvis ersatts av korniga kvartsiter och glimmerskiffrika sediment, bl. a. biotitglimmerskiffer, varför gränsen mellan den mellersta och den övre skollberggrunden flerstädes har varit svår att fastställa.

Några exempel på den mellersta skollberggrundens sammansättning i Sitasjaureområdet skola lämnas. Det första exemplet är hämtat från Pierka, som är en liten isolerad bergshöjd mitt på Sitasjaures östra strand. Kring bergshöjden träffas grov, massformig urbergsgranit. Vid sjöstranden på höjdens västsida anstår en starkt skrynkad grafitisk alunskiffer, som förf. anser vara ett tektoniserat



Bild 59. Småkrusigt veckad, bandad, metamorf »skiffer» i Muokkeris sydsluttning och ca 0,5 km norr om Sitasjaure. Småveckan axelstupa mot norr. Foto mot NNV. Den metamorfa »skiffern» hör hemma inom understa delen av den understa av Muokkeris fyra Schuppenheter, se berggrundskartan. Mellan den metamorfa skiffern och det nere vid Sitasjaure blottade av rätt massformig granit bestående urbergsunderlaget observeras en tunn zon av strimmig, gnejsig granit, som är rik på linser och ådror av gångkvarts.

Fig. 59. Folded and crumpled banded metamorphic schists exposed on the southern slope of Muokkeris about 0.5 km N of Sitasjaure. The minor fold-axes plunge to the north. Photograph taken looking NNW. The metamorphic schists belong to the lower part of the lowermost of the 4 schuppen units of Muokkeris, see geological map. Between these metamorphic schists and the massive basement granite exposed at Sitasjaure lies a thin zone of streaky, gneissose granite with abundant lenses and veins of quartz.

och transporterat parti av Hyolithusserien. Ovanpå alunskiffern följer ljusgrå, strimmig mikroklingnejs. Denna kan följas uppför sluttningen av bergshöjden fram till basen av den översta bergväggen. Där avlöses mikroklingnejsen av ljusgrå, kornig kvartsit, som uppbygger bergbranten samt bildar höjdens västra krön. Den ljusgrå gnejsens mäktighet uppskattas till ca 350 m. I berghöjdens krön-område och högt i dess nordöstra sluttning förekommer vid sidan av den ovan nämnda kvartsiten strimmiga och bandade kvartsitbergarter samt fyllitglimmerskiffrar. Hela den överskjutna berggrunden i Pierka hör till den mellersta skollberggrunden. Den mot NO gående viken av Sitasjaure V om Pierka benämnes Morfasbukten. På buktens V-sida reser sig bergshöjden Muokkeris, se bild 58. Den ljusa berggrunden kring bergets södra parti utgöres av grov urbergsgranit. Muokkeris' tre mot S riktade bergbranter, den ena ovanför den andra, består

av starkt skiffrig granitgnejs till finkornig gnejs. I sluttningarna mellan bergbranterna anstå strimmigt bandade kvartsiter och finkorniga glimmerskiffrar till rätt grova biotitrika glimmerskiffrar. Dessutom ha bankar av grafitskiffer iakttagits. Förf:s uppfattning är, att Muokkeris består av fyra på varandra liggande Schuppenenheter, av vilka de tre övre bestå av urbergsgranitgnejs med på denna liggande starkt tektoniskt omformade sediment ur den mellersta skollberggrundens typsvit. Den understa enheten består av metamorfa skiffrar, se bild 59. Skollberggrunden har alltså under imbrikering glidit fram över sitt föga tektoniskt påverkade urbergsunderlag. Nästa exempel på den mellersta skollberggrundens sammansättning är hämtat från västsidan av Sitasjaure, V om Muokkeris. Urbergsunderlagets massformiga granit är blottad längs nedre delen av jokken från Radjaure. Efter en smal zon av övertäckt berggrund uppträder ca 0,8 km V om Sitasjaure ljustgrå kvartsit av samma typ, som anstår i Pierkas övre del och finnes i Muokkeris. En undersökning uppåt jokken visar att den ljustgrå kvartsiten växellagrar med kvartsitiska fyllitglimmerskiffrar och mörka, biotitrika glimerskiffrar, att den alltså hör hemma i den mellersta skollberggrundens bergartstypsvit.

Samma slags schuppentektonik, som exemplifierats i Muokkeris, har även observerats i området V om Sitasjaures södra del. Där ha flera mycket tunna skivor av ljustgrå kvartsit påträffats instuckna i områdets kataklastiska urbergs-eruptiv. Dessutom ha tektoniska kontakter iakttagits mellan olika partier av det kataklastiska urberget.

6. AKKAJAUREOMRÅDET

Lapplandsfjällens största område med kataklastiskt överskjutet urberg utbreder sig kring Akkajaure. Det sträcker sig från östra fjällranden mot V till och in över norska gränsen. Den norra och mindre delen av området bildar berggrundskartans sydligaste del. I det stora urbergsområdet dominera graniter och syeniter. Dessutom förekomma basiska eruptiv, olikartade gnejsbergarter, porfyryer samt metamorfa urbergs-sediment ur Sjöfallsserien. På flera ställen i det stora urbergsområdet uppträda relativt väl bevarade yngre sediment, vanligen i långa, smala stråk, som ej sällan ha VNV—OSO-lig sträckning. På 1958 års Sverige-karta kommer detta väl till synes, ehuru sedimenten ifråga på grund av förenkling av bergartsuppdelningen på kartan erhållit samma beteckning som fjällrandens autoktona kambrium. I de östra sedimentstråken består berggrunden av sandstenar och skiffrar. I ett sedimentparti har sedimentbreccia av en typ, besläktad med Vakkejokkbreccian, observerats. I de västra och norra sedimentförekomsterna dominera kvartsiter av samma karaktär, som ovan beskrivits från trakten kring Sitasjaure. De sistnämnda sedimenten ha räknats som led i den mellersta skollberggrundens, de förstnämnda som led i den undre skollberggrundens, i enlighet med den indelning av berggrunden, som tillämpats för nordligare delar

av norra Norrbottensfjällen. Frågan är, om denna indelning går att genomföra även för Akkaområdet överskjutna urbergsberggrund. Vi ha i det föregående visat, att indelningen var tillämplig på Kerkaubergens område inom östligaste delen av Akkaområdet (jfr fig. 39). Där förekommer ett flackt liggande, övre skollparti av kataklastiskt, saliskt urberg på den undre, schuppenstruerade skollberggrunden, som innehåller sediment och urbergseruptiv. Samma slags byggnad härskar inom skollberggrunden i det sydligare belägna fjällområdet N—NV om Sitojaure. I andra och östliga delar av det stora urbergsområdet förekomma de lågmetamorfa sedimenten som tunna skivor med tektoniska kontakter, både mot ovan- och underliggande kataklastiska urberg. Under översiktskartläggningen har helt naturligt rätt ringa uppmärksamhet kunnat ägnas det bortåt 2 000 kvkm stora området med övervägande kataklastiskt urberg kring Akkajaure. Kännedomen om dess byggnad är ofullständig. Tills vidare placeras detta område emellertid inom den mellersta skollberggrunden. Kanske förf. får möjlighet att komplettera kartläggningen S om Akkajaure och i en följande beskrivning av de sydligare delarna av Norrbottensfjällen lämna en på detaljerad kartläggning byggd redogörelse för bl. a. det omskrivna urbergets tektoniska ställning.

Under kartläggningens gång har G. Kautsky (1946, 1947 och 1953) gjort Akkajaureområdet till föremål för berggrundstudier. Han har kommit till den uppfattningen, att Akkajaureområdets kataklastiska urberg skulle bilda de undre partierna i ett stort antal parautoktona skollor med sediment av Hyolithusseriens sammansättning i sina övre delar. G. Kautsky uppger, att de överskjutna Hyolithusserieskivorna alla ha en lagbunden sammansättning. Hela komplexet av den ifrågavarande överskjutna berggrunden benämnes Akkakomplexet.

Förf. har emellertid ingenstädes inom Akkajaureområdet kunnat finna belägg för den stratigrafi, som Kautsky uppger karakterisera varje överskjuten skiva av Hyolithusserien. Ej heller är den överskjutna berggrunden i Akkajaureområdet så enkelt och lagbundet uppbyggd som Kautsky vill göra gällande.

D. Den övre skollberggrunden

1. BERGGRUNDSÖVERSIKT M. M.

Seve-köliskollan, den övre skollberggrunden, i norra Norrbottensfjällen är relativt högmetamorf. På grund därav äro möjligheterna att utreda dess ursprungliga stratigrafi rätt begränsade. Huvudparten av de ursprungliga sedimentära strukturerna äro bortkristalliserade. Det finnes emellertid ett antal bergarter, som även i metamorft, omkristalliserat tillstånd äro relativt lätta att klassifiera, såsom svart skiffer i grafitskifferdräkt, dolomit och kalksten i marmordräkt, sandsten i kvartsitdräkt o s v.

Seve-köliberggrunden i norra Norrbottensfjällen uppvisar många karakteristiska drag vad bergarternas fördelning beträffar. Sålunda intar amfiboliter mycket

stora fält i skollberggrundens östra del. Ofta nå dessa amfiboliter ned till gränsen mot den mellersta skollberggrunden eller till i närheten därav. Amfiboliterna ifråga, *den östra amfiboliten*, tunna ut mot V och gå i kontakt mot den stora marmorformationen, Nuoljaformationen, i Seve-köliberggrundens understa del. Det finnes även västligare amfiboliter, men dessa uppträda längre upp i seve-köliberggrundens lagerserie. En del av dessa amfiboliter uppvisa relikta lavastrukturer.

Grafitkiffrar och marmorbergarter uppträda ofta i nära förband med varandra och bilda viktiga stratigrafiska konstellationer. De största fälten av bergarterna ifråga förekomma i högfjällen kring nordvästligaste delen av Torneträsk. Marmorbergarterna fortsätta med stora mäktigheter in över norskt territorium NV om Torneträsk.

Ett antal kvartsitformationer förekomma inom seve-köliberggrunden. De flesta av dem ha relativt obetydliga mäktigheter och ha därför ej kunnat tagas med på berggrundskartan i skala 1:400 000. Några kvartsitformationer inom den övre delen av seve-köliberggrunden ha ej obetydlig utbredning i högfjällen V och SV om Kebnekaisefjällen. Kvartsitformationen i Pattatjåkko, som från detta fjällmassiv kan följas norrut till Sälkatjåkko och N därom, har erhållit namnet Pattakvartsiten (Pattakvartsitformationen).

Efter dessa inledande ord om vissa karakteristiska, stratigrafiskt användbara bergsartsformationer vill förf. översiktligt redogöra för den övre skollberggrundens lagringsförhållanden inom olika delar av norra Norrbottensfjällen.

2. PÄL TSAOMRÅDET

Början göres med Pältsaområdet i Sveriges nordligaste hörn. Endast ett litet parti av den övre skollberggrunden når in över svenskt område. En föga mäktig marmoromvandlad kalkstensformation skiljer den amfibolit, som uppbygger områdets båda högfjäll, det friliggande Pältsa och riksgränsryggen Måskokaise, från underliggande granatförande glimmerskiffer. Glimmerskiffern har tunna inlagringar av karbonathaltiga glimmerskiffrar med och utan kärnhornblenden. På några lokaler inom amfibolitområdena ha gångar av granit observerats. S. Rudberg, som bl. a. undersökt Måskokaise, har meddelat förf., att han i krönområdet iakttagit gångar av granitartad sammansättning. Ett insamlat prov av granit har ställts till förf.'s förfogande. Bergarten är en tvåglimmergranit med större halt av sur plagioklas än av mikroklin. I undre delen av Pältsatoppens amfibolit har förf. observerat en inlagring av hårdskifferbandad kvartsit. Vid redogörelsen för den mellersta skollberggrunden inom Pältsaområdet omnämndes, att fin-korniga gnejser observerats ej blott inom den mellersta skollberggrunden utan också inom understa delen av den övre skollberggrunden. Den sistnämnda gnejstypen hade glimmergnejsig habitus samt var granatförande. Den förstnämnda var kataklastisk och utgjorde en del av det överskjutna urberget. På grund av



Bild 60. Marmor, 1, som är konformt med lagringen uppspjälkad av amfibolitiserad diabas, 2. Vaivantjäckkos västsluttning i området norr om Torneträsk.

Fig. 60. Marble beds, 1, between which amphibolitic diabase, 2, is concordantly intruded. Western slope of Vaivantjäckko in the area north of Torneträsk.

ogynnsamma blottningsförhållanden kunde varken skarp gräns eller övergångs-zon fastställas mellan de olikartade gnejsbergarterna.

3. TORNETRÄSKOMRÅDET

I nästa område, Torneträskområdet, skall början göras N om träsket. De östra amfiboliterna bilda ett flikigt område i högfjällen Vaivantjäckko, Altastjärro och Riukoåive. Flerstädes äro de basiska eruptivbergarterna väl bevarade samt ha primära strukturer. I Vaivantjäckkos västra del har förf. observerat tydlig diabasstruktur. Diabasen uppträder dels konformt, dels diskordant i förhållande till lagringsstrukturerna i marmorn, se bild 60 och bild 61. I Vaivantjäckkos västsluttning visar den basiska eruptivbergarten på en del lokaler avtagande kornstorlek mot angränsande skifferar, vilka nu uppträda som granatförande gnejsglimmerskifferar. Det framgår av det sagda, att den basiska eruptivbergarten i det nämnda området uppträder intrusivt och är yngre än angränsande marmor-glimmerskifferberggrund.

De skiffersediment, som uppträda inom och under de basiska eruptiven, uppvisa här som annorstädes särpräglad metamorfos. Stora plagioklas-, muskovit- och granatporfyroblaster äro vanliga i de gnejsglimmerskifferartade bergarterna.

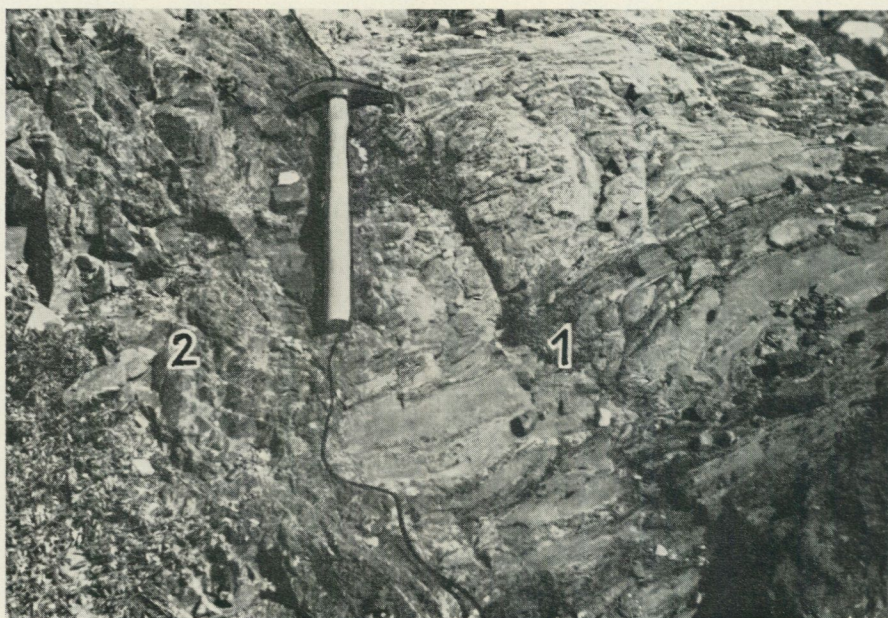


Bild 61. Amphibolitiserad diabas, 2, visar avskärande kontakt mot marmor, med bevarade skiktstrukturer, 1. Vaivantjäkkos västsluttning i området norr om Torneträsk.

Fig. 61. Amphibolitic diabase, 2, cutting discordantly across beds of marble, 1, with the primary bedding preserved. Western slope of Vaivantjåkko in the area north of Torneträsk.

En lättillgänglig lokal där dessa skiffer kunna studeras finnes utefter den jock, som från Vaivantjåkko rinner ned mot V. I stort sett är det nämnda amphibolit-högfjällsområdet emellertid synnerligen blockklätt och tämligen starkt snöbetäckt, varför få observationer har erhållits beträffande amphiboliterna och deras sidosbergarter.

I den övre skollberggrunden V om det sistnämnda fjällavsnittet, alltså fjällområdet N om Torneträsk västra del och V om Kuollejokkfönstret, ha inga amphiboliter anträffats. Däremot förekomma stora områden av marmor och grafit-skiffer. Den sistnämnda bergarten intager understa delen av den övre skollberggrunden, vilket man kan konstatera i Pessisvare i SO, i Lairåive i områdets mellersta del och kring den blottade mellersta skollberggrunden NV om sistnämnda fjällmassiv. I Lairåives södra del samt i västliga delar av fjällområdet N om Torneträsk västra del följer marmor närmast ovanför grafit-skiffren. Den bristande lagbundenhet i uppträddandet, som kännetecknar bergartsformationerna i fjällområdet och som synes ha sin grund i den rikliga förekomsten av lättdeformerade grafit-skiffer och även marmorbergarter, kommer väl till synes på berggrundskartan samt försvårar eller omöjliggör beräkning av bergarternas mäktighetsförhållanden och utredandet av deras detaljstratigrafi. I områdets nordvästra

del kan man dock urskilja en undre och en övre marmorformation. En granatrig glimmerskifferformation skiljer de två marmorformationerna åt.

Vi förflytta oss så till högfjällsområdet Päivetjåkko—Vadvetjåkko, NV om Torneträsks V-ända. Området begränsas i S av Njuorajauresjöarna och i N av gränsen mot Norge. Kartläggningen av detta område har till stor del utförts av M. Lindström. Enligt kartbilden bildar den övre skollberggrunden en markant tektonisk diskordans mot den mellersta skollberggrunden. Antalet marmorformationer kan ej med säkerhet bestämmas. Tvenne mera betydande formationer torde dock vara för handen och motsvara de båda nyss omskrivna marmorformationerna i Ö. Inom högfjällsområdets övre del uppträder amfibolit i sannolikt konforma bäddar. Vad beträffar förekomsten av grafitskiffrar inom högfjällsområdet, uppträda sådana dels i gränssområdet mot den mellersta skollberggrunden och under den understa marmorformationen, dels inom översta delen av högfjällsområdet under och ovanför amfiboliterna. Den undre grafitskifferformationen utgör en västlig fortsättning av den, som finnes N om Torneträsks västra del.

En detaljerad kartbild har publicerats över berggrunden på norska sidan av gränsen (jfr bl. Narvik, Th. Vogt 1950). Kartan åtföljes icke av någon beskrivning. Men Vogt (1922) har tidigare lämnat en kortfattad redogörelse för Narvikstraktens berggrund. Riksgränssområdets marmorformationer ha på Vogts karta erhållit ett gemensamt namn, nämligen »Rombakkalken». Liksom på svenska sidan av gränsen äro marmorformationerna på norska sidan svåra att hålla isär. Än är Rombakkalkstenen uppdelad i sex ovanpå varandra liggande, tunna formationer, skilda åt av »glimmerskiffrar och fylliter», än förenas de till en övre och en undre, mäktigare formation. Vogt benämner de metamorfa skiffrarna under, mellan och närmast över marmorformationerna Rombakskiffer, vilken alltså omfattar sedimenten inom förf:s mellersta skollberggrund samt inom undre delen av förf:s övre skollberggrund. På båda sidorna av riksgränsen krönes högfjällen av glimmerskiffrar med konforma amfibolitbäddar. Vogt benämner skiffrarna Narvikskiffer samt karakteriserar dem som glimmerskiffrar och injektionsgnejser.

Övre skollberggrunden S om Torneträsk är i väsentliga drag mycket lik den N om träsket, med amfibolit och porfyroblastgnejser i Ö och granatglimmerskiffer med marmor- och grafitskifferformationer i V. I de västra Abiskohögfjällen bildar en marmorformation med ovanliggande grafitskifferformation den stratigrafiska ryggraden. Marmorformationen är än upp till 150—200 m mäktig, än mycket tunn. Några uppgifter om grafitskiffrens mäktighet finnes ej. Det är påtagligt, att formationernas mäktighetsförhållanden äro starkt tektoniskt influerade. Som förut nämnts (jfr bilderna 54 och 55), är marmorn i flera partier rik på kantiga inneslutningar av sönderslitna bankar och inlagringar. I samband med en resa i Torneträsktrakten 1900 besökte A. E. Törnebohm även de västra Abiskohögfjällen

(1901). Den omskrivna marmorformationen gavs då benämningen »Nuolja-kal-ken». Förf. accepterar Törnebohms benämning. Utom Nuoljamarmorn förekommer en lägre liggande marmorformation, gående i dagen i de västra Abiskofjäl-lens nordsluttning, samt spridda förekomster av marmor i fjällområdets högre del. De ha en något oviss stratigrafisk position i en f. ö. föga undersökt del av hög-fjällsområdet. Detsamma gäller de grafitskiffrar, som förekomma i samma om-råde. I nordvästra delen av högfjällsområdet uppträder grafitskiffer i granatglim-merskiffrarna mellan området tvenne marmorformationer. P. J. Holmquist har på sin karta och i sin beskrivning (1910) över området S om Torneträsk på ett förtjänstfullt sätt redovisat för grafitskiffrarnas uppträdande inom de västra Abiskohögfjällen. Han kallade grafitskiffrarna svarta fylliter och betecknade dem tillsammans med omgivande granatglimmerskiffrar »Granatglimmerskiffer-fyllit-avdelningen». Ovanpå detta berggrundskomplex kommer enligt Holmquist som fjällområdets översta geologiska enhet »Den grovflasriga glimmerskiffern», vil-ken beskrives som kvartsådrig, starkt småveckad och brunrå till färgen. Den är kvartsrik, oftast granatfri samt har zoner med fältspatporfyroblastskiffrar. Emel-ler tid har Holmquist sammanfört rätt olikartade bergarter i sin glimmerskiffer-formation. Han låter dessutom på sin berggrundskarta ifrågavarande glimmer-skiffer från fjällkrönet Latnjatjärro mot V gå ned till Kårsavagges västra del, ned till den blottade mellersta skollberggrunden därstädes. Under den av förf. ledda kartläggningen av de västra Abiskohögfjällen har det framkommit, att en del av de bergarter, vilka Holmquist på kartan rubricerat som grovflasriga glim-merskiffrar, i själva verket äro typiska granatglimmerskiffrar, samt att de grov-flasriga glimmerskiffrarna i översta delen av högfjällsområdet ej höra ihop med glimmerskiffrarna nere i botten av Kårsavagges västra del. En östlig del av Holm-quist's kvartsrika glimmerskiffrar har på berggrundskartan fått beteckningen kvartsitiska skiffrar. De ligga som den översta sedimentformationen inom de västra Abiskohögfjällen. Holmquist har emellertid i sin redogörelse lämnat ett stort antal värdefulla data om den övre skollberggrundens sammansättning och veckförhållanden och belyst sin framställning med upplysande bilder, jfr bild 62. De understa formationernas uppträdande inom högfjällsområdets övre skollberg-grund har förf. underkastat en förhållandevis detaljerad granskning i Påtjo-jaureområdet, se bild 53. För mellersta skollberggrunden inom detta kartområde har redogjorts i det föregående. Gränsszonen mellan den mellersta och den övre skollberggrunden har, som kartbilden antyder, under skollframdrivningen varit en tektoniskt aktiv zon. I den övre skollberggrundens understa del har Nuolja-marmorn och grafitskifferformationen skrynklats, veckats ihop, tunnats ut eller förtjockats. Av speciellt intresse är den amfibolit av de östra amfiboliternas typ, som bildar kontakt med marmorn och grafitskiffern. Den synes vara intrusiv i Nuoljamarmorns stratigrafiska nivå. Vi erinra oss från området N om Torne-träsk, att de basiska eruptiven i Vaivantjäkkos V-sluttning ställvis skar rätt över därvarande marmorformations lagringsstruktur, se bild 61.

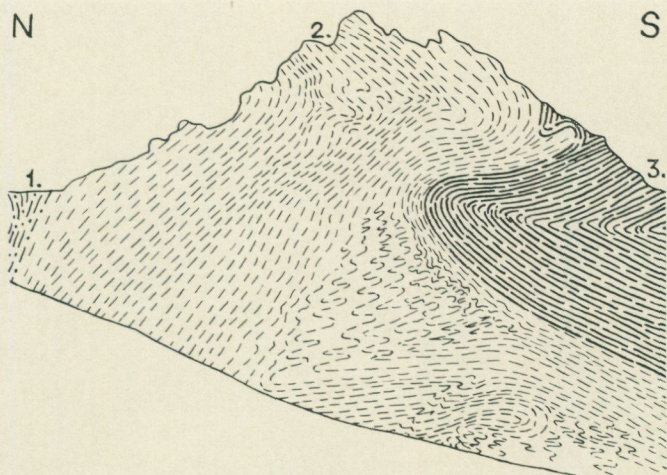


Bild 62. Sammanveckad glimmerskifferberggrund i västbranten av Vuotasreitas östra toppområde. 1. Granatglimmerskiffer. 2. Grovkornig glimmerskiffer. 3. Svart skiffer. Efter Holmquist (1910), vars schematiska skiss är grundad på foto av bergbranten. Skiss antagligen mot öster. Enligt Holmquist är veckets »höjd» något mindre än 200 m.

Fig. 62. Folded mica-schists on the western slope of the easterly summit area of Vuotasreita. 1. Garnet-mica schist. 2. Coarse-grained mica-schist. 3. Dark schists. After Holmquist (1910) whose schematic sketch is based on the photograph of the mountain wall, probably looking eastwards. According to Holmquist the »height» of the fold is somewhat less than 200 m.

En entydig stratigrafi för den övre skollberggrunden inom Torneträskområdet har ej ännu kunnat uppställas. Inom undre delen av nämnda skollberggrund ligger N om Torneträsk en mäktig grafitskifferformation under områdets stora marmorformation. I de västra Abiskohögfjällen S om Träsket är förhållandet omvänt. Områdets grafitskifferformation ligger ovanför Nuoljamarmorn. Det kan framhållas, att de olika marmorformationernas petrografiska kännetecken ännu äro ofullständigt kända. Det förekommer en rad karakteristiska marmortyper växlande från svart dolomitisk marmor till ljusgrå kalkmarmor. Ofta växellagra olikartade marmortyper med varandra. En generell karakteristik av de olika marmorformationerna inom varje särskilt område saknas. Summan av det sagda är, att översiktskartläggningen är ofullständig. Särskilt är den kompulerade kartbilden över de övre delarna av de västra Abiskohögfjällen bristfällig.

Från de västra Abiskohögfjällens övre skollberggrund förflytta vi oss till motsvarande berggrund i de södra Abiskohögfjällen och Ö därom. En sträng av granatglimmerskiffer förbinder det förstnämnda områdets berggrund med den helt annorlunda beskaffade övre fjällberggrunden i Ö. I den lilla bergshöjden Paddos, ca 3 km S om Abisko Ö jvstn, kommer ett isolerat parti av Nuoljamarmorn i kontakt med den östra amfiboliten. I själva Paddoskrönet kan man se vackra exempel på boudinageartade sträckningsfenomen i marmorn. De orena,



Bild 63. Marmor med kvartsrika bankar. Paddos-berget ca 3,5 km SSO om Abisko Ö järnvägsstation. Den karbonatfattiga bergarten i bankarna har uppdelats i bitar, som flutit isär samt blivit utsatta för rotation.

Fig. 63. Marble with quartz-rich beds. Paddos mountain about 3.5 km SSE of Abisko Ö railway station. The carbonate-poor layers are broken up into fragments which have drifted apart and have been partially rotated.

hårda bankarna i marmorn ha uppdelats i bitar, som flutit isär i den plastiska, renare marmorn (se bild 63). De olika bitarna ha blivit utsatta för rotation. Marmorn i Paddos ligger, kan man säga, i samma zon som marmorn i kontakt med den östra amfiboliten N om Torneträsk i Vaivantjåkkos V-sluttning. Ö till SÖ om denna zon har varken N eller S om Torneträsk någon marmor observerats inom den övre skollberggrunden. Möjligen har den basiska eruptivbergarten helt förträngt marmorformationen.

I de östliga amfibolitmassiven dominera granatförande amfiboliter. Men mindre omvandlade typer förekomma också. Än nå amfiboliterna ned till gränsen av den mellersta skollberggrundens hårdskiffrar, än skiljas de från de sistnämnda av granatgnejser, plagioklasporfyroblastskiffrar, granatrika glimmerskiffrar m. m.

4. MELLAN TORNETRÄSKOMRÅDET OCH KEBNEKAISE-SÄLKAOMRÅDET

Nästa område mot S, vars övre skollberggrund skall behandlas, sträcker sig från Rautasjaure och Alesjokks sjökedja i N till Vistasvaggens dalgång i S. Förbindelsen mellan den övre skollberggrunden i detta område och i Abiskoområdet är

helt avskuren av den djupt nedsänkta Alesjokkdalen. En blick på berggrundskartan ger vid handen, att de båda stora högfjällsområdena ha förvånansvärt likartad byggnad med avseende på den övre skollberggrundens utbredning och sammansättning. I det södra områdets västligaste del ligger ett fridenuderat parti av den övre skollberggrunden. Som understa formation i dess huvudsakligen av granatglimmerskiffer uppbyggda berggrund uppträder en marmorformation, som förf. vill räkna som Nuoljamarmor. I NV-kanten av de östra amfiboliterna i Mesatjäkkofjället, några km S om Apparjaure, träffas marmorlager i amfiboliternas undre del. Några östligare marmorförekomster äro ej kända. Högfjällsområdet är rätt otillgängligt. Granatgnejserna och anslutna gnejser Ö om och under amfiboliterna inta ett stort fält.

5. KEBNEKAISE-SÄLKAOMRÅDET SAMT FJÄLLEN S DÄROM

I nästa parti av Norrbottensfjällen, söder om det som nyss beskrivits, bildar Kebnekaiseområdet en östlig del och Sälkatjäkko med omgivning en västlig del. Gränsen mellan den övre skollberggrundens östra eller amfibolit—gnejsdel och dess västra eller marmor—glimmerskifferdel går längs den N—S-liga Tjaktjavagge och sammanfaller med gränsen mellan de ovan nämnda stora fjällområdena. Kebnekaiseområdet är sedan 1947 (H. F. Johansson 1951) föremål för en detaljerad berggrundsundersökning, varför förf. i väntan på rapport från kartören om undersökningarnas slutresultat ej medtagit detta område i kartläggningsprogrammet. Intresset kommer istället att knytas till det västra högfjällsområdet med dess övre skollberggrund. I detta områdes högfjällsparti med Kärkäive, Suoretjäkko och Sälkatjäkko intar en kvartsitformation stora arealer i fjällens övre delar. Den fortsätter därifrån mot S över fjället Pattatjäkko. Efter detta sistnämnda fjäll har, som förut nämnts, givits namnet Pattakvartsiten åt formationen ifråga. Mellan Pattakvartsiten och amfiboliterna i Ö förekommer en serie formationer av grafitkiffrar, marmorbergarter, kvartsiter, kärvskiffrar och grå gnejser. Berggrundskartan i skala 1:400 000 kan ej åskådliggöra den upprepade växellagringen mellan de olika bergartstyperna. Olika delar av området har olika lagerföljd, beroende på glidningar, förtunningar och förtjockningar. I stort sett utgör den marmorförande serien en sydlig fortsättning på nordligare områdets Nuoljamarmor—glimmerskifferkonstellation. De grå gnejserna höra hemma i gränzonen mellan den östra amfiboliten och ovanliggande sediment i V.

S om det sistnämnda området, som vi kunna kalla Sälkaområdet, utbreder sig ett högfjällsområde med ett stort antal fjälltoppar, såsom Kaitumtjäkko, Pattatjäkko. Skaitetjäkko och Attjektjäkko. I detta högfjällsområde är berggrundens, särskilt då den övre skollberggrundens, lagringsförhållanden entydiga. För att sätta in vår nuvarande kunskap om områdets berggrund i sitt historiska sammanhang kan det vara på sin plats att med några ord redogöra för områdets

kartläggning. Efter en översiktskartläggning år 1948 indelade extrageologen P. Forsell berggrunden i följande formationer: Överst kloritiska glimmerskiffrar, så kalkhaltiga granat-hornblendeglimmerskiffrar, bituminösa glimmerskiffrar, glimmerskiffrar, granatgnejser, amfiboliter samt gabbroida intrusiv. Denna berggrund låg på »syenitskollans» urberg, alltså på den mellersta skollberggrunden enligt förf:s terminologi. De förut nämnda Pattakvartsiterna kom på grund av sin gröngrå färg att sammanslås med de ovanpåliggande intermediära grönstenarna, Pattagrönstenen, och motsvarar antagligen tabellens kloritiska glimmerskiffrar. Områdets marmorformationer blevo ej kartografiskt urskilda men hade i viss utsträckning observerats som inlagringar i det som ovan betecknas som glimmerskiffrar.

Under somrarna 1960 och 1961 utfördes revisionsarbeten i ovannämnda fjälltrakt jämte angränsande fjällområden, 1960 av N. Marklund med biträde av S. Yngström, 1961 av förf. med biträde av S. Yngström, R. Hallberg och G. Fredriksson. Huvudparten av revisionen, som delvis fick karaktären av nykartering, utfördes dock av Marklund med biträde av Yngström. Marklund är ansvarig för kartbilden över fjälltraktens centrala delar. Vid kartrevisionen kommo flygfotografier delvis till användning.

Högfjällsområdets översta formation utgöres av den ovannämnda Pattagrönstenen, som har intermediär karaktär, antagligen andesitisk. Pattagrönstenen uppbygges av en följd av lava- och tuffbäddar. Förf. har observerat mandelstenslava samt upprepade linsformiga inlagringar av dolomitmarmor i de tuffitiska bäddarna. Marklund omnämner förekomsten av pillowstruktur i lavabäddarna. Pattagrönstenen uppbygger det N—S-liga krönet i Pattatjäkko samt ett större, brett krönparti i det V om det förra högfjällspartiet belägna toppområdet med Attjektjäkko, Maitakatjäkko och andra toppar. En blick på berggrundskartan visar, att berggrunden under Pattagrönstenen har olika sammansättning i Ö och i V. I Ö vilar Pattagrönstenen på Pattakvartsiten. I V förekommer visserligen också Pattakvartsit, men observerad blott som en relativt tunn formation utmed en del av Pattagrönstenens västra kant. Annorstädes kommer kärvskiffer direkt under Pattagrönstenen. Även om det förekommer kvartsitbankar inom kärvskiffrarna, är det påtagligt, att kärvskiffrarna till övervägande del ha framgått ur mer eller mindre karbonathaltiga skiffrar. Vi erinra oss i detta sammanhang Forsells benämning kalkhaltiga granat-hornblende-glimmerskiffrar för ifrågakarande skiffrar. Det förefaller motiverat att av det insamlade observationsmaterialet draga den slutsatsen, att sedimentationen före Pattagrönstenens avlagring har haft olika karaktär i V och i Ö, strandnära kvartsiter i Ö och längre ut från stranden kalkhaltiga skiffrar i V. Pattakvartsiten med ovanliggande Pattagrönstenslava intager de övre partierna av fjällen Pattatjäkko och Attjektjäkko. Direkt under Pattakvartsiten har flerstädes en tunn marmorformation observerats. Den närmast nedåt följande berggrunden växlar i sammansättning i olika delar av området. Än består den av mörkgrå, fyllitiska skiffrar med upprepade kvartsit-

bankar, än tager det kvartsitiska inslaget överhand. I lagerföljden förekomma upprepade avdelningar av skiffrika grönstenar och grönskiffer. De senare äro kloritrika och ha tolkats som tuffer. Under den beskrivna lagerföljden kommer grafitskiffer. Som berggrundskartan visar, kan grafitskifferformationen följas runt större delen av det ifrågavarande högfjällsområdets östra, norra och södra sluttningar mot omgivande dalgångar. Än har grafitskiffern erhållit stor mäktighet, än tunnar den ut eller är helt bortklämd, tack vare sin stora eftergivenhet för tektoniska påfrestningar. Den är utpräglad skiffrig och skrynklad. I fjällområdets östra och norra del följer, som berggrundskartan visar, marmor närmast under grafitskiffern. Det råder föga tvekan om att marmorn jämte ovanliggande grafitskiffer utgör en sydlig fortsättning av de västra Abiskohögfjällens Nuoljamarmor med ovanliggande grafitskiffer.

Grafitskifferformationen innehåller lager och linsformiga inlagringar av andra bergarter, såsom kärvskiffer, kvartsit, dolomit och kalkmarmor. Det är möjligt, att en del av dessa bergarter komma att visa sig vara invecklade partier av ovan- eller underliggande berggrund. På berggrundskartan ha de ovan uppräknade bergarterna ej kommit med på grund av kartskalen. Närmast under marmorformationen i grafitskifferns liggande följer en föga mäktig kvartsitformation av närmast gruskonglomeratisk karaktär. Den har kunnat följas över större områden än marmorformationen, och i sydligare delar av det omskrivna högfjällsområdet vilar grafitskiffern direkt på kvartsitformationen. Både kvartsitformationen och marmorformationen ha på grund av kartskalen blivit kraftigt överrepresenterade på berggrundskartan.

Vill man försöka att utbygga stratigrafien nedåt från den ovannämnda kvartsitformationen, torde östsluttningen av Pattatjåkko—Attjektjåkko högfjällsområde lämpa sig därför. Marklund har där försökt att uppställa en stratigrafi. För:s fältarbeten i området voro mycket kortvariga. Tre tvärsnitt lagda genom områdets berggrund lämnade olika resultat. Glidzoner synes i någon mån ha trasslat till förhållandena. Det förekommer granatglimmerskiffer, kärvskiffer, grönstenar, marmorbergarter, grafitskiffer, kvartsiter m. m. Ö om denna intensivt växellagrande bergartsserie följer amfiboliter, porfyroblastgnejser och till sist amfiboliter. I det av amfiboliter omslutna porfyroblastgnejsområdet kan en viss bergartszonering urskiljas. Berggrundskartan visar från V mot Ö plagioklasporfyroblastgnejser, finkorniga grå gnejser, gnejsglimmerskiffer av växlande beskaffenhet samt muskovitporfyroblastglimmerskiffer. Zoneringen är på grund av ett glest observationsnät, förekomsten av talrika övergångsbergarter mellan de olika huvudtyperna, uppträdandet av kvartsiter, granatglimmerskiffer m. m. att betrakta som skissartad.

På västsidan av det stora Pattakvartsitområdet, i vinkeln mellan Pattatjåkko och Kaitumtjåkko, dyker marmor upp som ett flikigt berggrundsparti. Av allt att döma representerar det ett mot Ö överveckat parti av samma marmor som i Ö kommer under grafitskifferformationen. Det skulle med andra ord vara frågan

om Nuoljamarmor. Pattagrönstenen i fjällområdena Ö och V om det flikiga marmorpartiet beteckna båda synforma, N—S-ligt utsträckta berggrundspartier.

Det har nämnts i det föregående, att grafitskifferformationen kunde följas i slutningarna S, Ö och N om högfjällsområdet med Pattakvarst. I SV upphör grafitglimmerskiffern plötsligt S om det flikiga, antiklinala partiet av Nuoljamarmor. På båda sidorna av denna marmorformation förekommer endast mindre partier av grafitskiffer. Detta förhållande tyder på att grafitskiffern i antiklinalzonen, från att ursprungligen ha legat över Nuoljamarmor under den tektoniska utvecklingen, bortförts ur sitt förband och nu endast uppträder i form av små restpartier. Längre V-ut, i området närmast Ö om Sitasjaures sydligaste del, har förf. påträffat spridda, synbarligen linsformiga partier av grafitskiffer. Sannolikt representera de samma formation, som nyss blivit nämnd. Tektoniken inom berggrunden Ö om Sitasjaure har emellertid ej ännu kunnat utredas på grund av ett alltför ringa observationsmaterial.

6. OMRÅDET VÄSTER OM SITASJAURE

I förf:s översikt över den övre skollberggrunden återstår nu blott att nämna några ord om densamma i området mellan Sitasjaure och norska gränsen i V. Som berggrundskartan visar, saknar fjällområdets övre skollberggrund amfibolit och porfyroblastgnejser i sin undre del. Däremot uppträder en övre amfibolit, som bildar översta delen av Alitjåkko och hela fjällmassivet Markotjåkko samt fortsätter därifrån i två västerut orienterade stråk fram till riksgränsen. I det södra av de nämnda stråken uppträder ett mindre massiv av noritisk gabbro. En blick på berggrundskartan säger oss, att de ovannämnda amfibolitförekomsterna ha samma stratigrafiska position som Pattagrönstenen i Attjektjåkko med omgivning. Den sistnämnda vilar på karbonathaltiga sediment i kärvskeerutbildning. Så göra också de västra amfiboliterna. De västra amfiboliterna ha kartlagts av S. Foslie samt in-tecknats på hans fältkarta av år 1921 (Foslie 1942). Under SGU:s kartläggning av berggrunden V om Sitasjaure utfördes endast kompletterande undersökningar kring amfibolitområdena, vilkas berggrund därför ej är närmare känd. Om de basiska eruptivbergarterna i Alitjåkko framhåller Foslie, att den vanligaste bergartstypen där är en mycket finkornig, nästan tät, hornblenderik bergart, som genomsättes av hornblendegabbro. Han tillfogar, att den basiska berggrunden i sin tur genomsättes av en densamma oregelbundet genomvävande, ometamorf, mikroklinrik kvartssyenit. Vilken utbredning denna sistnämnda bergart har, framgår ej av Foslies redogörelse. Sannolikt kan kvartssyeniten sättas i genetiskt samband med den av Foslie som Gicce-gnejs betecknade migmatitartade bergarten, vilken uppträder i själva riksgränsområdet V om den västra amfibolitförekomsten och uppbygger fjället Skuoketjåkko på svenska sidan av gränsen. Den migmatitiska bergarten ligger på Markotjåkko-amfiboliten (jfr berggrundskartan). Amfiboliten i migmatitens närmaste omgivning upp-



Bild 64. Lokalt block av pegmatitgenomvävd amfibolit. Riksgränzonen NV om Kåbdajaura i området väster om Sitasjaura. Den hornblenditiska amfiboliten i blocket är genomsatt av hornblendehaltig pegmatitbergart. Senare ha gångar av finkornig amfibolit, ofta med randzoner av pegmatitkornig fältspatbergart, genomvävt bergarten. Den avbildade bergarten representerar en något extrem typ. Områdets pegmatitgenomsatta amfibolit ligger under Gicce-gnejsen. Den under amfiboliten kommande Reppiskiffern visar endast i sin övre del spridda pegmatitådror av vanligen pseudokonform karaktär.

Foto P. Ljungström.

Fig. 64. Local block of amphibolite with pegmatite veining. State boundary NW of Kåbdajaura, west of Sitasjaura. The hornblendic amphibolite in the block is cut by hornblende-bearing pegmatite. Veins of fine-grained amphibolite, often met with marginal zones of coarse-grained (pegmatitic) feldspar, have later veined the rock. The figured example is a somewhat extreme form. The pegmatite-veined amphibolite lies beneath the Gicce gneiss. The Reppi schists below the amphibolite only have a few scattered pegmatite veins of pseudo-conformable character in their upper part. P. Ljungström photo.

visar talrika pegmatiska, kors- och tvärgående gångar. (Jfr bild 64.) Kärviskiffern i amfibolitens liggande innehåller små vita pegmatitlinser i området närmast migmatiten.

Den mera detaljerade kartläggningen av norra Norrbottensfjällens kaledonberggrund, som skall följa på förf:s mycket ofullständiga översiktskartläggning, kommer att inom varje del av de vidsträckt högfjällsområdena bringa nya och värdefulla data i dagen. Den föreliggande översiktskartan torde innehålla så många antydningar om de väsentliga dragen i berggrundens byggnad, att den fortsatta berggrundskartläggningen kan genomföras under gynnsamma förhållanden. 8—640401. SGU. Kulling

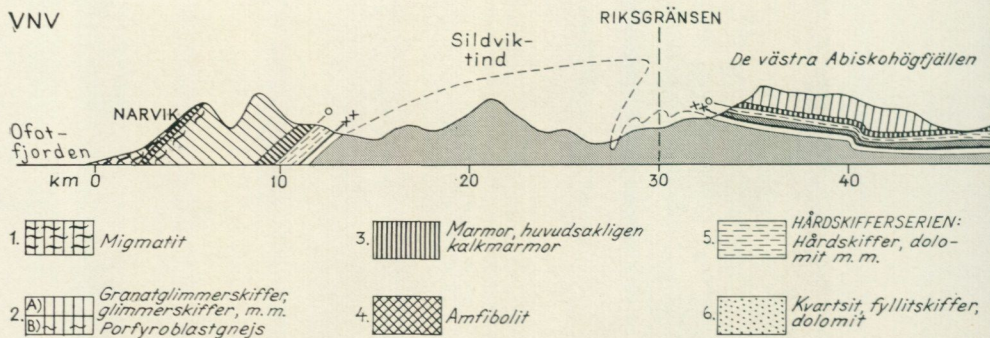


Bild 65. Schematisk sektion genom Torneträsk-Ofotenområdet från östra fjällranden norr om Rautasjaure till Ofotenfjorden vid Narvik.

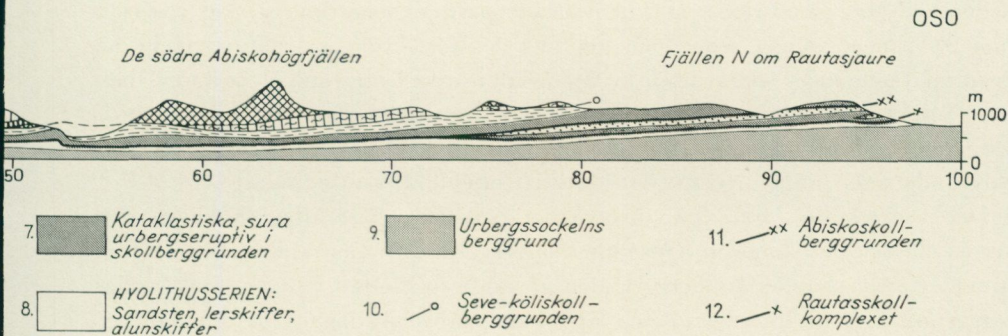
Fig. 65. Schematic section through the Torneträsk-Ofoten area from the eastern mountain marginal zone north of Rautasjaure to Ofoten fjord, Narvik.

The upper thrust rocks: 1. Migmatite. 2 A. Garnet mica schists, mica schists etc. 2 B. Porphyroblastic gneiss. 3. Marble, mostly calcite marble. 4. Amphibolite. *The middle thrust rocks*: 5. Hard schist series. The upper unit of 7. Cataclastic salic igneous rocks. *The lower thrust rocks*: 6. Quartzite, phyllitic slate, dolomite. The lower unit of 7. Cataclastic salic igneous rocks. *The Hyolithus series*: 8. Sandstone, shale, alum shale. - *The PreCambrian basement* = 9.—10, 11, and 12. The lower limits of the upper thrust rocks (the Seve-köli complex), the middle thrust rocks (the Abisko complex), and the lower thrust rocks (the Rautas nappe complex).

landen. I föreliggande kartkommentar finnes ej någon beskrivning av de olika bergartsformationernas petrografiska och kemiska beskaffenhet. Ej heller har nyttillskottet av fossil inom Hyolithusseriens sedimentformationer annat än helt summariskt omnämmts. Det är förf:s avsikt att till den beskrivning av södra Norrbottensfjällens berggrund, som är under arbete, foga en redogörelse för bergarternas petrografiska och kemiska beskaffenhet, som omfattar berggrunden inom hela Norrbottensfjällen, samt beskriva de insamlade fossilen.

VI. Om vecktekonik och linjära strukturdrag

Norra Norrbottensfjällen präglas i stort sett av flackt liggande skollberggrund, se bild 65. I V dyker fjällberggrundens urbergsunderlag upp i Sjangelifönstret. Det representerar det mest framträdande längsgående strukturelementet i hela fjällområdet. Den Ö därom följande, synforma zonen är mindre iögonfallande och av mindre enhetlig karaktär. I dess mellersta och övre partier finnas norra Norrbottensfjällens yngsta bergartsformationer. Längsgående är den breda zonen av amphibolit och gnejs i Ö. Men denna har ej något direkt sammanhang med vecktekoniken. Dess berggrund tunnar primärt ut mot V. Transversella strukturdrag av både större och mindre storleksordning äro vanliga inom fjällberggrunden. På berggrundskartan iakttar man den VNV—OSO-ligt orienterade upp-bucklingen av det överskjutna urberget längs Akkajaure i kartområdets sydkant samt på enahanda sätt riktade strukturerna längs Sjangelifönstrets sydkant vid



Sitasjaure och Singisfönstrets sträckning, etc. För en detaljerad beskrivning av kartbildens transversellt riktade storformer erfordras en berggrundskarta med höjdkurvor, vilken dock ännu ej står till buds. Den flackt trågformiga byggnaden av seve-köliberggrundens i zonen Ö om Sjangeliantiklinalen framhåves på berggrundskartan genom de kraftiga färgerna för marmor- och grafitiskifferformationerna i nämnda skollberggrundens undre del. Den längsgående synformen är genom transversellt gående antiformer uppdelad i ett antal trågformiga berggrundspartier. De västra Abiskohögfjällens berggrund representerar ett sådant trågformigt berggrundsparti. En mera komplext veckad del av seve-köliberggrundens uppbygger området NO härom: berggrundens N om Torneträsk's västligaste del. Genom en tvärgående antiklinalrygg i fjällområdets norra del, där hårdskiffer och dolomit gå i dagen, har den sammanskrynkade seve-köliberggrundens S om tvärantiklinalen erhållit en flack lutning mot S. S om de västra Abiskohögfjällen följer i området V om Alesjaure nästa flackt trågformiga parti av seve-köliberggrundens.

Efter en zon, där denudationen kommit Sjangelifönstrets urbergsunderlag att träda i dagen, visar sig fjällberggrundens på nytt i det stora, flackt trågformigt byggda skollberggrundensområdet mellan Sitasjaure i V och Kebnekaise—Kårsotjäkko-högfjällsstråket i Ö. Genom en antiform upp buckling i berggrundensområdets mellersta del kommer i trakten V om Pattatjäkko marmor från den lägre delen av seve-köliberggrundens i dagen.

Inom urbergsfönstren V om Torneträsk kan man urskilja nord-sydliga strukturdrag. Så har i Kuokelfönstrets västra del en nord-sydlig ribba av Hyolithusseriens bottensandsten veckats ned i urbergsunderlaget. Kuokelfönstrets urberg skiljes från Sjangelifönstrets V därom av ett nord-sydligt gående, synformt stråk av fjällberggrund. Mellan detta berggrundsstråk och sandstensribban i Ö löper ett synformt parti av fjällberggrund mot S (jfr berggrundskartan). I riksgrens-zonen i V, V om Pajep Njuorajaure, går en flik av fjällberggrundens mot S. Men smala, intermittent uppträdande partier av fjällskiffer och av Hyolithusseriens bottensediment förekomma längre mot S som delar av en i urbergsunderlaget.

nedveckad berggrundsribba. Det nedveckade partiets berggrund stryker i början mot SSV men svänger sedan och går mot S. Nord-sydliga strukturelement ha även iakttagits inom södra delen av Sjangelifönstrets berggrund. I området mellan Tuttorjaure och Sitasjaures södra del stryka ett par ribbor av sandsten nord-sydligt. Den östra av dessa ribbor böjer i N av mot Ö och bildar ett litet i urbergsunderlaget brant inveckat, öst—västligt orienterat sandstensparti.

Den vecktekonik, som ovan översiktligt beskrivits, berör huvudsakligen den autoktona och den långtransporterade skollberggrunden. Den undre, relativt kort sträcka transporterade skollberggrunden är vanligen blottad i smala stråk, vilkas berggrund ofta är imbrikerad och uppvisar svåröverskådliga veckförhållanden. N om mellersta delen av Torneträsk uppträder dock den undre skollberggrunden inom ett brett, väl blottat område: i Kuollejokkfönstret. Genom att fönsterberggrunden där innehåller talrika stråkformigt uppträdande dolomiter, framträder berggrundens allmänna NNO—SSV-liga till NO—SV-liga sträckning väl på berggrundskartan. Sannolikt präglas fönsterberggrunden av samma slag av imbrikationstektonik, som karakteriserar andra delar av den undre skollberggrunden, jfr exempelvis det i bild 39 återgivna snittet genom den undre skollberggrunden i Kerkaubergen vid sydkanten av berggrundskartans område. Av sektionen framgår även, att en antiform sammanskjutning av skollberggrunden ej behöver föra med sig, att skollans underlag påverkats och fått antiform struktur. Man kan emellertid konstatera, att den skiva berggrund, som den undre skollberggrunden i Kuollejokkfönstret utgör del av, stupar mot S. Fönsterberggrunden i Auroktjäkkokrönet i N når nämligen upp till 1 176 m:s höjd, medan den i S dyker in under ovanliggande, överskjutna urbergseruptiv och hårdskiffrar på omkring 750 m ö. h.

Under kartläggningen har ett betydande observationsmaterial insamlats rörande berggrundens detaljveckning och dess linjära strukturer. Den linjära strimmigheten på strukturytor kommer särskilt väl till synes inom hårdskifferberggrunden och har där oftast transversell riktning, i likhet med småveckaxlarna i samma berggrund. Det av förf. insamlade observationsmaterialet är rätt ojämnt fördelat över kartområdet och inom de olika tektoniska enheterna. Emellertid kompletterar observationsmaterialet på ett väsentligt sätt vad som direkt kan utläsas ur kartbilden.

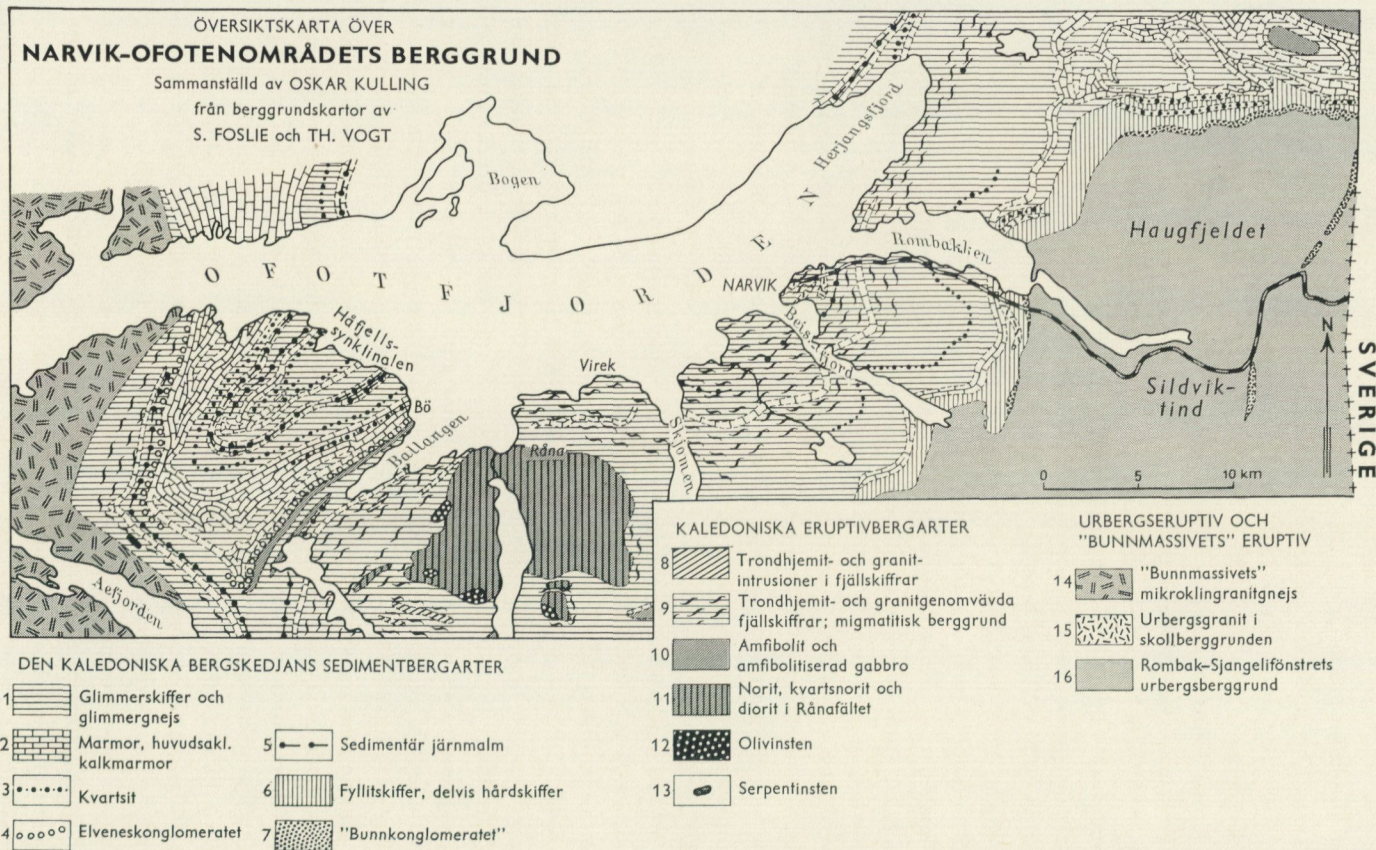
Småveckaxlar i norr — söder och berggrundskartans likriktade storformer torde genetiskt höra ihop. Nord—syd-gående småveckaxlar ha befunnits vara vanliga inom de västra Abiskohögfjällens berggrund, särskilt då inom den autoktona Hyolithusseriens berggrund samt inom områdets hårdskiffrar. I Torneträskområdets östra del förekomma även dylika småveckaxlar, ehuru ej så ofta och sannolikt med avtagande frekvens mot öster. Men det bör anmärkas, att nord—syd-orienterad linjär strimmighet är ovanlig. Uppkomsten av Sjangeli-antiklinalen och småskrynklingen av berggrunden längs nord—sydliga axlar torde höra samman med och kunna förläggas till en i förhållande till andra tekniska skeen-

den sen fas, senare än den långtransporterade skollberggrundens framskjutning över det autoktona underlaget.

Det finnes i berggrunden mångenstädes småveckaxlar och linjära strukturdrag, som gå mer eller mindre parallellt med strukturaxlarna i den ovan nämnda, undre skollberggrunden inom Kuollejokkfönstret. Huruvida de olika strukturdragen kunna föras tillbaka på ett och samma tektoniska skeende är ej bevisat. Inom Hyolithusseriens berggrund söder om Kuollejokkfönstret äro småveckaxlar i NNO—SSV och NO—SV någorlunda vanliga. I de västra Abiskohögfjällens berggrund, både i den långöverskjutna och den autoktona delen, förekomma även på samma sätt orienterade småstrukturdrag. Av dessa dominera de NNO—SSV-liga över de NO—SV-liga. Emedan strukturer längs nu nämnda riktningar bl. a. satt sin prägel på sådana partier av den undre skollberggrunden, vilka transporterats förhållandevis kort väg, förefaller det sannolikt att de kommit till utbildning under slutskedet av skollöverskjutningarna, då den långtransporterade skollberggrunden gled fram över geosynklinalrandområdets berggrund och från denna ryckte med sig partier av sitt underlag.

Småveckaxlar och linjära strukturer av mot fjällkedjans längsriktning transversell natur äro långt vanligare inom fjällkedjans berggrund än småstrukturer mer eller mindre parallella med densamma. Det förekommer ansamlingar av de förstnämnda strukturerna i trenne riktningar, nämligen N 60—70° V—S 60—70° Ö, N 40—50° V—S 40—50° Ö samt ung. NNV—SSÖ. Den sistnämnda riktningen är rätt underordnad, jämförd med de båda förstnämnda. Småstrukturriktningar växla inbördes i intensitet inom olika områden. Så har observerats, att i Torneträskområdets SV-del, i Tjälmetjåkko med omgivning, småstrukturriktningar N 60—70° V—S 60—70° Ö dominera över eller äro tydligare än andra riktningar. Det kan bero på att skollberggrunden i detta område så kraftigt sammanveckats längs de nämnda riktningarna, att tidigare strukturpräglingar till stor del urplånats och senare sådana ej kunnat göra sig gällande. Något annorlunda förhåller sig skollberggrunden i de västra Abiskohögfjällen, där småstrukturer med riktningar i N 40—50° V—S 40—50° Ö mer träda i förgrunden. Av de två sistnämnda småstrukturriktningarna äro de kring kompassens NV—SÖ-riktning länkade småstrukturerna de äldsta. I de västra Abiskofjällens östsluttning, hårdskifferområdet mellan Abisko och Nuolja, kan förhållandet studeras i lättillgängliga blottningar, exempelvis utefter Abiskojokk, jfr bilderna 45 och 46. Den grova linjära strukturriktningen i N 43° V—S 43° Ö är äldre än den mycket finstrimmiga riktningen N 65° V—S 65° Ö. Den sistnämnda riktningens registrering på strukturytorna är ofta mycket svag och förbises lätt.

Under det sista decenniet har M. Lindström, som i förra delen av 1950-talet deltog i kartläggningen av norra Norrbottensfjällen, gjort småveckaxlar och linjära strukturer inom Norrbottensfjällens kaledonberggrund till föremål för specialundersökningar. I ett flertal skrifter har han lagt fram resultaten av sina forskningar (Lindström 1955, 1956, 1957, 1958a och 1958b).



Beträffande de ovan nämnda transversella småveckan gör han gällande, att de äro intimt förknippade och parallella med typisk stänglighet samt att de lika ofta ha överstjälpts mot nordvästliga som mot sydöstliga huvudriktningar. Han anser, att de transversellt orienterade linjära strukturdragen och småveckaxlarna ange rörelseriktningarna. Om de inbördes åldersförhållandena mellan de olika transversella strukturriktningarna har han i sitt senaste uttalande (jfr Lindström i Kulling 1962, s. 269) gjort gällande, att det finnes bevis för att den äldsta över-skjutningsrörelsen var riktad mot omkring S 50° Ö. Sedermera följde betydande rörelser mot omkring S 62° Ö och senare rörelser mot ca S 72° Ö.

Under översiktskartläggningen ha berggrundens småstrukturer ej kunnat bli föremål för någon mer omfattande statistisk analys. Det är därför värdefullt, att Lindström velat ägna stor uppmärksamhet åt hithörande frågor.

VII. Norra Norrbottensfjällens berggrund i dess förhållande till omgivande delar av den nordskandinaviska kaledonberggrunden

Norra Norrbottensfjällens kaledonberggrund bildar en östlig del av bergskedjan. I beskrivningen av densamma har förf. vid flera tillfällen gjort jämförelser med berggrunden närmast i N, V och S. Som komplettering till dessa jämförelser har nedanstående översikt sammanställts. Det jämförelsematerial, som finnes, är av växlande beskaffenhet. Möjligheterna till jämförelser med kaledonberggrunden i V äro ganska gynnsamma, då moderna norska berggrundskartor där äro för handen. N om norra Norrbottensfjällen saknas däremot praktiskt taget geologiska kartor över stora delar av fjällkedjans berggrund. Endast några mindre fält äro tillfredsställande kartlagda. S om norra Norrbottensfjällen pågår berggrundskartläggning under förf:s ledning. Det insamlade observationsmaterialet är endast delvis bearbetat.

A. Anknytningar mot väster

Jämförelser mellan berggrunden i Torneträskområdet och det i V angränsande Narvik—Ofotonområdet har nyligen utförts av förf. i guiden till 1960 års Internat. kongressexkursion inom Torneträsk—Ofotonområdet (Kulling 1960). I jäm-

Bild 66.

Fig. 66. Geological map of the middle part of the Narvik-Ofoten Area, compiled by Oskar Kulling from geological maps of Th. Vogt and S. Foslie.

Sedimentary rocks of the Caledonides: 1. Mica-schists and mica-gneiss. 2. Marble, mostly calcite-marble. 3. Quartzite. 4. Elvenes conglomerate. 5. Sedimentary iron ore. 6. Phyllitic schist, partly banded. Lower part of the »Rombak schist». 7. »Basement conglomerate» (=The Hyolithus Series). *Igneous rocks of the Caledonides*: 8. Trondhemite and granite. 9. Schist rich in granite intrusions. 10. Amphibolite and amphibolite gabbro. 11. Norite, quartznorite and diorite of the Råna norite field. 12. Olivine rock. 13. Serpentine bosses.

Basement igneous rocks and true Archean rocks: 14. Microcline granite-gneiss of the »Bottom» igneous rocks. 15. Archean microcline granite in thrust rocks. 16. The Archean substratum of the Sjangeli-Rombak window.

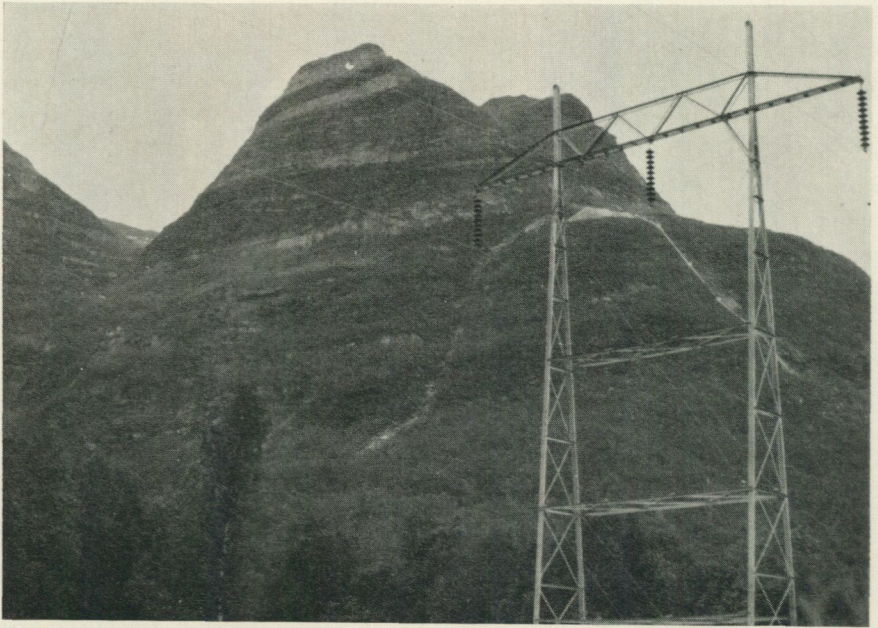


Bild 67. Migmatit i södra toppen av Niingen. Foto mot N 40° O från öster om Rogndalsvand. Områdets mörka gnejser äro genomvävda av ljusa trondhjemitiska och granitiska pegmatiter. I bergtoppens vänstra del skymtar ett starkt sammanskrynklat parti av ljus eruptivbergart (med liggande veck) i den mörka gnejsen mellan de tvenne undre tjocka skivorna av ljusa eruptivbergarten.

Fig. 67. Migmatite in the southern summit of Niingen. Photograph taken looking N 40° E from east of Rogndalsvand. The dark gneisses of the area are interlaced by trondhjemitic and granitic pegmatites. High up in the western part of the mountain a pale-coloured eruptive is recumbently folded. It is located in the dark gneiss between the two thick lower zones of pale coloured eruptive rocks.

förelsen intogs en berggrundskarta över Narvik—Ofotonområdets berggrund, bild 66. Den är i stort sett byggd på tvenne norska kartor, Th. Vogts berggrundskarta »Narvik» (1950; Kartbeskrivning saknas) samt S. Foslies beskrivning och karta över »Håfjellsmulden i Ofoten» (karta 1930, beskrivning 1949).

Vogt har kartlagt berggrunden kring Ofotenfjordens östra del samt N därom. Foslies arbeten S om Ofotenfjorden omfattar ej blott det område, som redovisas på nyssnämnda karta, utan även de delar av de norska högfjällen, som i V gränsa mot de mellersta och södra delarna av norra Norrbottensfjällen (Foslie 1941 och 1942).

Översta delen av fjällberggrunden N om Ofotenfjorden består av injektionsgnejser med granitintrusioner, se bild 67. Den har av Vogt erhållit namnet Niingenserien. En detaljerad beskrivning av fjällberggrunden under Niingenserien finnes i S. Foslies ovannämnda beskrivning av 1949 över Håfjellsmuldens område S om Ofotenfjorden. Berggrunden är där väl blottad i en mot NO stu-

pande synform. Foslie har uppdelat »muldens» berggrund i 15 berggrundsavdelningar.

15. 400 m. Granatglimmerskiffer med tunna marmorbäddar.
14. 20 m. Djupvikkvartsit.
13. 100 m. Granatglimmerskiffer.
12. 170 m. Hekkelstrands dolomitmarmor och kalkmarmor.
11. 850 m. Granatglimmerskiffer med en tunn marmorbädd i mellersta delen.
10. 350 m. Fuglevann marmor med inlagrade skiffer. I de sistnämnda förekommer två bäddar av sedimentär järnmalm.
9. 630 m. Granatglimmerskiffer.
8. 60 m. Bö kvartsit. I V reduceras dess tjocklek till ca 25 m.
7. 270 m. Granatglimmerskiffer.
6. 1 200 m. Ballangens marmor med inlagringar av dolomitmarmor, glimmerskiffer, kvartsit och amfibolit.
5. 20 m. Elvenes konglomerat. Mäktigheten kan gå upp till 75 m. Bollmaterialet utgöres av trondhjemit, kvartsdiorit och kvartsit.
4. 630 m. Ballangens glimmerskifferserie. I dess granatglimmerskiffer förekomma upprepade inlagringar av grafitskiffer samt några amfibolitorisonter.
3. 10 m. Sjäfells sedimentära järnmalm.
2. 400 m. Granatglimmerskiffer med några pegmatitgångar.
1. 30 m. Melkedals marmor.

Den skifferberggrund, som i Ö underlagrar den över 5 000 m mäktiga Håfjällslagerföljden, har i stor utsträckning blivit injektionsgnejsomvandlad, vilket ger sig till känna dels genom diffus, zonvis fältspatisering av glimmerskifferna och dels genom ett nät av korsande trondhjemitiska gångar. Även glimmerskifferna närmast ovan Melkedalsmarmor, den lägsta formation i Håfjällslagerföljden, uppvisa ställvis injektionsgnejsartade drag. I undre delen av den migmatitiserade skifferserien uppträda kroppar av norit. Mot Ö sträcker sig den migmatitiserade berggrunden fram till och förbi Narvik, se bilderna 68 och 69. Den motsvarar övre delen av Narviksskiffern i Th. Vogts berggrundsindelning. Under den migmatitiskt förändrade skifferberggrunden följer en mäktig granatglimmerskiffer, se bild 70, som motsvarar undre delen av Vogts Narviksskiffer. I denna skifferserie uppträda i fjällområdet NO om Narvik lager av amfibolit och i trakten Ö om Narvik en kvartsitformation. Narviksskiffern vilar i Ö på Rombaksmarmor. I området Ö om Narvik är Rombaksmarmor en enhetlig marmorformation. Men följer man marmor mot N och NO, övergår den efterhand i en serie av marmorlager med granatglimmerskiffer mellan de olika marmorbankarna. Detta är framförallt fallet inom nordöstra delen av geol. bl. Narvik. Granatglimmerskifferna mellan marmorbankarna och de hårdskiffer, som komma under Rombaksmarmor, benämns av Vogt med ett gemensamt namn Rombaksskiffern. I Narviksområdet bildar den lägre delen av Rombaksskiffern, hårdskifferna, fjällberggrundens understa avdelning, vilken ligger direkt på urbergsunder-



Bild 68. Migmatit i övre delen av »Narvikskiffern». Bergvägg vid utfartsvägen från Narvik, norr om tullhuset i stadens södra del. Gångar och linsor av mikroklinhaltig granit slå genom området granatrika glimmergnejs. (Kulling 1960 a.)

Fig. 68. Migmatite in the upper part of the 'Narvik Schists'. Road-side exposure north of the customs house in the southern part of Narvik. Veins and lenses of microcline-bearing granite cut through the garnetiferous mica-gneiss of the area. (Kulling 1960 a.)

laget i fönsterområdet. I vissa delar av fönsterurbergets gränzson mot den metamorfa fjällberggrunden förekomma rester av Hyolithusseriens bottenbildningar. Vogt benämner dem »Basalkonglomerat». I Rombaksskiffern Ö om Narvik finnes en tunn skiva av mikroklingranit. På Vogts karta är den betecknad som »antagelig overskjövet» parti av urbergsunderlaget.

På grundval av det ovan sagda om Narvik—Ofotenområdets fjällberggrund och med kännedom om berggrundens sammansättning i Torneträskområdet går det lätt att göra en jämförelse mellan kaledonberggrunden på båda sidorna av riksgränsen (jfr sektionen genom fjällberggrunden i bild 65). Den översta berggrunden i Torneträskområdet, den ovanför Nuoljamarmorn, motsvarar den undre delen av Narviksskiffern. De lagerformigt uppträdande amfiboliterna i högfjällen NV om Torneträsk fortsätter bortom riksgränsen i den undre delen av Narviksskiffern N—NV om Sjangelifönstret. Kvartsitskiffern i övre delen av de västra



Bild 69. Veckad migmatit i övre delen av »Narvikskiffern». Berggrundsblottning mitt emot Narviks järnvägsstation. De vita trondhjemitpegmatiterna i granat-hornblendeglimmerskiffern ha blivit veckade och de uppkomna vecken sönderlitna. (Kulling 1960 a.)

Fig. 69. Folded migmatite in the upper part of the 'Narvik Schists'. Exposure opposite Narvik railway station. The white trondhjemitic pegmatites in the garnet-hornblende schists have been folded and the folds torn apart. (Kulling 1960 a.)

Abiskohögfjällen torde motsvara kartsitformationen Ö om Narvik. Rombaksmarmor i V är samma bergart som Nuoljamarmor i Ö. Hårdskiffarna i Torneträskområdet motsvarar undre delen av Rombaksskiffern. Den stora plattan av överskjutet urberg i undre delen av Abiskokollpartiet tunnar ut mot V och återfinnes endast som en mot N och S utkilande, tunn berggrundsskiva kring Rombakken Ö om Narvik. Torneträskområdets östra amfibolit och porfyroblastgnejs har ingen fortsättning kring Sjangelifönstret och i berggrunden V därom. Den för några årtionden sedan av svenska och norska geologer ofta uttalade uppfattningen, att den östra amfiboliten skulle ha västlig fortsättning på norska sidan gränsen, har sålunda ej funnit stöd i de framlagda undersökningsresultaten. Amfiboliten torde ha trängt upp inom det parti av geosynklinalen, där den har sin mäktigaste utbildning, och ej där den tunnar ut.

Ytterligare sammanknytande resultat kunna vinnas, om man gör en jämförelse mellan de södra och mellersta delarna av norra Norrbottenfjällens kaledonberggrund och motsvarande delar på norska sidan av gränsen. För jämförelsen äro S. Foslies båda geol. kartblad Tysfjord (1941) samt Hellembotn om Linnavjarre (1942) av stort värde. Södra delen av »Håfjellsmulden» motsvarar ett nordligt parti av bl. Tysfjord. På bl. Tysfjord har en karakteristisk kalkglimmerskiffer-



Bild 70. Gräns mellan injektionsgnejs, 1, och granatglimmerskiffer, 2, ca 10 km ONO om Narvik. Lokalen ligger vid ett vägsäl vid kustvägen längs norra stranden av Rombakken och i närheten av ett mindre kraftverk samt ca en km norr om väständan på den lilla ön Holmen. Både gnejsen och granatglimmerskiffern äro strimmigt bandade. Granatglimmerskiffern har talrika kvartsådror. Strukturerna i berggrunden stupa ca 40° mot VNV. Foto mot NNO.

Fig. 70. Border between injection gneiss, 1, and garnet-mica schists, 2, about 10 km ENE Narvik. The locality is at a road junction on the coast road along the northern shore of Rombakken in the vicinity of a small power station and 1 km north of the west end of the small island called Holmen. Both the gneiss and the garnet-mica-schist are streaky and banded. The garnet-mica-schist also has numerous quartz veins. The structures in the rocks dip about 40 degrees to the WNW. Photograph taken looking NNE.

formation, av Foslie benämnd Reppiskiffer, visat sig gå att använda som stratigrafisk ledformation. Reppiskiffern går över riksgårnsen in i angränsande delar av Norrbottensfjällen i området V om Sitasjaure. Där överlagras den av en amfibolitformation, som mot V går in under en injektionsgnejsomvandlad skifferberggrund, av Foslie benämnd Gicce-gnejs. I gränsområdet mellan gnejs och amfibolit förekommer ett mindre parti av norit till gabbro. I »Tysfjord»-området kan man följa Reppiskiffern mot N till »Håfjellsmuldens» södra del, där den tunnar ut. I kartområdets nordöstra del tunnar Reppiskiffern ut strax S om och nedanför den injektionsgnejsförändrade skifferberggrund, i vilken Rånas stora noritförekomst är belägen. Tillsammans med noriten förekommer diorit, peridotit och amfibolit. Inom sydöstra delen av bl. Tysfjord, S om Indre Tysfjord, uppträder även norit i skifferberggrunden strax ovanför en amfibolitformation, som vilar på Reppikalkglimmerskiffer. Noriten är alltså bunden till en

stratigrafisk nivå strax ovanför den nyss nämnda amfibolitformationen. Även den migmatitiserade berggrundens underyta förefaller att sammanfalla med noritnivån. För att återgå till Narvik—Ofoten-området, så har förf. ovan framhållit, att Råna noritförekomst ligger inom den skifferberggrund, som av Th. Vogt benämndes Narviksskiffen, närmare bestämt inom undre delen av dess injektionsgnejsartade övre del. Amfibolitformationen och Reppiformationen kunna på grund därav anses som likåldriga med undre delar av Narviksskiffen. Det är möjligt, att amfibolitformationen inom fjällområdet NV om Torneträsks västända, i Narviksskiffens undre del, kan anknytas till den ovan nämnda amfibolitformationen, ehuru den mycket översiktliga kartläggningen inom högfjällen NV om väständan av Torneträsk ännu ej medger en fullt entydig stratigrafisk tolkning av berggrunden inom detta fjällområde.

För att återgå till södra delen av berggrundskartans område, så är Reppiformationen där i stor utsträckning utbildad som kalkhaltig kärvskiffer. Den inrymmer i sig även andra metamorfa sediment och undergår i väst—östlig riktning en faciesförändring, som är värd att studera närmare. I Attjektjåkko Ö om sydänden av Sitasjaure, liksom i området V om Sitasjaure, följer en amfibolitformation ovanpå fjällområdets kärvskifferformation. Men längre mot Ö, i Pattatjåkko, vilar amfibolitformationen, som visar relikta lavastrukturer och benämns Pattagrönstenen, på en kvartsitformation, Pattakvartsiten. I Attjektjåkkoområdet förekommer en tunn kvartsitformation mellan amfiboliten och den underliggande kärvskiffen. Men i stort sett förefaller det, som den kärvskifferutbildade östliga fortsättningen av Reppiskiffen längre mot Ö blir allt kvartsrikare och övergår i Pattakvartsiten. Berggrundskartans bild är naturligtvis förenklad. En detaljerad kartläggning av högfjällsområdet skulle säkerligen leda fram till en mera differentierad bergartsfördelning. Resultatet av den gjorda jämförelsen blir, att en översikt kunnat ges över de geologiska sammanhangen mellan skollberggrunden inom norra Norrbottensfjälles södra del och den i de norska fjällen V därom. Berggrundens relativt höga regionala metamorfos och den mycket översiktliga kartläggningen lägger hinder i vägen för en mera i detalj gående jämförelse och sammanknytning.

De geologiska förhållandena kring Sjangelifönstret har berörts i det föregående. I Ofotenområdets västra del samt väster om södra och mellersta delarna av norra Norrbottensfjällen kommer fjällskiffarnas underlag av huvudsakligen granit och granitgnejs i dagen. Frågan är då, hur dessa av förf. till urberget räknade bergarter förhålla sig till urbergsunderlaget och överskjutna urberget på svenska sidan om gränsen i Ö. På Foslies geologiska kartor (1930, 1941, 1942) betecknas eruptivbergarterna som »Bunnmassivets kalirika eruptivbergarter» samt uppdelas i en övre »mikroklinggranit-gnejs» och en undre »mikroklinggranit» eller »Tysfjordgranit». Foslie betecknar båda eruptivkomplexen som kaledoniska. I gränazonen mellan mikroklinggranitgnejsen och Tysfjordgraniten förekomma glimmerskiffer och även kvartsitiska bergarter. De benämns »bunn-glimmerskiffer» resp. »kvart-

sit-gnejs» och ha fått beteckningen »kambrosilur». Mikroklinggranitgnejsen anses av Foslie ha blivit intruderad i geosynklinalsedimentens understa del. Han medger emellertid en viss ovisshet vad beträffar eruptivbergarternas ålder och betecknar de båda komplexens eruptivbergarter med den neutrala beteckningen »Bunnmassivets» bergarter. Th. Vogt (1941) anser, att Bunnmassivets Tysfjordgranit måste betraktas som en urbergsgranit på grund av den petrografiska överensstämmelsen med urgraniten i fjällkedjans underlag i Ö. Men gnejsgraniten ovan Tysfjordgraniten betraktar han som en i kaledonisk tid intruderad palingengranit, som kommit från ett uppsmält parti av urbergsgranitens övre del. I »Geology of Norway» (1960), redigerad av O. Høltedahl, säger T. Strand om bunnmassivets Tysfjordgranit, att den torde böra räknas som en prekambrisk eruptivbergart, som icke radikalt har blivit förändrad av de kaledoniska omvandlingsprocesserna. Några direkta bevis för att så skulle vara förhållandet har emellertid ej erhållits på norska sidan riksgränsen.

När »Bunnmassivets» »mikroklinggranit-gnejs» V om Akkajaure går över riksgränsen in i Norrbottensfjällen, får den benämningen överskjuten urbergsgranit. En avgörande orsak till att den stora plattan av överskjutna graniter och syeniter inom norra och mellersta delarna av Norrbottensfjällen utan vidare betecknas som urberg är, att överskjutningsplattans berggrund längre söderut, inom södra Norrbottensfjällen och inom Västerbottensfjällen, utom eruptivbergarter innehåller senprekambriska sparagmiter, samt att de sistnämnda tydligt överlagra de förstnämnda. (Jfr Kulling 1934 och 1942.)

På norska sidan av riksgränsen betecknas det överskjutna urberget strukturellt som gnejs. I Norrbottensfjällen har man om dess östra fortsättning ofta använt namnet mylonit eller kataklastiskt urberg. Detta sammanhänger med att de starkt kataklastiska, delvis mylonitiska bergarterna inom den överskjutna urbergsplattans östra del mot V efterhand övergå i välreglerade gnejser. Förf. har undersökt en sådan gnejs, »mikroklinggranit-gnejsen» inom Ofotnområdet, i västkanten av den ovan omtalade Håfjellsmulden (se bild 66; jfr Kulling 1960 a). Gnejsen ifråga saknar varje spår av äldre, relikta drag. Som man kan se redan av översiktskartan över Narvik—Ofotnområdets berggrund och som ännu bättre kommer fram på Foslies originalkarta över Håfjellsmulden, råder icke fullständig konformitet mellan mikroklinggranitgnejsen och ovanliggande fjällskifferberggrund. Denna diskonformitet kan ha uppkommit i samband med att skollberggrunden omformats och fått kristallin dräkt. Den företagna jämförelsen mellan norra Norrbottensfjällens berggrund och den norska kaledonberggrunden i V har visat, hur nära dessa enheter kunna knytas till varandra. De båda fjällområdena representera tillsammans ett parti av den Skandinaviska kaledonen, där fjällkedjeberggrunden har förhållandevis ringa bredd.

B. Anknytningar mot norr

Via det lilla Pältsaområdet nås kontakt med nordliga, finska och norska fjällkedjedelar.

Vad Hyolithusserien beträffar, har dess utbildning inom den finska delen av den östra fjällranden, området N om Kilpisjärvi, berörts i det föregående. Från fjällrandzonens fortsättning mot NO, på norskt territorium, föreligger ett helt nyligen publicerat bidrag om berggrunden kring Reisadalen inom Västfinnmarken, författat av F. J. Skjerlie och Tek Hong Tan (1961). Bl. a. redogöra författarna för ett antal sektioner genom områdets Hyolithusserie, vilken förefaller att i stort sett ha ungefär samma utbildning som inom Torneträskområdet, alltså underst bottenkonglomerat samt därovan växellagrande sandstenar och lerskiffrar. Bottenbildningarna ha på några ställen karaktären av en sedimentbreccia med ett fåtal meters mäktighet. Breccian, som upptäcktes och beskrevs av P. Holmsen (1956 och 1957), benämnes eokambrisk tillit. Enligt beskrivningarna synes bergarten vara av ungefär samma beskaffenhet som de sedimentbreccior, vilka i denna skrift benämnas Vakkejokkbreccior och vilka förekomma dels i basen på Hyolithusseriens sedimentlagerföljd, dels som ett lager ett stycke upp i denna.

I Reisadalens område ligger enligt de ovan nämnda författarna en skolla, benämnd Jertaskollan, ovanpå Hyolithusseriens berggrund. Skollan uppbygges av kvartsiter och skiffrar. På några ställen i den ha inlagringar av dolomit och sedimentbreccia observerats. Breccian består huvudsakligen av dolomitfragment. Men kvartsit- och grönstensfragment ingå även som komponenter. Liksom sedimentbreccian i Hyolithusserien anses breccian inom Jertaskollan av de nämnda författarna böra tolkas som en tillit, »dolomitisk tillit». Enligt de i skriften förekommande bilderna är breccians material delvis kantrundat, delvis helt rundat. Tillsammans med dolomitbreccian förekommer ett finkornigt, skiktat konglomerat, dock endast iakttaget som lokala, frostsjutna block. Konglomeratet betecknas som varande av fluvioglacial natur. Jertaskollan har en blottad bredd av ställvis över tio km samt en mäktighet av omkring 500 m. SV om det sistnämnda området, inom den finska delen av fjällkedjans östra randzon, har H. Hausen (1942) tidigare urskilt motsvarande skollberggrund. Han karakteriserar den som en parautokton blåkvarts-lerskiffer-dolomitberggrund, som skiljer den autoktona Hyolithusserien från »Fjällskifferformationen». Redogörelsen ovan för den nordliga fortsättningen av norra Norrbottensfjällens undre skollberggrund, Rautaskollkomplexet, ger vid handen, att berggrundssammansättningen är ungefär densamma i N som i S. Men medförda partier av sedimentlagerföljdens urbergsunderlag synas saknas i den undre skollberggrunden i de finska och norska delerna av fjällrandzonen i N.

I Hausens och Skjerlie—Tek Hong Tans ovannämnda skrifter lämnas endast kortfattade redogörelser för den kristallina — den fjärrförflyttade skollberggrund-

dens sammansättning. Utförligare har skollberggrunden ifråga behandlats av P. Padget (1955), vars kartområde, Birtavarre-distriktet SO om Kåfjord, i S når in över den finska delen av fjällkedjeranden.

Hausen nämner kortfattat, att den undre delen av »Fjällskifferformationen» uppbygges av mylonitiska hårdskiffrar. I Padgets redogörelse synas de motsvaras av en enhet, som han karakteriserar som sparagmitskiffrar med mylonitiska partier. Både Hausen och Padget kallar den tektoniska gränsen under den metamorfa skollberggrunden för seveöverskjutningsgränsen. De ha ej funnit någon tektonisk zon mellan de mylonitiska hårdskiffrarna, resp. delvis mylonitiska sparagmitskiffrarna, och ovanliggande kristallina skiffrar. Som framgår av förf:s redogörelse för Pältsaområdets berggrund, har ej heller där någon tektonisk gräns påträffats mellan det överskjutna urberget och ovan följande kristallina skiffrar. Hausen och Padget ha båda undersökt skollberggrunden under de kristallina skiffrarna N om riksgrenssjön Kilpisjärvi. Förf:s undersökningar i Pältsaområdet S om nämnda sjö ge vid handen, att den nämnda berggrunden är uppbyggd av finkorniga gnejser, graniter och syeniter. Emellertid förekomma inom norra Norrbottensfjällens överskjutna urbergsgrund flerstädes rätt finkorniga fältspatförande bergarter, som vid första påseende se ut som skiffrika arkoser av sparagmittyp men som vid närmare undersökning visat sig bestå av leptitgnejser, finkorniga graniter, Sjöfallsseriens urbergssediment etc. Det förefaller sannolikt, att »sparagmitskiffrarna» under de kristallina skiffrarna i skollberggrunden N om Kilpisjärvi i sig inrymma finkorniga urbergsbergarter. Det är föga sannolikt, att den nämnda överskjutna berggrunden N resp. S om Kilpisjärvi skulle ha helt olika karaktär. Det finnes enligt förf:s uppfattning anledning att ifrågasätta sparagmitålder på de »sparagmitskiffrar», som enligt Skjerlies och Tek Hong Tans karta över Reisadalens område intaga ett flera tiotal km brett fält inom skollberggrunden. I »sparagmitskiffer»-berggrunden förekomma betydande stråkformiga partier av grönskiffrar samt mindre, rundade partier av amfibolit. De nämnda författarna ha tolkat grönskiffrarna som kambrosiluriska vulkanbergarter, vilka under bergskedjeveckningen skulle ha blivit nedveckade i sparagmitskifferberggrunden. Men då grönskiffrar av vulkanitursprung ej påträffats inom den del av den kristallina skollberggrunden, som följer närmast ovan och NV om sparagmitskiffrarna, förefaller den framförda tolkningen vara föga sannolik. Förf. vill alltså ifrågasätta, om icke hela den nämnda grönstensförande »sparagmitskiffer»-berggrunden består av överskjutet urberg.

I Padgets skrift om Birtavarre-områdets berggrund kallas skollberggrunden ovanpå »sparagmitskiffrarna» för Birtavarre-serien. Understa delen av denna skollberggrund kan, som vi skola se, anknytas till motsvarande led i norra Norrbottensfjällens seve-köliberggrund. Men först förtjänar Padgets indelning av Birtavarre-seriens berggrund att helt kortfattat refereras. Padget urskiljer 8 väl avgränsade bergartsserier, som vilar på ett något heterogent sammansatt, granitiserat understa bergartskomplex.

8. *Kvartsitserien*, den översta serien, innehåller kvartsiter och kvartsglimmerskiffrar.
7. *Store Borsejok-serien* består av kvartsglimmerskiffrar och glimmerskiffrar. Grafitskifferinlagringar förekomma, liksom bäddar av amfibolit. I vissa delar är serien mer eller mindre starkt granitiserad.
6. *Skiffer med tunna kalkstensbäddar*. Denna serie skiljer sig i sammansättning från närmast ovanliggande endast genom sina kalkstensbäddar samt genom uppträdandet av doleritkroppar, vilka anses vara yngre än den regionala metamorfosens huvudfas. Granitisering har träffat seriens understa och mellersta delar.

Den tektoniska gränsen under den sistnämnda serien benämner Padget *Cappis överskjutningsgräns*. Kartografiskt är den väl dokumenterad, då Cappis-gränsen skär över berggrunden i tre av de underliggande serierna. Kännetecknande för den tektoniska gränsen är enligt Padget, att berggrunden närmast ovanför den blivit omkristalliserad. Ögonskiffer och granitgnejs ha uppkommit.

5. *Gröna skifferserien*, den översta serien i den undre storskollan, förekommer endast inom ett begränsat fält och har tolkats som basisk lava.
4. *Ankerlia-serien* har följande indelning:
 - a) Övre brun skiffer.
 - b) Ankerlia-skiffer. Det är den malmförande zonen inom området. Den uppdelas i övre Ankerlia-skiffern, bandade Ankerlia-skiffern samt undre Ankerlia-skiffern.
 - c) Undre brun skiffer.
 Varje avdelning har sina speciella kännemärken och sammansättning. Amfibolit-inlagringar förekomma, delvis rikligt. Pegmatiter noteras i den övre Ankerlia-skiffern. Ankerlia-serien skiljes från sitt underlag av ett kvartsitkonglomerat.
3. *Guolas kalkstensserie*. Denna representerar en lättföljbar ledformation och är överallt konform mot sitt liggande. Upprepade inlagringar av skiffer förekomma. Skifferbäddarna uppträda nu som muskovit- och hornblenderika eller granat-hornblenderika glimmerskiffrar. Av grönsten finns såväl kuddlavor som andra typer.
2. *Näsim Varre-serien*. Denna karakteriseras av vita kvartsiter, som växellagra med mörkfärgade skiffrar. Talrika, sannolikt intrusiva basiska kroppar förekomma i seriens berggrund, som i sin undre del är något granitiserad.
1. *Stora kalkstensserien*. Seriens ljusa marmorberggrund har inlagringar av mörkfärgade skiffrar. Talrika basiska intrusivkroppar förekomma, delvis i form av linser, delvis med bollliknande karaktär.

Mellan Stora kalkstensserien och de sparagmitiska skiffrarna förekommer en serie av *granitiserade bergarter*, som delvis ha karaktären av gnejser och ögonnejser. Större och mindre kroppar av basiska eruptiv uppträda inom serien. Någon närmare indelning av den granitiserade serien har ej kunnat ske, då sammansättningen växlar från område till område. Granitiseringen avtar inom de övre delarna av serien. Någon granitisering har ej ägt rum inom de sparagmitiska skiffrarna under Birtavarre-serien.

Efter denna översikt över sammansättningen av berggrunden i Birtavarreserien skall förf. göra ett försök att anknyta densamma till den kristallina skollberggrunden inom norra Norrbottensfjällen.

I Pältsområdet förekommer direkt ovanpå det överskjutna urberget och som understa led i de kristallina skiffrarna en finkornig, delvis fältspatiserad glimmer-9—640401. SGU. Kulling

skiffer, en gnejsbergart med friska fältspater och med någon granathalt. Den har, ytligt sett, stor likhet med de underliggande urbergsgnejserna, som emellertid äro kataklastiska och sakna granat. Man kan säga, att de ovan nämnda fältspatiserade glimmerskifferarna i Pältsaområdets skollberggrund kunna tolkas som en blygsam motsvarighet till den granitiserade berggrunden i understa delen av Birtavarre-områdets Birtavarreserie. Den motsvarande berggrunden i Torneträsk-Akkajaure-zonen, nämligen porfyroblastgnejsberggrunden under den östra amfiboliten, mellan amfibolitskivans berggrund och hårdskifferserien, intar stora arealer. Där amfibolitskivan tunnare ut och försvinner mot V, där upphöra också praktiskt taget porfyroblastgnejserna, så att hårdskifferserien i V lagrar direkt under de västra högfjällens Nuoljamarmorformation.

Den stora kalkstensserien i Birtavarreområdet går otvunget att korrelera med marmorformationen i Pältsaområdet och med Nuoljamarmor inom Torneträskområdet och S därom.

Nitsim Varre-serien med vita kvartsiter och mörkfärgade skifferar i Birtavarreområdet skulle, om man nu önskar fortsätta korrelationsförsöket, närmast kunna motsvara undre delen av Narviksskiffen med dess kvartsitformation och de västra Abiskohögfjällens granatglimmerskifferar med grafitkiffer- och kvartsit-inlagringar.

Utförda korrelationsförsök mellan de mellersta och övre formationerna inom Birtavarre-seriens berggrund och motsvarande övre delar av seve-köliberggrunden inom Torneträsk—Narvik—Ofotenområdet samt fjällen S därom ha givit osäkra resultat. De skola därför ej refereras här. Det är emellertid tydligt, att denudationen nått betydligt djupare i berggrunden inom norra Norrbottensfjällen än inom Birtavarre-trakten i N.

C. Anknytningar mot söder

Förf. har vid flera tillfällen tidigare gjort jämförelser mellan berggrundens sammansättning inom de norra och södra delarna av Lapplandsfjällen, ofta med utgångspunkt från de södra delarna eller Västerbottensfjällen men även från Torneträskområdet i N. De södra Norrbottensfjällens berggrund har i dessa jämförelser blivit rätt översiktligt behandlad, då stora delar av dess berggrund varit föga kända. Nu har huvudparten av södra Norrbottensfjällens berggrund översiktligt kartlagts av förf. och andra geologer. Det insamlade observationsmaterialet har i begränsad omfattning blivit sammanställt och bearbetat. Det är emellertid ännu för tidigt att göra en detaljerad jämförelse mellan berggrunden inom norra och södra delarna av Norrbottensfjällen. Endast några allmänna synpunkter på förhållandet mellan berggrundskomplexen inom nordliga och sydliga delar av Lapplandsfjällen skola därför framföras.

Hyolithusseriens autoktona sedimentberggrund löper som en smal rand längs södra Norrbottensfjällens östra kant mot S in i Västerbotten. Då namnet på

sedimentserien som bekant beror på förekomsten av *Hyalithes* av underkambrisk ålder i densamma och enär de autoktona sedimenten inom Västerbottensfjällranden innehålla både kambriska och ordoviciska avlagringar, brukar namnet Hyolithusserien vara förbehållet Norrbottensdelen av sedimentlagerföljden. Inom Västerbottensfjällranden har förf. indelat den autoktona sedimentserien i dels den fossilförande kambroordoviciska lagerföljden, dels den fossilfria sandstenen därunder, Laisbergssandstenen. Mot S försvinner Laisbergssandstenen från fjällrandens berggrund i Vojmsjötrakten. Mot N går Laisbergssandstenen in i Norrbotten. Den har i Laisvallstrakten en mäktighet av 50—60 m. Ännu i Kvikkjokktrakten är dess mäktighet ca 50 m. Men sedan tunnare den ut mot N, och i trakten kring St. Sjöfallet, i södra Norrbottensfjällrandens nordkant, har sandstensformationen praktiskt taget försvunnit från fjällrandens berggrund.

Laisbergssandstenen ansluter sig nära till den ovanliggande, fossilförande berggrunden, vars lägsta del har fossil från underkambriums faunistiska zon 2. Det är därför motiverat att räkna in sandstensformationen ifråga i underkambrium. Vid jämförelse mellan Laisbergssandstenen och Hyolithusseriens sedimentformationer inom norra Norrbottensfjällen, synes den förra böra parallelliseras med sedimenten under Vakkejokkbreccian. Men någon sedimentbreccia har ej påträffats i kontakt med Västerbottensfjällrandens Laisbergssandsten.

Inom södra delen av Norrbottensfjällranden och inom Västerbottensfjällranden benämns den undre skollberggrunden sedan ett par årtionden tillbaka Blaikskollan (Kulling 1940, 1942). Den östra delen av denna skollberggrund kallas ofta Strömskvartsitskollan. Bergartssammansättningen i detta östra skollparti är mycket likartad med den inom norra Norrbottensfjällens Rautasskollkomplex. Anledningen till att den undre skollberggrunden i N och i S går under olika namn har sin grund däri, att beskrivningarna av berggrunden utgått från dels nordliga, dels sydliga partier av fjällberggrunden, samt att den undre skollberggrunden ej förekommer inom områden mellan de norra och södra partierna av södra Norrbottensfjällen.

A. Hamberg införde för ca femtio år sedan namnet Syenitskollan för det långöverskjutna urberget i Sarekfjällen S om Akkajaure (Hamberg 1910). Denna skolla utgör en sydlig fortsättning på Abiskoskollpartiet inom de norra Norrbottensfjällen. De hårdskiffrar, som tillsammans med underliggande urbergsberggrund karakteriserar Abiskoskollpartiet, saknas emellertid i Syenitskollans område, varför det kan anses motiverat att för Sarekfjällen och angränsande fjällområden bibehålla Hambergs benämning. Redan några tiotal km S om Sarek blir beteckningen Syenitskollan missvisande för den överskjutna urbergsberggrunden, då sura urbergseruptiv, såsom syeniter och graniter, där ha trätt tillbaka för gnejser och metamorfa sediment. I sydligaste delen av Norrbottensfjällen och inom Västerbottensfjällranden benämnes den sydliga fortsättningen av den nu beskrivna skollberggrunden Stalonskollan. Inom denna berggrund dominera den senprekambriska sparagmitseriens arkoser och konglomerat över urbergets eruptivbergarter.

Akkajaureområdet urberg bildar en bred skiljezon mellan norra och södra Norrbottensfjällens kristallina skiffrar. I Ö dominera amfiboliter och porfyroblastgnejsjer både N och S om Akkajaureurberget. I V däremot äro förhållandena på båda sidorna om den nämnda zonen rätt olikartade, vilket delvis sammanhänger med att denudationen i N nått betydligt djupare än i S. N om Akkajaurezonen anstår endast den undre delen av seve-kölibergföljden, medan i de södra Norrbottensfjällens västra delar även övre delen av seve-kölibergföljden är företrädd liksom de ovanför denna belägna skollkomplexen. På några ställen inom den övre delen av seve-kölibergserien förekomma fossil av överordovicisk ålder. Då de översta delarna av seve-köliberggrunden N om Akkajaure stratigrafiskt sett ligga lägre än de nämnda fossilförande kalkstenarna i samma skollberggrund inom södra Norrbottensfjällen, är det påtagligt, att den yngsta berggrunden inom norra Norrbottensfjällen ej når upp i överordovicium.

D. Om stora Seveskollan och den översta skollberggrunden

Innan förf. avslutar redogörelsen för norra Norrbottensfjällens berggrund i dess förhållande till omgivande kaledonberggrund, skall innebörden av termerna den översta skollberggrunden och Stora Seveskollan kommenteras.

På berggrundskartan över norra Norrbottensfjällen är den mellersta skollberggrundens undre gräns betecknad som den stora överskjutningsgränsen, medan gränsen mellan den mellersta och den övre skollberggrunden angivits som tektonisk gräns av lägre ordning. Förf:s uppfattning är, att den mellersta och den övre skollberggrunden ha gemensamt rotområde inom geosynklinalen. Den förstnämnda skulle representera en skiva av geosynklinalens urbergsunderlag samt allra understa delen av de på underlaget lagrade sedimenten. Den sistnämnda åter skulle representera geosynklinalberggrunden med tydlig geosynklinalfacies. Under skollöverskjutningsepoken uppkom på grund av olika kompetensförhållanden inom skollberggrundens övre och undre del en rörelsezon inom skollkomplexets mellersta del. Bergarterna där erhöilo tektonisk bandning. Efterhand uppkom en mer eller mindre utpräglad tektonisk gräns mellan de bandade tektoniterna och de därovan kommande, mer normalt regionalmetamorfa geosynklinalbergarterna. I en av förf:s fjällberggrundsöversikter (Kulling 1944) har seve-kölibergskollan och den mellersta skollberggrunden, Stalonskollan i Västerbottensfjällen, tillsammans betecknats med namnet *Stora Seveskollan*, detta för att framhäva de nära relationerna dem emellan. Inom vissa områden, såsom i Pälsaområdet i norra Norrbottensfjällens nordligaste del, samt i finska och norska fjällkedjedelar N därom, där ej någon tektonisk gräns påträffats mellan den mellersta och den övre skollberggrunden, kan beteckningen Stora Seveskollan för den långöverskjutna berggrunden användas. Då förf. i denna skrift använt begreppet den övre skollberggrunden som synonym för seve-kölibergskollan, har skollkomplexen ovan den sistnämnda betecknats som *den översta skollberggrunden*.

Det kan vara på sin plats att med några ord beröra den översta skollberggrun-

dens utbredning. Skollberggrunden ifråga förekommer dels inom några västliga delar av södra Norrbottensfjällen, dels inom nordvästliga delen av Västerbottensfjällen. På norska sidan riksgränsen har den översta skollberggrunden stor utbredning.

I Norrbottensfjällen hör skollberggrunden inom Sulitelma—Salojaure-området (jfr G. Kautsky 1953) i riksgränsområdet mot Norge till stor del till den översta skollberggrunden. Från denna skollberggrunds norra kant till sydvästgränsen för norra Norrbottensfjällen är avståndet endast ett tiotal km. Karakteristiskt för den översta skollberggrunden i området är särskilt rikedomerna på peridotit och marmor. Kautsky indelar den berggrund, som nära motsvarar förf:s översta skollberggrund i tre skollar, nämligen Vastenskollan, Saloskollan och, överst, Gasakskollan. Förf. har i skrifterna av 1960 och 1962 kortfattat berört skollberggrunden i Sulitelma—Salojaure-området samt framfört några synpunkter på avgränsningen av de olika skollkomplexen. En berggrundsrevision inom fjällområdet är ännu ej slutförd. Förf. har indelat den översta skollberggrunden i det nämnda fjällområdet i tvenne skollar: *Stipokskollan* och *Viriskollan*. Den förra är den översta skollan och motsvarar förutom Kautskys Saloskolla nordliga delar av hans Vasten- och Gasakskollar. Viriskollan motsvarar större delen av Kautskys Vasten- och Gasakskollar, samt vilar på Seve-köliskollan, vilken i södra Norrbottensfjällen liksom i centrala Västerbottensfjällen visat sig innehålla några på bestämbara fossil rika sedimentformationer.

I Västerbottensfjällen räknar förf. *Rödingsfjällsskollan* (jfr Kulling 1956) som det översta skollkomplexet inom den översta skollberggrunden. Det har sin utbredning i fjällområdets nordvästra del samt kan karakteriseras som en delvis migmatitiserad berggrund. Inom centrala delen av Västerbottensfjällen, mellan sjöarna Björkvattnet och Virisen, utbreder sig den berggrund, i vilken förf. genom stratigrafiska undersökningar och fossilfynd lagt grunden till sin seve-kölistratigrafi. Området är typområde för *seve-köliskollans köliberggrund*. Mot NV gränsar den sistnämnda berggrunden tektoniskt mot den något högre metamorfa berggrunden i Södra Storfjället. Överskjutningsgränsen observerades redan under 1920-talets översiktskartläggning i Södra Storfjällets sydöstra del. Men dess fortsatta förlopp är föga känt, eftersom berggrundskartläggningen inom de berörda delarna av Västerbottensfjällen ännu är mycket ofullständig. Förutom Södra Storfjället hör trakten kring Tängvattnet, Östra Artfjället och Norra Storfjället till bergartskomplexet mellan centrala Västerbottensfjällets seve-köliberggrund och Rödingsfjällsskollan i fjällets nordvästra del. Innan detta stora område blir enhetligt kartlagt och dess tektoniska gränsförhållanden utredda kan man ej avgöra, vilken betydelse man kan tillmäta de tektoniska gränser, som olika forskare trots sig finna inom skilda delar av området. Förf:s uppfattning är att fjällberggrundskomplexet ifråga bör klassificeras som den undre skollan i den översta skollberggrunden. Namnet Södra Storfjällsskollan har i litteraturen använts för skollkomplexets södra del. *Storfjällsskollan* kan vara ett användbart namn för

hela berggrundskomplexet ifråga. I nordligaste Västerbottensfjällen har förf. sommaren 1963 vid berggrundsrevision inom länsgransområdet Västerbotten—Norrbotten observerat att den nordligaste delen av Storfjällsskollan vilar på sevekölikomplexets berggrund, inom vilken de för centrala Västerbottensfjällen så typiska bergartsserierna Lövfjällsserien, Slättdalsserien, Vojtjaserien och Gilliks-serien kunnat urskiljas.

Litteraturförteckning

BIBLIOGRAPHY

GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar
 NGT = Norsk geologisk tidskrift
 NGU = Norges geologiske undersøkelse
 SGU = Sveriges geologiska undersökning

- FOSLIE, S. 1941: Tysfjords geologi. NGU. 149. Oslo.
 — 1942: Hellebobotn og Linnajavrre. NGU. 150. Oslo.
 — 1949: Håfjellsmulden i Ofoten og dens sedimentære jern—mangan—malmer. NGU. 174. Oslo.
- HAMBERG, A. 1910: Gesteine und Tektonik des Sarekgebirges nebst einem Überblick der skandinavischen Gebirgskette. GFF. 32. Stockholm.
- HAUSEN, H. 1942: Der Abschnitt Finnlands der kaledonischen Überschiebungszone. Soc. Scient. Fennica. Comm. Phys. Math. XI. 9. Helsingfors.
- HOLMQUIST, P. J. 1903: En geologisk profil öfver den Skandinaviska fjällkedjan vid Torneträsk. GFF. 25. Stockholm.
 — 1910: Die Hochgebirgsbildungen am Torneträsk in Lappland. GFF. 32. Stockholm.
 — 1925: Nya synpunkter på fjällproblemen. GFF. 47. Stockholm.
- HUMMEL, D. 1877: Kartor och beskrivning öfver berggrunden inom Norrbottens län. Bil. A. till Malmfyndigheter inom Gellivare och Jukkasjärvi socknar af Norrbottens län. SGU. C. 23. Stockholm.
- HÖGBOM, A. 1921: En profil genom fjällen vid Kaitumälven. GFF. 43. Stockholm.
- JOHANSSON, HARALD F. 1951: The petrology and tectonics of the Kebnekajse region and their morphological importance. Scient. invest. Kebnekajse massif, Swed. Lappland. 2. Geogr. Ann. 1951.
- KAUTSKY, F. 1940: Das Fenster von Gautojaure in Kirchspiele Arjeplog, Lappland. GFF. 62. Stockholm.
 — und TEGENGREN, F. R. 1952: Die Geologie der Umgebung des Tuoddarjaure am Südrande des Sjangelifensters. GFF. 74. Stockholm.
- KAUTSKY, G. 1946: Neue Gesichtspunkte zu einigen nordskandinavischen Gebirgsproblemen. GFF. 68. Stockholm.
 — 1947: Neue Gesichtspunkte etc. Zusats. GFF. 69. Stockholm.
 — 1949: Eokambrische Tillitvorkommen in Norrbotten, Schweden. GFF. 71. Stockholm.
 — 1953: Der geologische Bau des Sulitelma-Salojauregebietes in den nordskandinavischen Kaledoniden. SGU. C. 528. Stockholm.
- KULLING, O. 1930: Studier öfver den kaledoniska fjällkedjans stratigrafi och tektonik inom norra delen av svenska Lappland. GFF. 52. Stockholm.
 — 1933: Bergbyggnaden inom Björkvattnet-Virisen-området i Västerbottensfjällens centrala del. GFF. 55. Stockholm.
 — 1934: Något om åldersförhållandena inom Lapplandsfjällens östra randområde. GFF. 56. Stockholm.
 — 1939: Några anmärkningar rörande den kaledoniska överskjutningstektoniken inom Torneträskområdet. GFF. 61. Stockholm.
 — 1940: Tektonisk-stratigrafisk översikt öfver fjällranden inom Västerbottens län. GFF. 62. Stockholm.
 — 1941: Om södra Lapplandsfjällens bergbyggnad. GFF. 63. Stockholm.
 — 1942: Grunddragen av fjällkedjerandens bergbyggnad inom Västerbottens län. SGU. C. 445. Stockholm.

- 1944: Fjällkedjans berggrund i G. LUNDQVIST: De svenska fjällens natur. Stockholm.
- 1948: Fjällkedjans berggrund i G. LUNDQVIST: De svenska fjällens natur. Uppl. 2. Stockholm.
- 1950: Berggrunden söder om Torneträsk. GFF. 72. Stockholm.
- 1951: Spår av Varangeristiden i Norrbotten. SGU. C. 503. Stockholm.
- 1953: Fjällkedjans berggrund i »Atlas över Sverige» 7—8. Stockholm.
- 1955: Den kaledoniska fjällkedjans berggrund inom Västerbottens län. Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. 2. SGU. Ca. 37. Stockholm.
- 1958: Lapplandsfjällens kaledonberggrund i Karta över Sveriges berggrund, utarbetad vid Sveriges geologiska undersökning. SGU. Ba. 16. Stockholm.
- 1960 a: The Caledonian Mountain Chain in the Torneträsk-Ofoten area, Northern Scandinavia. Part of the guide to excursions Nos A 25 and C 20. Int. Geol. Congr. XXI Session. Stockholm.
- 1960 b: On the Caledonides of Swedish Lapland. In the description to accompany the map of the Pre-Quaternary rocks of Sweden. SGU. Ba. 16. Stockholm.
- 1962: Berggrunden i Lapplandsfjällen. I beskrivning till Karta över Sveriges berggrund. SGU. Ba. 16. Stockholm.
- LINDSTRÖM, M. 1955 a: Structural geology of a small area in the Caledonides of arctic Sweden. Lunds Univ. Årsskr., N.F., Avd. 2, vol. 51, no. 15. Lund.
- 1955 b: A tectonic study of Mt. Nuolja, Swedish Lapland. GFF. 77. Stockholm.
- 1957: Tectonics of the area between Mt. Keron and Lake Allessjåure in the Caledonides of Swedish Lapland. Lunds Univ. Årsskr., N.F., Avd. 2, vol. 53, no. 11. Lund.
- 1958 a: Tectonic transports in three small areas in the Caledonides of Swedish Lapland. Lunds Univ. Årsskr., N.F., Avd. 2, vol. 54, no. 3. Lund.
- 1958 b: Tectonic transports in the Caledonides of northern Scandinavia east and south of the Rombak-Sjängeli window. Medd. fr. Lunds universitets mineralog.-paleontolog.-kvar-tärgeolog. Institut, no. 43. Lund.
- MOBERG, J. CHR. 1908: Bidrag till kännedomen om de kambriska lagren vid Torneträsk. SGU. C. 212. Stockholm.
- PADGET, P. 1955: The geology of the Caledonides of the Birtavarre region, Troms, Northern Norway. NGU. 192. Oslo.
- PETTERSEN, K. 1878: Det nordlige Sveriges og Norges geologi. Archiv f. Mat. og. Naturvid. 3. Kristiania.
- 1887: De geologiske bygningsforholde langs den nordlige side af Torne träsk. GFF. 9. Stockholm.
- PETERSSON, W. 1897: Om de geologiska förhållandena i trakten omkring Sjängeli kopparmalm-fält i Norrbottens län. GFF. 19. Stockholm.
- QUENSEL, P. 1915: Om fjälltektoniken inom Kebnekajseområdet. GFF. 37. Stockholm.
- 1916: Zur Kenntnis der Mylonitbildung, erläutert an Material aus dem Kebnekaisegebiet. Bull. Geol. Inst. Upsala. 15. Uppsala.
- 1919: De kristallina svevebergarternas geologiska och petrografiska ställning inom Kebnekajseområdet. GFF. 41. Stockholm.
- SKJERLIE, F. J. and TEK HONG TAN 1961: The geology of the Caledonides of the Reisa valley area, Troms-Finnmark, Northern Norway. NGU. 213. Oslo.
- SPRIGG, C. 1947: Early Cambrian (?) jellyfishes from the Flinders Ranges, South Australia. Royal Society of South Australia. Trans. 71:2. Adelaide.
- 1949: Early Cambrian »jellyfishes» of Ediacara, South Australia, and Mount John, Kimberley district, Western Australia. Royal Society of South Australia. Trans. 73:1. Adelaide.
- SVENONIUS, F. 1883: Om olivinstens- och serpentinförekomster i Norrland. GFF. 9. Stockholm.
- 1892: Om berggrunden i Norrbottens län. SGU. C. 126. Stockholm.
- 1893: Qvickjockfjällens geologi samt förutsättningar för blifvande bergsbruk. GFF. 15. Stockholm.
- 1900: Öfversikt af Stora Sjöfallets och angränsande fjälltraktens geologi. 2. Berggrunden. GFF. 22. Stockholm.
- 1916: Norrbottens läns kalkstensförekomster. SGU. C. 269. Stockholm.
- TÖRNEBOHM, A.E. 1888: Om fjällproblemet. GFF. 10. Stockholm.
- 1893: Försök till tolkning af det nordligaste Skandinaviens fjällgeologi. GFF. 15. Stockholm.
- 1901: Om formationsgrupperna inom det nordligaste Skandinavien. GFF. 23. Stockholm.
- VOGT, TH. 1922: Bidrag till fjeldkjedens stratigrafi og tektonik. GFF. 44. Stockholm.
- 1941: Trekk av Narvik—Ofoten—traktens geologi. NGT. 21. Oslo.
- 1950: Geologisk kart Narvik. (Beskrivning saknas). NGU. Oslo.
- ÖDMAN, O.H. 1957: Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. SGU. Ca. 41. Stockholm.

Summary

The Geology of the Caledonian rocks of the northern Norrbotten mountains

BY OSKAR KULLING

A commentary to the geological map of the Caledonian mountain chain in the northernmost part of Swedish Lapland from Trieriksörset in the north to Stora Lule älv in the south

Contents

I. Introduction	136
II. Maps and mapping	136
III. Mapping before 1946	137
IV. Subdivision of the bed-rock	137
V. Stratigraphic data:	140
A. Hyolithus Series	140
1. Hyolithus Series within the easterly mountain marginal zone	140
2. Hyolithus Series within the 'window' areas	144
B. The lower thrust rocks	145
C. The middle thrust rocks	148
D. The upper thrust rocks	151
VI. Fold tectonics and linear structural features	154
VII. The geology of the northern Norrbotten mountains in relation to adjacent areas of Caledonide rocks in northern Scandinavia.	157

I. Introduction

The mountains of Norrbotten are largely unpopulated and roadless. These circumstances, together with their isolated situation in northernmost Sweden, are responsible for the lack of knowledge regarding the geology. Reconnaissance mapping was begun in 1946 by the Geological Survey of Sweden under the leadership of the author. The map and description represent the result of work carried out in the northern part of the Norrbotten Mountains down to the present time.

II. Maps and Mapping

At the beginning of the investigation the only maps available were topographic ones dating from the 1870's and 1880's on a scale of 1:200 000. Only the elevations of a limited number of mountain peaks were known and the maps were often highly inaccurate. In 1948, however, a tourist map on the scale 1:100 000 and partly based on aerial photographs was published for a small area round the western part of Torneträsk. Whilst the work was in progress widespread aerial photographing of the Norrbotten mountains was carried out by Rikets Allmänna Kartverk (State Cartographic Institute). For a number of years unrectified aerial photographs on a scale of 1:65 000 have been available from the Cartographic Institute and have been of the greatest help for field work. The geological map, however, is based on old topographic maps in the absence of photomosaics, and modified to some extent by a judicious use of aerial photographs.

During the last 10 years or so access to the high mountains has been radically altered

by the advent of small sea-planes. These now transport people and equipment to all areas. Small huts for tourists have greatly increased in number and paths have been improved. Purchasers of fish now transport food and equipment for summer visitors to the mountains.

Mapping has been carried out entirely from tents during the summer months of July and August. In bad seasons the disappearance of the snow was delayed particularly on the high ground and mapping conditions were therefore poorer.

The author has usually had a few students as field assistants. Certain summers the mapping had to be carried out alone owing to lack of funds.

III. Mapping before 1946

At the beginning of the present survey in 1946 the main part of the northerly Norrbotten mountains was, geologically speaking, unknown. From the mountain area south of Torneträsk there existed, however, two valuable papers, one by P. J. Holmqvist (1910) and one by J. Chr. Moberg (1908), the latter dealing with the fossils and stratigraphy of the autochthonous sediments in the eastern part of the mountains. These provided a good starting point for the present author's first reconnaissance of certain areas around Torneträsk (Kulling, 1930) and they have had value for all subsequent work. Other investigations of the bed-rock within the northern Norrbotten mountains before 1946 reported in print were largely the result of geological rambles in the area.

IV. Subdivision of the Bed-Rock

The bed-rock of the northerly Norrbotten mountains above the Pre-Cambrian basement is subdivided into 4 large units. Directly on the basement rests a sequence of autochthonous sediment, the Hyolithus Series. Upon this a thick pile of thrust rock follows and this has been divided by the author into lower, middle and upper thrust complexes. Within the southerly parts of the Caledonian rocks of Lapland there exist thrust complexes which rest on the southerly continuation of the upper thrust unit of the northern Norrbotten mountains and are called the uppermost units. The author's subdivision of the Caledonides is therefore:

5. the uppermost thrust rocks
4. the upper thrust rocks
3. the middle thrust rocks
2. the lower thrust rocks
1. the autochthonous sedimentary series

In the course of the author's mapping of the Lapland mountains over many years a large number of thrust units (nappes) have been recognized and given names, usually from some mountain peak composed of rocks representative for the nappes concerned. Thrust units which have a similar tectonic position and which are situated far from each other and which have been mapped at different times, have sometimes been given different names. This often depends on the fact that the rocks of the different thrust units to some extent have different compositions. At this point it is perhaps of interest to compare the above-mentioned subdivision of the rocks with that for the southerly Lapland mountains. This is shown in the table below. To make it more easy to read and understand a number of nappe names have not been included.

The author will return to the rock complexes shown above for the southern Norrbotten mountains and Västerbotten in connection with the account of the rocks of the northern Norrbotten mountains and their relationships to adjacent Caledonian rocks.

Table showing the tectonic subdivision of the Caledonian rocks of the Lapland Mountains

Northern Norrbotten Mountains	Southern Norrbotten Mountains	Västerbotten Mountains	Main subdivision of the Caledonian rocks	
Not present	<i>Stipok nappe</i> ¹ <i>Viri nappe</i> ¹	<i>Rödingsfjäll nappe</i> <i>Storfjäll nappe</i>	The uppermost thrust rocks	
<i>Seve-köli complex</i> lower part only	<i>Seve-köli complex</i>		<i>Stora (Main)</i>	The upper thrust rocks
<i>Abisko complex</i> in the Torneträsk area and Southwards	<i>Stalon complex</i> in the eastern mountain marginal zone and in window areas		<i>Seve nappe</i>	The middle thrust rocks
<i>Rautas thrust complex</i>	<i>Blaik thrust complex</i>	<i>Gittsfjäll nappe</i> <i>Ström quartzite nappe</i>	The lower thrust rocks	
<i>Hyolithus series</i> (Cambrian rocks)	<i>Cambro-Ordovician, eastern facies</i>		The autochthonous sediments	
<i>Pre Cambrian Basement</i> (Archaean rocks)				

Basement Complex. The basement rocks of the Caledonian mountain chain are Pre-Cambrian in age and belong to the Karelian and Svionian cycles. A monograph on these rocks has recently been published by Ödman (1957) to which reference may be made. The present author will, however, mention briefly occurrences in the (tectonic) windows within the Caledonide chain.

These windows are three in number, namely, the Sjangeli window in the northwest part of the mountains of northern Norrbotten transected by the inter-state boundary. On the Norwegian side it is called the Rombak window. Sometimes it is called the Sjangeli-Rombak window. The Kuokel window lies at the western end of Torneträsk, and the Singis window SW of Kebnekaise. The basement in the Singis window is somewhat cataclastically altered and has possibly a parautochthonous character. The Pre-Cambrian in the other window areas is usually well preserved, see Fig. 1, and little altered structurally by the overthrusting. But where the basement rocks have not been protected by a sequence of autochthonous sediments their uppermost part is more or less schistose. As may be seen from the key to the map, the rocks of the windows are divided into granite, syenite, migmatite, basic eruptive, mica-schist and dolomite. The

¹) Within the Sulitelma-Salojaure area the Gasak, Salo and Vasten nappes of Kautsky (1953) are included in the Uppermost Thrust Rocks. The author (compare Kulling 1960, 1962) has briefly dealt with the above-mentioned nappes and has expressed points of view concerning the limitations of different nappe complexes. As a revision of the geology in the areas has not yet been completed reference will have to await publication of an account in preparation.

granite, called the Vassijaure granite, and the syenite are considered by Ödman to belong to the late Karelian migmatite-granite series. The acid intrusives have migmatized portions of the older supracrustal rocks which consist of schists, basic volcanic rocks, dolomite etc. which Ödman considered to be early Karelian-Lapponium. In schists with interbedded volcanic layers a sulphide impregnation occurs and has encouraged ore prospecting. The basement rocks in the Sjangeli and Kuokel windows have a persistent NNE—SSW strike and dip steeply to the WNW.

The autochthonous sediments. The name Hyolithus series has long been in use for the sedimentary rocks with Cambrian fossils which rest on the PreCambrian basement and crop out along the eastern front of the Norrbotten mountains. The author has extended the designation to include also the sedimentary sequence resting on the basement within the windows of the westerly parts of the mountain area. Along the easterly margin of the mountain chain the sandstones and shales of the Hyolithus Series are almost unmetamorphosed. Bedding and other primary features are well preserved. Towards the overlying thrust rocks, however, the sediments become increasingly sheared. In the window areas the sediments are only found in certain areas. Their lowermost sandy beds are often well preserved, their shaly beds transformed into sericitic schists, the schistosity of which increases markedly westwards.

The Lower Thrust Rocks. The use of the name *Rautas thrust complex* for the lower thrust rocks is due to the fact that the rocks in question were first studied in the Rautasjaure area, a few tens of kilometres south of Torneträsk. They are usually quartzites and phyllites with dolomitic layers. The sediments are metamorphosed to sericite-chlorite states. Where a slice of basement, usually granite-syenite, forms the sole of the lower thrust rocks or occurs as slices in the imbrications, it has suffered cataclastic alteration. The lower thrust rocks are found entirely within the eastern part of the mountain chain.

The Middle Thrust Rocks. The name Abisko complex, type area Abisko, is used for those parts of the middle thrust rocks of the Torneträsk area as well as the mountains to the south which include 'hårdskiffer', banded, fine-grained tectonites. The most northerly or southerly parts of the middle thrust rocks within the northern Norrbotten mountains (Pältsa and Akkajaure areas) should not be referred to the Abisko complex. The middle thrust rocks reach the margin of the Caledonian front in the east and extend over the state boundary to the west. Normally, the upper part of the rocks consists of hard schists metamorphosed to biotite grade, and the lower part of cataclastic, mylonitized eruptives of the basement. The sediments show no relict structure but stratigraphic features can be discerned. Layers of dolomite, for example, occur interbanded with quartzitic and phyllitic hard schists. No uniform stratigraphy has been established. In addition to the above-mentioned rocks of sedimentary or eruptive character a number of fine-grained, fine-banded tectonites of unknown origin occur. It was not found possible to subdivide the banded tectonites on the basis of the reconnaissance mapping. They are included with the quartzitic and phyllitic schists under the term 'hårdskiffrar' (= hard schists).

The Upper Thrust Rocks. In the Norrbotten Mountains these correspond (see table of the tectonic subdivisions of the rocks) only with the lower part of the Seve-köli nappe in the more southerly parts of the Lappland mountains. Within the upper part of the Seve-köli complex the author has found fossils of Upper Ordovician and Silurian age at some places. The author's opinion, supported by the rock correlations, is that the

Seve-köli rocks in the northern Norrbotten mountains largely belong to the lower part of the Ordovician. The rocks in question have generally the same regional distribution as the middle thrust rocks and occur also in all parts of the northern Norrbotten mountains. Their crystalline schists (sediments) and basic eruptives are characterized by the presence of the metamorphic mineral garnet and the rocks are mainly in epidote-amphibolite facies.

Within the thrust rocks the metamorphism increases somewhat upwards and westwards. In the southwestern part of the northern Norrbotten mountains the uppermost part of the upper thrust rocks is migmatized. In the lower part, to the east, beneath the big eastern amphibolite slice, a feldspathization of the rocks has taken place.

V. Stratigraphic Data

During the course of the reconnaissance mapping a large number of observations of the conditions of deposition within different rock complexes have been collected. These indicate that each tectonic unit has quite a strong stratigraphic control.

A. THE HYOLITHUS SERIES

The transported rocks include unknown portions of the easterly Cambro-Silurian. Those left behind are the sediments now called the Hyolithus Series. Within the easterly part of the mountain chain, i. e. within the eastern front, these relict portions are usually between 100—200 m thick. In the extreme south, the thickness is down to a few 10's of metres. A similar reduced thickness is characteristic for the westerly equivalent of the Series in the window areas where often only the basal sandstone is preserved.

1. *The Hyolithus Series within the easterly mountain marginal zone*

The best known parts of the Hyolithus Series along the marginal zone of the mountains are to be found in the Torneträsk area. Two sections, one north of the lake along Vakkejokk, the other south of it over the northern slope of Luopakte, have been studied in detail. The successions obtained show great similarity but differ in certain respects. The Luopakte section is noted for the fossils which occur in the beds, the Vakkejokk section for the fine sedimentary breccia or the Vakkejokk breccia, which is interbedded with the lower part of the sedimentary succession.

In the north-facing slope of Luopakte the sediments of the Hyolithus Series have been subdivided by the author into 7 formations (cf. Fig. 2): The lower sandstone formation, with an arkosic conglomerate, at the base, The lower shale formation, The middle sandstone formation, The middle shale formation, The upper sandstone formation, The upper shale formation with a thin limestone layer towards the top, The alum shale formation.

In the Vakkejokk section (cf. Fig. 3) and the area round about, the lower shale formation and the middle sandstone formation are virtually absent. Their place is taken by the above-mentioned Vakkejokk breccia. The breccia was discovered and named in 1930 by the author. Along the mountain front east of Vakkejokk the lower sandstone formation often has a well developed basal conglomerate towards the granitic basement.

Some of the more important features of the above-mentioned formations within the Hyolithus Series around Torneträsk are given below.

The lower sandstone formation is usually a few tens of metres thick and grey in colour. The border zone with the basement is often an arkosic conglomerate. The upper-

most part of the basement is sometimes *in situ* brecciated. Ripple-marks occur, see Fig. 4. Certain layers in the sandstone formation are current-bedded and lime-bearing. Usually the sandstone lacks all traces of fossils but in the area north of Torneträsk, on the slope south of Vaivantjåkko and about 6 km SE of the lower part of Vakkejokk, numerous fossil trails occur on the bedding surfaces in a shaley horizon of the lower sandstone formation.

The lower shale formation (in the Luopakte area) is made up of alternating shales and sandy shales. Small thread-like features have been seen on the bedding surfaces. These have been interpreted as remains of fossils. The thickness in the Luopakte area is about 12 m.

The middle sandstone formation (Luopakte area) is composed of grey, greenish grey and yellowish grey sandstones. Shaley layers are interbedded and fossil trails and other traces of life have been observed at several levels. In a local block which is probably a detached portion of the sandstone the author has found *Monocraterion tentaculatum* Torell. In the middle sandstone formation some twenty km:s to the south of the Luopakte section area the author has found a single specimen of *Madigania annulata* Sprigg, see Fig. 5, previously found only in the Lower Cambrian Pound sandstone in the Flinders Ranges of South Australia. The fossil is probably a primitive medusa with a pelagic mode of life.

During the pre-congress excursion in connection with 21. intern. geological congress Norden 1960 the Luopakte section area was visited under the guidance of the author. When passing by the outcropping middle sandstone formation professor Luciano Vighi of Rome gathered and presented to the author a specimen of *Madigania annulata*, see Fig. 6. The author could inform dr Vighi and the other members of the excursion that the fossil was only the second fossil specimen of this kind to be found in the Torneträsk area (and in the Scandinavian Caledonides too). The nature of the fossil was then unknown.

The middle sandstone formation in the Luopakte area is only 7—8 m thick.

Vakkejokk formation or Vakkejokk breccia. When the author discovered the Vakkejokk breccia in 1930 it was assumed to be of only local extent. When reconnaissance mapping reached the area north of Torneträsk, however, in 1951 it was found that the breccia lay conformably in the lower part of the sediments of the Hyolithus Series. The sediment breccia could be followed about 14 km eastwards from Vakkejokk. The breccia rests generally on the lower sandstone formation. At a few localities a thin portion of the lower shale formation is present below the breccia. In the breccia, fragments of sandstone and shale occur, sometimes in abundance. The sediments in question are probably derived from the lower shale formation and the lower and middle sandstone formations by erosion, and were subsequently incorporated in the breccia whose main fragments are fine-grained, PreCambrian granite. The thickness of the breccia north of Torneträsk varies from about ten metres to a few metres. In the Vakkejokk section it is about 7 m thick. At certain places the breccia has a somewhat uneven contact with the sandstone beneath. In general, however, it lies conformably on the sandstone (cf. Fig. 7).

The Vakkejokk breccia north of Torneträsk resembles moraine structurally but also shows features which are not easy to explain in a tillite. The Vakkejokk breccia passes, via breccia-like conglomerate, sometimes into conglomerate whose pebbles are of granite and poorly rounded (cf. Fig. 15). A common type of Vakkejokk breccia (cf. Fig. 9) contains angular fragments of granite of variable size embedded in a matrix of granitic

grit. Another breccia type contains large and small round-angular granitic fragments enclosed in rucked up shales, cf. Fig. 10. Both the last named types of breccia occur in their turn as fragments in more heterogeneous breccia (cf. Fig. 11 and Fig. 12). One can speak of breccia in breccia. The author mentioned that in certain breccia types fragments of sandstone occur along with granite. The sandstone underlying the breccia has occasionally been pressed together and even infolded in the breccia. The mode of formation of the breccias is further demonstrated in Figs. 8, 13, 14 and 16.

The middle shale formation rests north of Torneträsk on the Vakkejokk breccia. South of the lake, where the Vakkejokk breccia has not been found in sections of the Hyolithus Series studied by the author, the middle shale rocks rest on the middle sandstone formation. The shale formation should normally correspond to the 'Hyolithus Shales' of previous authors who have investigated the rocks of the Hyolithus Series. The shale formation is fossiliferous. The fossils belong to the second faunal zone from the base of the Scandinavian Lower Cambrian. In the Torneträsk area the author has found in the lower part of the shales two guide fossils, namely *Volbertella tenuis* Schmidt and *Platysolenites antiquissimus* Eichw. *Platysolenites lontowa* Öpik has also been found as well as *Hyolithus* sp. individuals and *Monocraterion* sp., the latter in the lowest sandy layers of the shale formation. The middle shale formation is usually 15–20 m thick in the areas under consideration. The colour varies from red to pale grey.

The upper sandstone formation is 50–60 m thick and consists of a large number of sandstone beds of varying type and colour. A characteristic feature of the sediments is that the bedding surfaces are criss-crossed by fossil trails and other bedding markings. The author has identified a large number of types of trail, see Figs 17–19.

The upper shale formation whose thickness varies from 15–20 m has shale of a dark grey to green-grey colour. The lowest bed, about 1 m thick, is a dolomitic conglomerate with phosphorite grains. It even has stromatolite-like dolomitic portions. In the Luopakte section the uppermost part of the shale formation consists of a 1.7 m thick grey, fossil-rich, lime-bearing shale which upwards passes into fossiliferous limestone. J. C. Moberg discovered the fossilbearing nature of the rock and from the fossils referred it to the zone of *Strenuella Linnarsoni* Kiaer, zone 4 of the Scandinavian Lower Cambrian. The most common fossils are *Ellipsocephalus Nordenskiöldi* Linns. together with the zone fossil and *Obolus* sp. The upper shale formation can be said to be the uppermost, well preserved stratigraphic unit of the autochthonous sedimentary rocks.

The alum shale formation which succeeds the upper shale formation is always schistose and has mylonitic zones of movement in it. It is pyritic at some levels. No concretionary lenses of stinkstone have been found. The formation has a thickness in the Luopakte area of 72 m but in the nearby part of the Caledonian marginal zone and in other parts of the Torneträsk area the thickness varies within wide limits and is of a secondary nature. No fossils have been found in the alum shales of the Torneträsk area. In the southernmost parts of the Norrbotten mountains the alum shales above the sandstone-shale part of the Hyolithus Series at some places have yielded concretions with Middle Cambrian fossils. G. Bexell has found Middle Cambrian fossils in the alum shales at Gautosjö. He has shown these to the author but no details have yet been published about them. N. Marklund has collected Middle Cambrian fossils from alum shales in the upper part of the Hyolithus Series near the NW end of Hornavan (personal communication). There seems good reason therefore to assign the alum shales in the Torne-

träsk area and in other parts of the northern Norrbotten mountains to the Middle Cambrian.

The author has followed the Hyolithus Series along the Caledonian marginal zone on both sides of Torneträsk. North of the lake a 7 km long stretch of the Series has been mapped in detail, see Fig. 7. The detailed map attempts to demonstrate that the Vakkejokk breccia is conformably interbedded in the autochthonous sediments.

The sediments of the Hyolithus Series have been studied in more southerly parts of Norrbotten by F. Kautsky (1940).

It may be noted that the Hyolithus Series is relatively well exposed north of Torneträsk. Over 15—16 km the basement 'sole' rises about 450 m from Torneträsk west of Vakkejokk to the Tidnotjåkko area in the east. This rise is 30 m per km in the west but becomes relatively flat to the east. It has not yet been possible to carry out a long considered project of surveying in detail the elevation of the sub-Cambrian land surface.

Our knowledge of the Hyolithus Series in the eastern marginal zone of the Caledonides north and south of the Torneträsk area is incomplete. In this review the author will give only a few examples of the succession within the Series from the northernmost and southernmost parts of the map area and compare these with the succession within the Torneträsk area.

In the northernmost part of the northern Norrbotten mountains, the Pältsa area near the Norwegian-Finnish border, the Series is largely covered. North of Kilpisjärvi, on the other hand, on the Finnish side of the border, the Hyolithus Series is to some extent well exposed. The author will demonstrate the nature of the autochthonous sediments in the Kilpisjärvi region with the help of information from Finland (H. Hausen, 1942). The uppermost formation north of the lake consists of several 10's of meters of shale which stratigraphically probably corresponds to the upper shale formation of the Torneträsk area. Under this shale comes first a 20—30 m thick sequence of alternating sandstones and shales. This is followed by about 30 m of red shale, 2.5 m of sandstone, 2.5 m of shale and 2—10 m of conglomerate at the bottom. This conglomerate is probably equivalent stratigraphically to the lower sandstone formation of the Torneträsk area. No breccia of the Vakkejokk type has been found in the Hyolithus Series of the Kilpisjärvi area.

From the eastern margin of the southernmost part of the northern Norrbotten mountains, i.e. from the region north of St. Sjöfallet, valuable observations have recently come to the author's notice. They are the result of diamond-drilling to find the best course for a tunnel in connection with a projected hydro-electric scheme. The two westernmost of these have been examined by the author. They lie 2 750 m from each other and pass through thrust rocks, the Hyolithus Series and into the basement. The Hyolithus Series is made up of 11.2 to 9.7 m of alum shale, 12.8—11.8 m shale with interbedded sandstones and a decimetre thick layer of sandstone resting directly on the basement rocks. The alum shales and the shale-with-sandstones lessen in thickness to the east. It is noticeable that the basal sandstone is largely absent. In the eastern marginal zone south of St. Sjöfallet the author has found in a shale probably stratigraphically equivalent to the above-mentioned shale-with-sandstones in the Hyolithus Series north of St. Sjöfallet, fossils from the uppermost of the faunal zones of the Lower Cambrian. The shales north and south of St. Sjöfallet therefore correspond to the upper shale formation in the Torneträsk area. The whole of the remaining part of the sandstone-shale sequence in the Torneträsk area is largely absent in the mentioned part of the St. Sjöfallet area. In other parts of the latter area a thin basal conglomerate occurs below the shale formation.

Investigations in the mountain marginal zone between the Torneträsk and St. Sjö-

fallet areas have shown at several places that the sedimentary formations within the Hyolithus Series decrease in thickness southwards. This is in harmony with the results from diamond-drilling in the St. Sjöfallet area.

The Hyolithus Series within the Torneträsk area lies on unweathered basement rocks. The lowermost sandstone formation is separated from the basement by arkose or conglomerate. At a number of places in the eastern marginal zone of the Norrbotten mountains south of the Torneträsk area the basement beneath the Hyolithus Series is weathered to a few meters depth. The weathered and loosened basement rocks pass at some places via *in situ* breccia into sedimentary breccias containing material of local origin. At other places layers of sandstone lie between the weathered basement and the sedimentary breccia which closely resembles the Vakkejokk breccia in its normal development and is usually 1—2 m thick, see Fig. 20. The sedimentary breccias in the lower part of the Hyolithus Series indicate that the land surface was not entirely peneplaned at the time of deposition of the sediments.

The sub-Cambrian land surface, which is hidden beneath the sediments of the Hyolithus Series, emerges in the mountain marginal zone and is deformed. East of the present border of the Caledonides it cannot be reconstructed. The deformations have taken place especially under the Caledonian mountain-building epoch and probably during later epochs. The author (Kulling, 1942) has demonstrated in an earlier publication that the sub-Cambrian land surface within the southern part of the mountain marginal zone of Lappland is gently buckled. Existing evidence for the northern part of the marginal zone indicates that the same obtains there.

2. The Hyolithus Series within the 'window' areas

The rocks of the window areas lie further in the Caledonian mountain chain than those of the marginal zone and have therefore been more affected by the orogenic folding, particularly by movements of the thrust nappes. Sometimes the rocks of the Hyolithus Series have completely disappeared from the PreCambrian surface of the windows. Usually, however, the basal conglomerate and the basal sandstone remain. In some places, near the Norwegian border, not only the basal sediments but even parts of the succeeding shale and sandstone formations and the alum shales are preserved. But these sediments between the basement and the thrust rocks are schistose and have to some extent been given a tectonic layering. No traces of fossils have been found within the autochthonous sediments of the window areas which may be referred to as the westerly equivalent of the Hyolithus Series.

The rocks of the Hyolithus Series in the two small windows, the Kuokel window at the west end of Torneträsk and the Singis window SW of Kebnekaise, are not discussed in the resumé.

Regarding the geology within and along the edges of the Sjangeli window the author will limit himself to a demonstration of the rocks and mode of occurrence of the Hyolithus Series by referring to the text figures in the paper.

The largest area of rocks belonging to the Hyolithus Series in the Sjangeli window lies around Ratkasjaure on the southern margin of the window. Text-figures 30 and 31 are maps of the Ratkasjaure area; the different primary thicknesses of the sedimentary formations cannot be estimated due to disturbances. Only the basal sandstone is anything like well preserved. NW of Ratkasjaure occurs a coarse sedimentary breccia, see photographs 32 and 33 on the border between the lowermost sandstone and the PreCambrian basement. The material in the lower part of the breccia is little re-worked.

Photographs 24 and 25 demonstrate the well preserved structures in the lower part of the Hyolithus Series on the eastern edge of the Sjangeli window.

The cross-bedded calciferous sandstone in photograph 24 lies immediately above the basal conglomerate, see photograph 25. Photographs 26, 27 and 28 are taken in the same area. Photograph 26 shows a tectonic disturbance in the border zone between greenstones of the basement and the basal conglomerate of the Hyolithus Series. Photographs 27 and 28 illustrate the deformed contact between basement greenstone and the basal conglomerate.

On the southern edge of the Sjangeli window in the area of Ratkasjaure thin slices of well preserved sediment from the lowest part of the Hyolithus Series have been enclosed in PreCambrian greenstones by local thrusting, see Fig. 34.

Figs 35 and 36, are from the southern edge of the Sjangeli window, east of the middle part of Sitasjaure. Fig. 35 shows the steeply inclined border zone between the basement and the basal conglomerate of the Hyolithus Series with the pebbles flattened obliquely to the bedding planes and dipping north. Fig. 36 shows basal conglomerate with sandstone beds.

Fig. 29 shows an apparently concentric arrangement of granite fragments on the bedding surface in coarsely clastic basal units of the Hyolithus Series, eastern edge of the Sjangeli window. It seems as if a granite block has been transported to the place and subsequently split into fragments. These moved apart, possibly by frost action. The basal units are interpreted as terrestrial: sandstone, arkose, gritty conglomerate and sedimentary breccia alternate with each other. Fig. 22 is a geological map of the eastern border zone of the Sjangeli window. A folded and schistose parautochthonous phyllite (see Fig. 23) separates the basal sandstone of the Hyolithus Series from the basic Pre-Cambrian eruptive of the middle thrust rocks.

The above demonstration of the development of the Hyolithus Series within the windows shows how meagre the stratigraphic observations are there compared with those of the eastern marginal zone of the Caledonides. Only the clastic basal formations are at all well preserved in the west. At several places these are of terrestrial character.

B. THE LOWER THRUST ROCKS

The lower thrust rocks seem to have become detached from underlying rocks during the forward movement of far-transported nappes, and carried eastwards. The planes of loosening were probably flat-lying joints. The detached rocks then lose connection with underlying rocks and become rootless.

Grey, blue-grey and whitish grey quartzites are typical for the lower thrust rocks. Sedimentary breccias closely resembling the Vakkejokk breccia have been found at several places. Arkoses, conglomerates passing into coarse-grained quartzites and graphitic schists have also been observed. The white-weathering, often pale grey dolomite forms a characteristic but subordinate rock in the succession of lower thrust rocks. All the sedimentary types have equivalents in the Hyolithus Series. The sediment formations within the lower thrust rocks have had their original thicknesses systematically altered by thrusting. They are often so imbricated that no satisfactory interpretation of their stratigraphy can be carried out. Small portions with the primary successions preserved could, however, be observed now and again.

The basement rocks within the lower thrust rocks consist largely of granite and syenite. Gneisses, leptites and basic eruptives occur too.

A few examples of imbrication within the lower thrust rocks may be mentioned. One is from the mountain marginal zone north of Rautasjaure, a few tens of kilometres south of Torneträsk, the other immediately to the south of the southern margin of the map area, from the Kerkau mountains SW of Langas.

On the SW side of Langas a tongue-like extension of the Caledonian rocks reaches as far SE as the region W of the Saltoluokta tourist-station. In the Kerkau rock-wall facing the lake both the Hyolithus Series/basement contact and the border zone between the latter and the lower thrust rocks are exposed (see Fig. 37). The rock-wall extends about 8 km along the lake but is difficult of access and may only be examined at a few places. Between the two peaks Lulep Kerkau and Kaska Kerkau, however, the mountain plateau opens out and in its NE part one can make measurements along the wall mentioned above. The section from the Kerkau mountain wall, Fig. 39, has been surveyed along this crest. The tilted rocks within the imbricated lower thrust rocks dip steeply, usually 70 degrees, to the N—NNW—NW and have a number of tectonic contacts. The thicknesses of the rocks in the section orientated NW—SE are not therefore true thicknesses and in most cases are not those of the original succession. The basement consists of the red Sjöfall Quartzite. The Hyolithus Series deposited on the basement is represented only by the lowermost layers. These mainly consist of sandstone with a basal arkose and with a sedimentary breccia-like conglomeratic layer. The composition of the schuppen nappe is evident from the text-figure. It seems probable that the stratigraphy on the NW part of the nappe is as follows: lowermost a PreCambrian granite followed by arkose, quartzite, phyllite, gritty quartzite-conglomerate, quartzite and phyllite. From the diagram of the Kerkau mountain wall it is evident among other things that dolomite occurs in the thrust rocks in question. The Kerkau area invites further study, particularly the steep rock-wall.

On the imbricated thrust rocks rests an upper nappe of cataclastic acid eruptive of PreCambrian age which is considered to belong to the middle thrust rocks.

The other example of imbrication tectonics of the lower thrust rocks is, as mentioned above, from the southern slope of Vidjafället north of Rautasjaure, see Figs. 40—41. The rock slices in the rock-wall consist exclusively of sediment. The PreCambrian slice beneath the sediments seems on the other hand to be without any imbrications. But since the lower part of the lower thrust rocks is hidden beneath a scree and forest cover the relationships could not be satisfactorily determined. The sediments in the imbrication nappe consist of quartzites and phyllites grading into sandy slates. Pale grey dolomite is exposed in the eastern part of the rock-wall. White quartzites form good guide horizons in this wall. The intensive imbrication, however, has made deciphering of the original succession difficult. Resting on the imbrication nappe are the cataclastic-mylonitic PreCambrian eruptives of the middle thrust rocks.

It is unusual that the structural relationships of the lower thrust rocks are so easily seen as in the two sections described.

The lower thrust rocks in different parts of the northern Norrbotten mountains may now be briefly commented upon.

In the *Pältsa area*, in the northernmost corner of the northern Norrbotten mountains, the Hyolithus Series and the lower thrust rocks occur only slightly above the local base of erosion. This means that the rocks in question are very poorly exposed. The lower thrust rocks have, however, no basal PreCambrian slice but seem to consist largely of phyllites with scattered lens-like bodies of pale-grey dolomite. North of Kilpisjärvi, on the Finnish side of the border, there is a much greater difference in height between the local erosion base and the above-mentioned thrust rocks. In H. Hausen's account (1942) of the Finnish Caledonides the lower thrust rocks are termed parautochthonous blue quartz-shale-dolomite rocks.

There is no deep section through the rocks of the *Kuollejokk window* to the north of Torneträsk. The structures indicate that the rocks of the window are imbricated. On the window rocks lie scattered erosion remnants of the tectonized, acid, PreCambrian erup-

tives belonging to the middle thrust rocks. The same eruptives are exposed along the edges of the window. In Auroktjåkko, in the NW part of the window, the window rocks attain heights of 1160—1170 metres above sea-level. In all directions from the above-mentioned mountain the border between the window rocks and the above-lying thrust rocks lies appreciably lower, hence the upper boundary of the window rocks is domed. Compare also with Figs. 49 and 50.

The next area of lower thrust rocks to be discussed lies between *Torneträsk* and *Rautasjaure*. One example of the composition of the thrust rocks in the southernmost part of the area has been given above. A smaller area of the lower thrust rocks at Luopakte in the NE corner of the mountain marginal zone south of Torneträsk has been named the Luopakte nappe. The nappe is the only one belonging to the lower thrust rocks to yield fossils. The rocks are quartzites and phyllites with lenses of fossiliferous limestone. The fauna in this limestone denotes the uppermost or fourth faunal zone of the Lower Cambrian. G. Bexell, who found the fossils, gives the following preliminary list: *Strenuella* cf. *gripi* Kautsky, *Dielymella praecox* Cobbolds, *Bradoria* cf. *nitida* (Wiman), *Indianites exigua* Cobbolds, cf. *Heliconella rugosa* Hall var., *Lingulella* sp., *Obolus* sp. and *Hyolithellus* cf. *micans* (Billings).

The next area of the lower thrust rocks, to the south of the latter extends from *Rautasjaure* in the north to *Vistasvagge* in the south. N. Marklund, who took part in the revision of the area, subdivides the rocks into 3 nappes. In all of these the lower part contains larger or smaller portions of cataclastic eruptive while the upper parts are made up of quartzite and phyllite. Minor amounts of arkose, coarse sedimentary breccia and dolomite are also found. The thrust rocks are cut by innumerable glide planes.

In the eastern marginal zone of the mountains between *Vistasvagge* and the string of lakes forming part of *Stora Lule älv* occur the lower thrust rocks partly in the continuous eastern mountain marginal zone, partly in a number of erosion outliers to the east, see Fig. 21 and the geological map. The author will only deal with the mode of occurrence of the lower thrust rocks in two of these outliers, *Juobmotjåkko* and *Kanisvaratsch*. The crest of the former is made up of PreCambrian cataclastic, acid eruptives. Below comes 150—160 m of sediments assigned to the lower thrust rocks and which mainly consist of quartzite. In the middle part of the quartzite occurs a sediment breccia some tens of meters thick and very similar to the Vakkejokk breccia. It is noticeable that a significant part of the breccia material consists of quartzite and sandy shale. PreCambrian acid eruptives are subordinate. A gritty conglomerate occurs together with the breccia. The Hyolithus Series rocks beneath the above-mentioned sediments of the lower thrust rocks are strongly tectonized and are cut by zones of gliding.

Kanisvaratsch is the name of a small hill immediately NE of St. Sjöfallet consisting of quartzite, dolomite, arkosic grit-conglomerate and sedimentary breccia, all belonging to the lower thrust rocks, see Figs. 43 and 44. As in *Juobmotjåkko* the rocks of the Hyolithus Series beneath the thrust rocks are strongly tectonized.

A few kilometres south of the last-mentioned mountain areas lies Kerkau mountains, SW of Langas and immediately south of the southerly border of the map. The high rock-wall of the Kerkau mountains facing Langas gives, as shown above, an insight into the imbrication tectonics of the lower thrust rocks.

These comments on the distribution and composition of the lower thrust rocks within the easterly mountain margin cannot be concluded without mentioning certain small portions which have the outward appearance of the lower thrust rocks. These have been found at a few places along the southern margin of the map area from the eastern margin of the Caledonides to the Norwegian border and beyond. They appear as narrow

zones of sediment in the thrust cataclastic basement rocks of the area. The narrow zones of sedimentary rocks include quartzite and phyllite and occasionally sediment breccia. The latter is remarkable in that it has a shaley matrix and even some dolomitic fragments.

In the author's opinion the sediments of the lower thrust rocks show great similarities with those of the Hyolithus Series and there seems no doubt that the former are overthrust westerly portions of the latter.

C. THE MIDDLE THRUST ROCKS

These occur in all parts of the map area. In the Torneträsk area and in the mountains immediately to the south the rocks consist of an upper banded, fine-grained portion and a lower portion of cataclastic-mylonitic PreCambrian eruptives. Such rocks are called the Abisko thrust rocks from the type area Abisko, south of Torneträsk.

The border between the middle thrust rocks and the underlying bed-rock is usually easy to trace. The strongly tectonized PreCambrian basement rocks lies directly on the little altered sediments of the lower thrust rocks, see Fig. 47. The border is clearly a tectonic one. The border between the middle and upper thrust rocks as well as the border between the lower and upper portions of the middle thrust rocks is, however, otherwise. The reason for this is that the banded tectonites by their very nature have tectonic boundaries with both the overlying and underlying bed-rock. When the author wrote a review in 1950 of the geology south of Torneträsk the 'hard schists' (= *hårdskiffer*¹ in Swedish) were called mica-schist because of their mica-rich bands and micaceous structural surfaces. In the English summary they were grouped with the overlying crystalline schists rather than with the tectonized PreCambrian. Subsequent mapping of the Torneträsk area showed that structural discordance occurred between parts of the middle and upper thrust rocks, see the general geological map and text-figure 53. Within other parts of the same rock complex crystalline schists of the upper thrust rocks follow with apparent conformity the hard schists of the middle thrust rocks. The crystalline schists of the upper thrust rocks have a somewhat higher regional metamorphism, the garnet grade or higher, in contrast to the biotite grade characteristic for the hard schists. On the map of the northern Norrbotten mountains the lower boundary of the middle thrust rocks is shown as the main thrust boundary while the boundary between the middle and upper thrust rocks is shown as a tectonic boundary of lower rank. The author's opinion is that the middle thrust rocks and the upper thrust rocks have a common root in the geosyncline. The former represents a slice of PreCambrian from the geosyncline together with the layered sediments resting upon it. The latter consists of geosynclinal rocks, clearly of geosynclinal facies type. During the phase of overthrusting a movement zone came into existence in the middle part of the thrust complex owing to different competencies. The rocks here are tectonically banded and pass into banded tectonites. Subsequently a more or less clear tectonic boundary came into existence between the banded tectonites and the overlying, more normal metamorphic rocks of the geosyncline. Some years ago the author (Kulling, 1944) referred the whole complex of middle and upper thrust rocks to the Stora (Main) Seve nappe. For descriptive purposes, however, it seems desirable to have names for the upper and lower parts of the thrust-complex.

¹ The term hard schist is a literal translation of the well known and long established Swedish term '*hårdskiffer*' the history of which is given in *Lexique stratigraphique international*, Vol 1 Europe, Fasc 2c Suède. Unfortunately a serious misprint occurs in the *Lexique*: line 4, page 138 should read Hard Schist, not 'Hard Limestones' (of Gotland).

The cataclastic-mylonitic basement which forms the lower part or whole of the middle thrust rocks has a highly variable composition and degree of tectonization. A significant part of the bed-rock in question is so altered that it is not possible to determine with certainty its composition. Granite and syenite form a significant part of the PreCambrian of the middle thrust rocks but gneisses of different types, leptites and even hällflinta rocks have been found. The PreCambrian sediments, like the Sjöfall quartzite, mica-schists and carbonate rocks occur here and there. Amphibolitic greenstones and other basic eruptives form dykes and lesser bodies in the acidic basement. In the SW part of the Torneträsk area greenstones form a significant part of the PreCambrian portion of the middle thrust rocks.

During the reconnaissance mapping little time was available for studying the strongly tectonized and thrust basement rocks. No account of the rock material collected is yet possible.

The typical Abisko hard schists are tectonically banded sediments, pale grey- dark grey in colour. They are metamorphically differentiated, fine-grained rocks without relict features. The original material was usually feldspathic sandstone, to a lesser extent sandy shale and shale. Layers and lenses of pale weathering, grey dolomite are usual in the typical Abisko hard schists. Some hard schists with a variable content of feldspar, sometimes quite high, could well have been arkoses originally. The banded hard schists are always crumpled up in a complicated fashion and the folds are commonly overfolded or recumbent. This fact like the lack of distinctive guide horizons makes study of the stratigraphic succession difficult. The hard schists are characterized by linear structures, see Figs. 45 and 46.

The author will now discuss briefly the occurrence and composition of the middle thrust rocks in different parts of the northern Norrbotten mountains.

In the northernmost part of the Norrbotten mountains, in the *Pältsa area* near the border with Norway and Finland, hard schists are lacking above the PreCambrian of the middle thrust rocks. The latter are largely fine-grained gneisses and have cataclastic-mylonitic granites, syenites and basic eruptives associated with them. On the 1958 edition of the geological map of Sweden the thrust rocks of the Pältsa area are mistakenly shown as sparagmitic. Between the overthrust slice of PreCambrian and the overlying garnet-mica schists belonging to the upper thrust rocks occurs a zone of fine-grained, grey micaceous gneisses which are not cataclastically altered.

In the *Torneträsk area* the middle thrust rocks are exposed in a large number of widely separated areas. North of Torneträsk attention is drawn to the beautifully folded dolomite formation in the middle thrust rocks visible in the steep SE slope of Tidnotjåkko, see Fig. 48, situated in the easternmost corner of the mountain marginal zone. Thanks to the white weathering dolomite the transversal folding which is so characteristic for the middle thrust rocks is well displayed. The fold style shows a complicated pattern. In the SW part of the section the layers have been overfolded to the NE. But the often recumbently folded beds of hard schists are just as often folded over to the SW as to the NE. The mode of occurrence of the middle thrust rocks elsewhere in the area north of Torneträsk is adequately shown on the map.

West of Torneträsk, where the middle thrust rocks are entirely made up of hard schists, the composition is shown by a drill-core which the Kungl. Vattenfallstyrelsen has placed at the author's disposal. The drill-site is located 1.3 km east of Vassijaure railway station where the N—S trending zone of hard schists is folded into a synform and forms part of the middle thrust rocks. The drilling through the banded to streaked rocks was terminated 184 m below ground surface before reaching either the sediments of the Hyolithus Series or the PreCambrian basement. Graphitic schists are interbedded

with the hard schists 124—128.7 m below the surface and dolomite between 149 and 167 m. Thin horizons of dolomite and graphitic schist occur even in other parts of the drill-core. Because of strong tectonization no conclusions could be drawn regarding the primary bedding from the core examined.

An example of the composition and tectonics of the middle thrust rocks in the area south of Torneträsk is taken from the SE part of the westerly Abisko mountains around Påtjojaure, see map, Fig. 53. Here the pale coloured dolomite of the middle thrust rocks has been much thickened near the lake and eastwards from it. The tectonized acidic basement eruptives are exposed partly as two north-trending extensions from the main basement area to the south, south of the map area, and partly as narrow zones in the northern part of the map area. The latter approach the base of the upper thrust rocks. Guide rock units occur within the hard schists of the area but no detailed stratigraphy has yet been worked out. The lobate slice of cataclastic basement rocks north of Påtjojaure may originally have been a portion of the thrust basement rocks overfolded towards the south, subsequently detached from its primary environment, incorporated in the hard schists, and transported upwards towards the base of the upper thrust rocks. The marble formation in the upper thrust rocks north of Påtjojaure has sometimes passed into tectonic breccia. The sandy schists and schistose layers in the original limestone like the conformably interbedded greenstones in the limestone have, under the tectonic phase, been broken down and the fragments rotated in the enclosing plastic marble. Of the movements responsible for the re-moulding of the thrust rocks the strongest seem to have been in the border zone between the middle and upper thrust rocks.

Very often the upper thrust rocks seem conformable to the middle thrust rocks. Such is the case in the east-west trending valley around Alesjokk, south of the southerly Abisko mountains. Here a dolomite formation in the hard schist of this region runs strictly conformable over a long distance with the boundary between the middle hard schists and the crystalline schists of the upper thrust rocks. Another example is to be found in the middle part of Kårsavagge where the middle thrust rocks emerge in a small 'window'. Beneath the marble which here forms the lowest unit of the upper thrust rocks, follows conformably epidotic greenstone and hard schist, see Fig. 56.

From these examples of the composition and mode of occurrence of the middle thrust rocks in the Torneträsk area the author will now give an account of certain features of the thrust rocks in question taken from the *Sitasjaure area* in the SW part of the northern Norrbotten mountains. The *Sitasjaure* was visited in the beginning of the 1930's by the Norwegian geologist S. Foslie in connection with his mapping on the Norwegian side of the border. Foslie drew a map of the *Sitasjaure area* and published it in the description accompanying the Norwegian map-sheet *Hellemobotn and Linnajavrre* (1942), i. e. some years before the author began mapping in Norrbotten, Sweden. In the *Sitasjaure area* the basement of the *Sjangeli window* disappears beneath the Caledonian rocks. As Foslie did not observe the existence of the well preserved basal sediments of the *Hyalithus Series* which rest on the basement granite within the window east of the southern part of *Sitasjaure*, he retained his opinion that the granite in question (= *Skjomen granite* in Norway) was of Caledonian age, having come to this conclusion on the basis of studies on the Norwegian side of the border. The overthrust basement in the *Sitasjaure area* which the author included in the middle thrust rocks was, according to Foslie 'mikroklingranitgnejs' of Caledonian age. The middle thrust rocks of *Sitasjaure*, however, which either rest on the *Hyalithus Series* or on the basement differ in certain respects from corresponding rocks in other parts of the northern Norrbotten mountains. Of the metasediments the typical hard schists and quartzites, see Fig. 57, have been

partly replaced by granular quartzite and mica-schist including biotitic mica schist. For this reason the boundary between the middle and upper thrust rocks has been difficult to fix at several places. The overthrust basement is largely made up of fine-grained gneissose granites and gneisses. To the east these rocks pass into mylonitic-cataclastic acid eruptives which dominate in the easterly parts of the middle thrust rocks of the mountain chain.

On the west side of the Morfas embayment in the NW part of Sitasjaure lies the mountain Muokkeris, see Fig. 58. The light coloured bed-rock around the mountain is made up of coarse-grained, pale grey PreCambrian granite. The three rock-walls of Muokkeris facing south one above the other consist of strongly schistose granitic gneiss to fine-grained gneiss. Above each gneiss wall follows striped to banded quartzites, phyllitic mica-schists to coarse-grained biotitic mica-schists. The author's opinion is that Muokkeris is made up of 3 schuppen units of the middle thrust rocks, each with meta-sediment resting on basement gneiss. SE of the Morfas embayment lies the isolated Pierka mountain. Pierka is made up of an erosion relic of the middle thrust rocks with about the same composition as Muokkeris. The pale grey basement gneiss in the nappe is estimated to be 350 m thick. On the lake side west of the mountain occur strongly crumpled alum shales.

From these two examples of the mode of occurrence of the middle thrust rocks in the Sitasjaure area we may now consider the *Akkajaure area* on the southern edge of the northern Norrbotten mountains. The widest area of cataclastic, overthrust basement in Lappland occurs around Akkajaure from the eastern margin of the Caledonides westwards up to and across the Norwegian border. The composition of the overthrust basement has been dealt with above. Likewise the thin slices of low metamorphic sediments which occur within the easterly parts of the overthrust basement and have tectonic contacts with both the overlying and underlying cataclastic basement. Knowledge of the big PreCambrian basement is incomplete and until additional mapping has been carried out in the big Akkajaure complex the overthrust PreCambrian is grouped with the middle thrust rocks.

D. THE UPPER THRUST ROCKS

The possibility of working out the primary stratigraphy of the upper thrust rocks is very limited due to the high degree of regional metamorphism. Most of the original sedimentary structures have been recrystallized out of existence but there are a few rocks which even in a highly metamorphosed state are relatively easy to identify. These include dark shales (graphitic schists), dolomite-limestone (marble), sandstone (quartzite) etc.

The distribution of certain Seve-köli rocks, upper thrust rocks, in the northern Norrbotten mountains is also of interest. Amphibolites, the eastern amphibolite, form a significant part of the eastern upper thrust rocks. This eastern amphibolite often extends down to or close to the border with the middle thrust rocks. The eastern amphibolite thins out westwards and is in contact with the Nuolja marble formation which occurs in the lowest part of the Seve-köli rocks. Amphibolite occurs further west but at a higher stratigraphic level in the Seve-köli rocks. Some show relict lava structures. Graphitic schists and marbles often occur together and form an important stratigraphic association. They are most widespread in the mountains around the NW part of Torne-träsk and thick marble formations continue into Norway. As shown on the map graphitic schists and marbles occur in both the middle and southern parts of the northern Norrbotten mountains and at the same stratigraphic level as in the Torne-träsk area. Both the

graphitic schists and the marbles are very susceptible to tectonism. They are deformed and sometimes move out of their original stratigraphic position. Transport and deformation in the bed rock have often disturbed the primary stratigraphic association. Detailed studies are necessary to establish an unequivocal stratigraphic association (Reconnaissance mapping has not given opportunity for these to be carried out).

A number of quartzite formations occur within the Seve-köli rocks. Most are relatively thin and could not therefore be included on a map on the scale of 1:400 000. Some quartzites in the upper part of the Seve-köli rocks have significant distributions in the high mountains west and SW of Kebnekaise. Those at Pattatjåkko and northwards to Sälkatjåkko and beyond have been named the Patta quartzite (Patta quartzite formation). The basic volcanic formation which rests on the Patta quartzite at Pattatjåkko and in southwesterly parts of the northern Norrbotten mountains is called the Patta greenstone. Westwards the Patta quartzite is replaced by lime-bearing schists. These are called the Reppi schists, a term introduced by S. Foslie (1941, 1942) for such rocks on the interstate border and in Norway. In their metamorphic state they are garnetiferous lime-mica schists or lime-bearing garben schists. The Reppi schists lie immediately below the Patta greenstone to the west. The author has little personal knowledge of these schists.

After these few introductory remarks on certain characteristic formations of stratigraphic value the author will now give an account of the order of succession in the upper thrust rocks in different parts of the northern Norrbotten mountains.

In the *Pältsa area* in the extreme northernmost corner of Sweden a small portion of the upper thrust rocks extends into Swedish territory. A thin marble formation separates the amphibolite of the high ground from the underlying garnet-mica schist. Granitic veins have been seen in the amphibolite at some places. Within the lowermost part of the upper thrust rocks occurs garnetiferous, fine-grained gneiss whose fresh feldspars distinguish it from the cataclastic basement gneiss in the underlying middle thrust rocks. Owing to unfavourable conditions of exposure the contact or transition zone between the gneiss series has not been observed.

In the area *north of Torneträsk* the eastern amphibolite is partly well preserved and has a distinct diabase structure. On the westerly slopes of Vaivantjåkko the author has observed that the amphibolite-diabase thins out to the west. It also occurs both conformably and discordantly to the layering in the marble, see Figs. 60 and 61. The eastern amphibolite is younger than and intrusive in the marble formation which is an easterly part of Nuolja marble. North of the westerly part of Torneträsk graphitic schists and marbles constitute a significant part of the upper thrust rocks. In the Päivetjåkko-Vadvetjåkko area NW of the west end of Torneträsk lower and upper marble formations can be distinguished. Amphibolite occurs in the upper part of Vadvetjåkko, probably as concordant beds. In the high mountains graphitic schist occurs towards the contact with the middle thrust rocks, below the lowermost marble formations, and both above and below the amphibolites. Without carrying out a revision of the geology the author cannot propose any better stratigraphical succession than that which can be deduced from a study of the map. North and NW of Torneträsk the easterly and westerly parts of the upper thrust rocks are typically mountainous and snow-covered. For this reason the upper thrust rocks have been less well studied.

The upper thrust rocks *south of Torneträsk* are very similar to those north of the lake in most respects with amphibolite and porphyroblastic gneisses in the east and garnet-mica schists with marble and graphitic formations in the west. In the westerly Abisko mountains a marble formation, the Nuolja marble, forms, with the graphitic schists, the backbone of the stratigraphy. The marble is sometimes up to 180–200 m

thick, sometimes very thin. No figures are available for the graphitic schist formation. Apart from the Nuolja marble, limestone occurs at a lower level on the northern slope of the western Abisko mountains. Scattered occurrences are also known from the upper part of the mountain area. As is the case north of Torneträsk layers of amphibolite are interbedded in the eastern part of the Nuolja marble. On the special map of the Påtjojaure area this relationship is well seen, see Fig. 53. In Fig. 63 one can see example of a boudinage-like development in the marble. Compare also with Figs. 54, 55 and 62.

The upper thrust rocks in the *southern part of the northern Norrbotten mountains* differ in several respects from those of the Torneträsk area. This is due to deeper erosion of the succession of the upper thrust rocks in the north than in the south so that different formations are exposed. A N—S change in facies of certain rock formations must also be taken into consideration. One should, however, keep in mind when one carries out comparisons between the successions in different parts of the high metamorphic thrust rocks which have in addition been subjected to significant tectonism, that it is often difficult to determine which changes in the thickness of different formations and their compositions are primary depositional ones and which have come about due to tectonic metamorphic processes.

The author will now briefly deal with the composition of the upper thrust rocks in the southerly part of the map area beginning with the uppermost rock unit, namely, the *Gicce gneiss* or migmatite complex on the Norwegian border, SW of Sitasjaure. On the Norwegian side of the border the Gicce gneiss is widespread and is roughly conformable with the stratigraphy. In the Narvik—Ofoten area the gneiss corresponds to the upper migmatized part of the Narvik schists (cf. Th. Vogt, 1950).

Below the Gicce gneiss comes amphibolite which forms a westerly portion of the *Patta greenstone*. This volcanic formation occurs as 4 erosion outliers which crown mountains. In the easternmost portion of the greenstone, on Pattatjåčko, relict lava structures can be seen. The three westerly occurrences of the greenstone are little known. During an excursion in the border zone SW of Sitasjaure, the author observed that the amphibolites in the upper part of the Patta greenstone are cut by pegmatites (cf. Fig. 64) and quartzo-feldspathic vein-fillings associated with the migmatization of the rocks above.

The rocks immediately below the Patta greenstone have, as shown by the map, different compositions in east and west. In the east the green-grey *Patta quartzite* lies beneath the greenstone while SW of Sitasjaure lime-mica schist, the Reppi schists underlies it. Judging from the scanty observation material available to the author it seems that the Patta quartzite is the eastern, near-shore deposit whilst the limey schists to the west denote greater distance from land.

Where the Patta quartzite has its greatest development a thin marble formation occurs directly beneath the quartzite. Its occurrence is intermittent, see the geological map. Below the Patta quartzite or the above-mentioned marble formation comes quartzite and quartzitic schist. Mica-schist and greenschist are interbedded but are not shown on the map owing to the scale and owing to the fact that only limited portions of the rocks in question have been investigated.

Under the above-mentioned quartzite complex comes a graphitic schist formation which in the author's opinion forms the southerly continuation of the graphitic schist formation above the Nuolja marble in the western part of the Torneträsk area. The Nuolja marble in the southerly mountain areas seems to be intermittent in occurrence and when present is usually thinner than in the northerly mountain areas. The graphitic schist formation contains layers and lens-like layers of other rocks such as garben schist, quartzite, dolomite and calcitic marble. Next below the Nuolja marble, or the graphitic

schists when present, comes a thin quartzite with a gritty conglomeratic character. This can be followed (see the geological map) over wider areas than the Nuolja marble.

The continuation of the stratigraphy downwards from the gritty, conglomeratic quartzite may best be examined on the eastern slope of Pattatjåkko—Attjektjåkko. N. Marklund mapped the area in 1960 and tried to establish a stratigraphy. The present author has also visited the area but the three sections studied each have different successions. Thrusting has confused the stratigraphic relationships. The rocks consist of alternations of garnet-mica-schist, garben schist, greenstone, marble, graphitic schist, quartzite and others.

East of this confusing stratigraphy follows amphibolite, porphyroblastic gneiss etc and amphibolite again, the latter with subordinate peridotite and norite-gabbro lenses. In the above-mentioned porphyroblastic gneiss area whose tectonics the author has not had the opportunity of studying more closely, a zonation of the rocks can be discerned. The geological map shows from west to east, plagioclase porphyroblastic gneiss, fine-grained grey gneiss, gneissose mica-schist of varying character, mica-schist with large, porphyroblastic muscovite individuals. The zonation is sketchy due to the sparse observations, the occurrence of numerous transition rocks between the different rock types, and interbedded quartzite, garnet-mica schist etc.

South and south-west of the last-mentioned mountain area around the most westerly part of Teusajaure and westwards, the amphibolites and crystalline schists include several marble zones. The author has not personally visited the area and cannot give any details of its tectonic character.

More detailed mapping of the Caledonian rocks of the northern Norrbotten mountains in the future will certainly supply new and valuable data. The present reconnaissance map, however, gives an overall picture of the geology of the area and helps to define the problems and indicates areas requiring further study.

VI. Fold Tectonics and Linear Structures

The northern Norrbotten mountains are characterized in general by flatlying thrust rocks. In the west the basement emerges in the Sjangeli window which is the most obvious elongate structural element in the whole map area. The synformal zone which succeeds it to the east is less obvious and less uniform in character. In its middle and upper portions the youngest rock formations of the northern Norrbotten mountains occur. Lengthwise runs the broad zone of amphibolite and gneiss in the east but this thins out to the west. Transverse structures both large and small are usual. On the map one can see that the overthrust basement is buckled upwards and orientated ESE—WNW along Akkajaure on the southern edge of the area as is also the case for the structures along the southern border of the Sjangeli window at Sitasjaure and the Singis window elongation. For a detailed description of the transverse structural elements of the map area a bed-rock map with height contours is required and this is not yet available. The flat, trough-like character of the Seve-köli rocks in the zone east of the Sjangeli anticline is accentuated on the map by using stronger colours for marble and graphite schist formations in the lower part of the nappe complex. The length-going synform is divided up into a number of trough-like rock units by the transverse antiforms. The rocks of the western Abisko high mountains represent such a trough-shaped rock unit. A more complexly folded part of the Seve-köli rocks occurs to the NE, north of the westerly part of Torneträsk. Due to a transverse anticline in the northern part of the mountain area

where hard schists and dolomite are exposed, the crumpled Seve-köli rocks south of this transverse anticline have been given a gentle tilt to the south. South of the westerly Abisko mountains in the area west of Alesjaure comes the next shallow trough-shaped part of the Seve-köli rocks.

Next follows a zone where denudation has brought up the basement of the Sjangeli window to the present erosion surface. This in turn is succeeded by Caledonide rocks once more in the big shallow trough-like area of thrust rocks between Sitasjaure in the west and the Kebnekaise—Kårsotjåkko mountains in the east. Upward buckling in the central part of these rocks has brought up marble from the lower part of the Seve-köli rocks in the region west of Pattatjåkko.

In the window of basement rocks west of Torneträsk one can distinguish N—S structural features. In the westerly part of the Kuokel window a N—S rib of the basal sandstone of the Hyolithus Series is folded down into the PreCambrian basement. The basement rocks of the Kuokel window are distinguished from those of the Sjangeli window to the west by a N—S trending synform of Caledonide rocks. Between the latter and the sandstone rib in the east runs a synform of Caledonide rocks towards the south (cf geological map of area). On the inter-state boundary in the west, west of Pajep Njuorajaure, a lobe of Caledonide rocks extends southwards but narrow, intermittently occurring portions of the Caledonide schist and basal sediment of the Hyolithus Series occur further to the south as parts of a rib of Caledonide rocks down-folded in the underlying basement. The downfolded rib has a SSW strike becoming southerly. N—S structural elements have even been observed in the southern part of the rocks of the Sjangeli window. In the area between Tuttorjaure and the southern part of Sitasjaure a few ribs of sandstone strike N—S. The easterly of these turns eastwards and then occurs as an E—W trending fragment of sandstone steeply folded down into the PreCambrian basement.

The fold tectonics briefly described above mainly affect the autochthonous and long-transported thrust rocks. The relatively little transported lower thrust rocks are usually exposed in narrow zones whose bed-rock is often imbricated and displays folding which is difficult to comprehend. North of the central part of Torneträsk occurs the lower thrust rocks in the broad, well exposed Kuollejokk window. As the window rocks here contain numerous zones of dolomite the general NNE—SSW to NE—SW trend of the rocks is readily seen. The window rocks are probably affected by the same sort of imbrication tectonics as characterizes other parts of the lower thrust rocks, compare for instance the section, Fig. 39 in the Kerkau mountains on the southern margin of the map area. From the section it is evident that an antiform-like warping of the thrust rocks does not mean that the floor on which the nappe rests also has an antiform structure. One can, however, conclude that the rock slice of which the lower thrust rocks in the Kuollejokk window forms a part, dips to the south. The window rocks in the Auroktjåkko culmination to the north attain heights of up to 1176 m while in the south they plunge below the overlying, overthrust basement eruptives and hard schists of the middle thrust rocks at a height of about 750 m above sea-level.

During the course of mapping much information has been collected regarding the detailed folding of the rocks and their linear structures. The linear streakiness on structural surfaces is particularly well seen in the hard schists and is often a transverse direction similar to that of the minor fold axes in the same rocks. The observation material collected by the author is unevenly distributed over the map area and in different tectonic units. However the available material is a valuable complement to what can be deduced from the map.

The minor N—S fold-axes and the parallel orientated major structures probably have

a common genetic origin. N—S fold axes are usual in the westerly Abisko high mountains, especially in the autochthonous Hyolithus Series and in the hard schists of the area. These fold axes occur in the eastern part of the Torneträsk area though not so often and with decreasing frequency eastwards. It should, however, be noted that N—S trending linear streakiness is unusual. The occurrence of the Sjangeli anticline and minor crumpling of the bed-rock about N—S axes probably belong to a relatively late tectonic phase post-dating the major overthrusting and long transportation of rocks over the autochthonous sediments.

At many places in the bed-rock minor folds and linear elements are found which trend parallel with the structural axes in the above-mentioned lower thrust rocks within the Kuollejokk window. Whether the different structural features can be ascribed to one and the same tectonic phase has not been established. In the Hyolithus Series south of the Kuollejokk window minor folds with NNE—SSW or NE—SW axes are fairly common. In both the far-transported and autochthonous rocks of the westerly Abisko mountains occur similarly orientated minor structures, the NNE—SSW ones dominating over the NE—SW ones. Since these structures have affected portions of the lower thrust rocks which have been transported only a limited distance it seems likely they were formed during the final phase of overthrusting when the far-transported thrust rocks moved over the marginal zone of geosynclinal rocks, taking with it fragments of the underlying rocks.

Minor folds and linear structures transverse to the longitudinal direction of the mountain chain are far more common than those parallel to it. These transverse structures belong to three groups, namely $N60^{\circ}-70^{\circ}W$ to $S60^{\circ}-70^{\circ}E$, $N40^{\circ}-50^{\circ}W$ to $S40^{\circ}-50^{\circ}E$, see Fig. 45, and approximately NNW—SSE. The last of these is subordinate to the first two. Minor structural directions mutually alternate in intensity in different areas. Thus it has been observed that in the SW part of the Torneträsk area (Tjälmetjåkko and its surroundings) minor folds with axes $N60^{\circ}-70^{\circ}W$ to $S60^{\circ}-70^{\circ}E$ dominate or are more clearly seen than other directions. This can be due to the fact that the thrust rocks in this area were strongly folded about this axial direction, that early-formed directions were largely eliminated and later ones could not impress themselves. A rather different picture is evident from the thrust rocks in the westerly Abisko mountains where minor folding about axes $N40^{\circ}-50^{\circ}W$ to $S40^{\circ}-50^{\circ}E$ is more in evidence. Of the two directions of minor folding mentioned those orientated NW—SE are the older. Easily accessible exposures of hard schists between Abisko and Nuolja on the easterly slope of the westerly Abisko mountains enable the relationships to be studied, cf Fig. 46. The strong linear direction $N43^{\circ}W-S43^{\circ}E$ is older than the very fine streakiness (lineation) orientated $N65^{\circ}W-S65^{\circ}E$. The impress of the latter direction on the structural surfaces is often very weak and can be easily overlooked.

During the last decade M. Lindström, who took part in the mapping of the northern Norrbotten mountains during the first part of the 50's, has carried out a number of special investigations of fold axes and linear structures in the Caledonides. His results are to be found in a number of papers (Lindström, 1955a, 1955b, 1957, 1958a, 1958b). As regards the above-mentioned transverse cross-folds he emphasizes that they are closely associated and parallel with typical lineation and that they are just as often overfolded to the NW as to the SE. He maintains that the transverse linear features and minor folds indicate movement directions. As regards the mutual age relationships of the different transverse structural directions he recently claimed (cf Lindström in Kulling, 1962, p. 269) that the oldest thrust direction was directed about $S50^{\circ}E$, followed by significant movements in the direction $S62^{\circ}E$ and then about $S74^{\circ}E$.

During the course of the reconnaissance mapping minor structures could not be

subjected to systematic statistical analysis. It was therefore very valuable to have Lindström study these problems.

VII. The Geology of the Northern Norrbotten Mountains in Relation to Adjacent Areas of Caledonide Rocks in Northern Scandinavia

The Caledonian rocks of the northern Norrbotten mountains are part of the easterly part of the mountain chain. In the description of the former the author has already made comparisons with areas to the north, west and south. The present chapter is complementary to these observations. The material on which the comparisons are made is, however, of varying type. Thus the possibility of making correlations to the west is quite good as modern Norwegian maps of the Caledonides are available. North of the northern Norrbotten mountains, however, geological maps are almost non-existent for most of the mountain chain. Only a few smaller areas are satisfactorily mapped. South of the northern Norrbotten mountains mapping is in progress under the leadership of the author but observations are still being studied.

Connections to the west. Comparisons between the bed-rock in the Torneträsk area and part of the adjacent Narvik—Ofoten area have recently been made by the author. (See guide for the excursion in the Torneträsk—Ofoten area, International Geological Congress, Norden, 1960.) The comparisons make use of a geological map based on 2 Norwegian maps, Th. Vogt's 'Narvik' (1950) for which a description is lacking, and S. Foslie's 'Håfjellsmulden i Ofoten' (map 1930, description 1949). Vogt mapped the rocks around the eastern part of the Ofoten fjord and northwards. Foslie's work south of this fjord covers not only the above-mentioned area but also parts of the Norwegian high mountains adjoining the central and southern parts of the northern Norrbotten mountains in the west (Foslie, 1941, 1942).

The uppermost parts of the rocks north of the Ofotenfjord consist of injection gneisses with granitic intrusions, see Fig. 67. These have been named the Niingen Series by Vogt. A detailed description of the rocks below Niingen Series is to be found in the 1949 description of the Håfjellsmulden area south of the Ofoten fjord by Foslie. The bed-rock is here well exposed in a NE plunging synform. Foslie has sub-divided the rocks into 15 rock units as follows:

15. 400 m. Garnet-mica schists with thin marble beds
14. 20 m. The Djupvik quartzite
13. 100 m. Garnet-mica schists
12. 170 m. Hekkelstrand dolomite marble and calcitic marble
11. 850 m. Garnet-mica schists with a thin marble layer in the middle.
10. 350 m. Fuglemann marble with interbedded schists. In the latter occur two layers of sedimentary iron-ore.
9. 630 m. Garnet-mica schists.
8. 60 m. Bö Quartzite. In the west its thickness is only 25 m.
7. 270 m. Garnet-mica schists.
6. 1200 m. Ballangen marble with interbedded dolomitic marbles, mica-schists, quartzite and amphibolite.
5. 20 m. Elvenes conglomerate. The thickness can be as much as 75 m. The pebble material is made up of trondhjemite, quartz-diorite and quartzite.
4. 630 m. Ballangen mica-schist series. The garnetiferous schists contain also repeated horizons of graphite-schist and a few amphibolite horizons.
3. 10 m. Sjäfell sedimentary iron ore.
2. 400 m. Garnet-mica schists with some pegmatite veins.
1. 30 m. Melkedal marble.

The schists which underlie the 5 000 m thick Håfjell succession in the east have been extensively altered to injection gneiss. This is shown partly by diffuse, zonal feldspathiza-

tion of mica-schists and partly by a net of criss-crossing trondhjemitic veins. Even the mica-schists immediately above the Melkedal marble, the lowermost formation in the Håfjell succession, show injection features at some places. In the lower part of the migmatized schists occur bodies of norite. The migmatized rocks extend eastwards to Narvik and beyond, see Figs. 68 and 69. They correspond to the upper part of the Narvik schists in Th. Vogt's stratigraphical series. Below the migmatite schists follows a thick garnet-mica schists corresponding to the lower part of Vogt's Narvik schists, see Fig. 70. In this schist series occur layers of amphibolite in the mountain area NE of Narvik and a quartzite formation in the region east of Narvik. The Narvik schists rest on the Rombak marble. In the area E of Narvik the Rombak marble is a uniform formation but when followed to the north and NE it becomes progressively split up into separate marble layers with garnet-mica schist between. This is especially the case in the NE part of the geological sheet Narvik. The garnet-mica schists between the marble layers and the hard schists which are present below the Rombak marble are collectively termed the Rombak schists by Vogt. In the Narvik area the lower part of the Rombak schists, the hard schists, form the lowermost Caledonide rocks. They rest on the PreCambrian basement in the window area. In certain parts of the border zone to the PreCambrian rocks of the window occur fragments of the basal elements of the Hyolithus Series. Vogt calls them 'Basalkonglomerat'. In the Rombak schists east of Narvik occurs a thin zone of microcline granite. On Vogt's map this is indicated as a 'probably overthrust' portions of the PreCambrian basement.

On the basis of the above-mentioned Narvik-Ofoten Caledonide rocks and knowing something of the composition of the rocks of the Torneträsk area, it is easy to effect a comparison across the inter-state border (cf section through the Caledonide rocks, Fig. 65). The uppermost rocks in the Torneträsk area, above the Nuolja limestone, correspond to the lower part of the Narvik schists. The layer-like amphibolite in the high mountains NW of Torneträsk continues over the border and in Norway is found in the lower part of the Narvik schists, N—NW of the Sjängeli window. The quartzitic schists in the upper part of the westerly Abisko high mountains most likely correspond to the quartzite formation east of Narvik. The Rombak marble in the west is the same rock as the Nuolja marble in the east. The hard schists in the Torneträsk area correspond to the lower part of the Rombak schists. The big slice of overthrust basement in the lower part of the Abisko thrust rocks thins out westwards and is represented by a thin slice of thrust basement around Rombakken, east of Narvik. The eastern amphibolite and porphyroblastic gneiss of the Torneträsk area is not present in the Sjängeli window or in the rocks further west. The often expressed opinion of Swedish and Norwegian geologists that the eastern amphibolite should continue to the west in Norway has not been confirmed by the present investigations. The amphibolite probably forced its way upwards in that part of the geosyncline where the amphibolite is now thickest and not where it thins out.

Similar conclusions are possible between the southern and central parts of the Caledonides of the northern Norrbotten mountains and equivalent parts in Norway. For comparative purposes S. Foslie's map sheets Tysfjord (1941) and Hellemobotn and Linna-javrre (1942) are of great value. The southern part of 'Håfjellsmulden' corresponds to the northerly part of the Tysfjord sheet. On the latter, a characteristic calciferous mica schist formation, named the Reppi schists by Foslie, can be used as a stratigraphic guide formation. The Reppi schists cross the border into adjacent parts of the northern Norrbotten mountains west of Sitasjaure. They are overlain by an amphibolite formation which disappears below an injection-gneiss formation called the Gicce gneiss by Foslie. In the contact zone between gneiss and amphibolite occurs a small body of noritic

gabbro. In the Tysfjord area one can follow the Reppi schists northwards to the southerly part of 'Håfjellsmulden' where they thin out. In the NE part of the map-sheet these schists thin out immediately south of and below the schists with injection gneiss in which the big Råna norite body is situated. Together with the norite occurs diorite, peridotite and amphibolite. In the SE part of the Tysfjord sheet, south of Indre Tysfjord, norite occurs in schists immediately above an amphibolite formation which rests on the Reppi calciferous mica schists. The norite is located at a stratigraphic horizon above the above-mentioned amphibolite. Even the lower surface of the migmatized rocks seems to coincide with the norite horizon. Returning now to the Narvik—Ofoten area, the author has pointed out that the Råna norite lies in the schists which Th. Vogt called the Narvik schists. More specifically they belong to the lower part of the injection gneiss which characterizes the upper part of the formation. For this reason the amphibolite and Reppi formations can be considered equivalent in age to some lower part of the Narvik schists. It is possible that the amphibolite in the mountain area NW of the west end of Torne-träsk in the lower part of the Narvik schists can be equated with the above-mentioned amphibolite formation. The cursory nature of the mapping in the high mountains NW of the west end of Torneträsk, however, does not allow an unequivocal interpretation of the rocks in this mountain area.

In the southern part of the map area, the Reppi formation is largely represented by lime-bearing garben schists. It includes other meta-sediments too and in an east-west direction undergoes a facies change which is worth closer attention. Attjektjåkko, east of the southern end of Sitasjaure, as well as in the area west of Sitasjaure, an amphibolite formation succeeds the garben schists of the mountain area. Further east, on Pattatjåkko, the amphibolite formation shows relict lava features and is called the Patta greenstone. It rests on a quartzite, the Patta quartzite. In the Attjektjåkko area a thin quartzite formation occurs between the amphibolite and the underlying garben schists. But in general it seems that garben schist development in the easterly continuation of the Reppi schists becomes more quartz-rich eastwards and passes into the Patta quartzite. The geological map is, of course, somewhat simplified but a more detailed mapping of the high mountain area will certainly give a more differentiated distribution of rock types. The result of comparisons carried out so far is that a review can be given of the geological connections between the thrust rocks in the southern part of the northern Norrbotten mountains and those in the Norwegian mountains to the west. The relatively high regional metamorphism of the rocks and the reconnaissance nature of the mapping put a limit to more detailed comparisons and correlations.

The geological conditions around the Sjangeli window have been dealt with above. In the western part of the Ofoten area and west of the southern and central portions of the northern Norrbotten mountains the floor (mainly granite and granite-gneiss) of the Caledonide schists is exposed. The question now is how these rocks, which the author has referred to the basement, are related to the basement and overthrust rocks on the Swedish side of the border to the east. On Foslie's geological maps (1930, 1941, 1942) the eruptive rocks are designated, 'Lowermost potash-rich eruptive rocks' (in translation) and are subdivided into an upper microcline-gneiss and a lower microcline granite, the Tysfjord granite. Foslie considered both eruptive complexes as being Caledonian. In the border zone between the microcline gneiss and the Tysfjord granite occur mica-schists and even quartzites. They are termed 'Bunnglimmerskiffer' (bottom mica-schists) and 'kvartsit-gnejs' (quartzite gneiss) respectively and have been referred to as Cambro-Silurian. The microcline gneiss is considered by Foslie to have been intruded into the lowermost part of the geosynclinal sediments. He admits, however, some uncertainty regarding the age of the eruptive rocks and calls them by the non-

committal term 'Bunnmassivets' rocks (i.e. bottom massif rocks). Th. Vogt (1941) considers that the Tysfjord granite of the basement massif is a PreCambrian granite on account of its petrographic similarity with the PreCambrian granite in the basal portion of the Caledonian mountain chain in the east. But the gneiss-granite above the Tysfjord granite is considered by him to be a palingenic granite intruded in Caledonian time and derived from a melted upper portion of the basement. In 'Geology of Norway' (1960) edited by O. Holtedahl, T. Strand says that the Tysfjord granite of the bottom gneiss is a PreCambrian eruptive rock which has not been significantly altered by the Caledonian alteration processes. No definite proof that this is the case on the Norwegian side of the border has yet been obtained.

When the microcline gneiss of the basement massif west of Akkajaure crosses the interstate border in the Norrbotten mountains it is called overthrust basement granite. A conclusive reason for saying that the big slice of overthrust granite and syenite in the southern and central parts of the Norrbotten mountains is without doubt PreCambrian, is that the rocks of the thrust slice further south in the southern Norrbotten mountains and in the Västerbotten mountains except for the eruptive rocks, contain late Pre-Cambrian sparagmites and that the latter clearly overlie the former (cf Kulling, 1934 and 1942).

On the Norwegian side of the state border the overthrust basement is called gneiss. For the easterly continuation of the Norrbotten mountains the term mylonite or cataclastic basement has often been used. This is related to the fact that the strongly cataclastic, partly mylonitic rocks in the eastern part of the overthrust PreCambrian slice pass westwards into strongly foliated gneisses. The author has studied one of these gneisses, the microcline gneiss in the Ofoten area on the western edge of the Håfjellsmulden map sheet mentioned above (see Fig. 66, cf Kulling, 1960). The gneiss in question lacks all traces of older, relict features. As one can see, even from the reconnaissance maps of the rocks of the Narvik—Ofoten area, complete conformity does not exist between the microcline granite gneiss and the overlying schistose rocks. This disconformity can have arisen in connection with the transformation of the thrust rocks to crystalline schists. The comparison between the rocks of the northern Norrbotten mountains and the Norwegian Caledonide rocks in the west has shown how these units could be correlated with each other. Both mountain areas, when taken together, represent a single portion of the Scandinavian Caledonides where the mountain chain was relatively narrow.

Correlations to the north. Connections with the Finnish and Norwegian portions of the mountain chain are possible via the Pältsa area. The distribution of the Hyolithus Series in the Finnish part of the eastern marginal zone of the mountain north of Kilpisjärvi has already been dealt with in preceding pages. The continuation of the marginal zone northeastwards into Norwegian territory has recently been described by Skjerlie and Tek Hong Tan (1961). These authors describe in particular the rocks around Reisadal in West Finnmark and, among other things, present a number of sections through the Hyolithus Series of this area. These sections seem to be in general similar to those of the Torneträsk area, that is to say, a basal conglomerate followed by alternating sandstones and shales. The basal sediments have at some places the character of a sedimentary breccia a few metres thick. The breccia which was discovered and described by P. Holmsen (1956, 1957), is referred to as Eocambrian tillite. From the description the rocks seem to be similar to the sedimentary breccia called the Vakkejokk breccia in this paper and which occur partly at the base of the sediments of the Hyolithus Series, partly as a layer some distance up in the succession.

In the Reisadal area Skjerlie and Tek Hong Tan report a nappe, the Jerta nappe, lying on the rocks of the Hyolithus Series. This nappe is made up of quartzites and schists. At some places layers of dolomite and sedimentary breccia have been observed. The breccia consists largely of dolomitic fragments but quartzitic and greenstone fragments are also present. Like the sedimentary breccia in the Hyolithus Series the breccia in the Jerta nappe is interpreted by the above-mentioned authors as a tillite, the 'dolomite tillite'. To judge from their text-figures the breccia material is partly rounded. A fine-grained sorted conglomerate occurs together with the dolomite breccia judging from local, frost-loosened blocks. The conglomerate is considered to be of fluvio-glacial type. The Jerta nappe has an exposed width of up to 10 km at some places and a thickness of 500 m. SW of the later area in the Finnish portion of the eastern marginal zone of the mountain chain H. Hausen (1942) has previously identified equivalent thrust rocks. He describes them as parautochthonous blue quartz-shale-dolomite rocks separating the autochthonous Hyolithus Series from the 'Mountain schist formation'. The above account of the northerly continuation of the lower thrust rocks of the northern Norrbotten mountains, the Rautas nappe complex, shows that the composition of the rocks is approximately the same in the north as in the south. But portions of Pre-Cambrian basement associated with the sedimentary succession seem to be absent in the lower thrust rocks in the Finnish and Norwegian parts of the mountain marginal zone.

In the papers of Hausen and Skjerlie and Tek Hong Tan only brief mention is made of the composition of the crystalline thrust rocks. A more extensive treatment of the thrust rocks has been given by P. Padget (1955) whose map of the Birtavarre area SE of Kåfjord (Troms) extends to the south over the Finnish part of the mountain marginal zone towards Kilpisjärvi. Hausen mentions briefly that the lower part of the Mountain Schist Formation is made up of mylonitic hard schists. In Padget's account they seem to be made up of a unit which is described as sparagmitic schists with a mylonitic lower portion. Both Hausen and Padget call the tectonic contact below the metamorphic thrust rocks the Seve thrust. They have not found any tectonic zone between the mylonitic hard schists (Hausen) and partly sparagmitic schists (Padget) and the overlying crystalline schists. As is evident from the author's account of the Pältsa area no tectonic boundary has been found between the overthrust PreCambrian and overlying crystalline schists. Hausen and Padget have both studied the thrust rocks below the crystalline schists north of the lake Kilpisjärvi through which the Finnish-Swedish border passes. The author's investigations in the Pältsa area south of this lake show that the rocks in question consist of fine-grained gneisses, granites and syenites. In the overthrust rocks of the northern Norrbotten mountains quite fine-grained feldspathic rocks occur at several places and on closer examination are seen to be leptitic gneisses, fine-grained granites, sediments of the PreCambrian Sjöfall series etc. It seems probable that the so-called sparagmitic schists below the crystalline schists in the thrust rocks north of Kilpisjärvi in fact contain fine-grained rocks older than the late-Pre-Cambrian sparagmites. It is hardly likely that the above-mentioned thrust rocks north and south of Kilpisjärvi should have quite different characters. In the author's view there seems reason to question the sparagmitic age of the sparagmitic schists which, according to Skjerlie and Tek Hong Tan's map over Reisadal, make up a belt several tens of kilometres broad in the thrust rocks. In the sparagmitic schists occur important zones of greenschist as well as lesser, rounded amphibolite bodies. The author's in question (Skjerlie and Tek Hong Tan) have interpreted the greenstones as Cambro-Silurian which during the Caledonian orogeny were downfolded into the sparagmitic rocks. But as greenschists of volcanic origin have not been found immediately above and NW of the sparagmitic schists it seems that this interpretation is unlikely. The author therefore

wonders whether the whole of these greenstone-bearing sparagmitic schists are not overthrust basement.

In Padget's paper on the Birtavarre area the thrust rocks above the sparagmitic schists are called the Birtavarre Series. The lowermost part of these can, as will be shown below, be correlated with the Seve-köli rocks in the northern Norrbotten mountains. First, however, Padget's subdivision of the Birtavarre Series merits further mention. He separates and names 8 stratigraphic units which rest on a somewhat heterogeneous granitized rock complex.

8. *The Quartzite Series*, the uppermost series contains quartzites and mica-schists.
7. *The Store Borsejok Series* consists of quartz-mica schists and mica-schists. Graphitic horizons and amphibolitic beds also occur and in certain parts the series is more or less strongly granitized.
6. *Schists-with-thin-limestones*. This series differs from that immediately above by the presence of limestones and the occurrence of doleritic bodies which seem to be younger than the main phase of regional metamorphism. Granitization has affected the lowermost and central parts of the Series.

The tectonic boundary below the last-named series is called the Cappis thrust by Padget. It is cartographically well documented cutting across elements of the three underlying series. There is also a significant recrystallization of the schists immediately above the thrust zone and augen and granite gneisses are developed.

5. *The Greenschist Series*. This is the uppermost series in the lower, main nappe and occurs over a limited area only. The rocks are interpreted as basic lavas.
4. *The Ankerlia Series* is subdivided as follows:—
 - a. the Upper Brown Schist
 - b. the Ankerlia schists, the ore-bearing formation in the area, is further subdivided into the Upper Ankerlia Schist, the Banded Ankerlia Schist and the Lower Ankerlia Schist
 - c. The Lower Brown Schist

Each unit has its characteristic features and composition. Amphibolites occur, sometimes in abundance. Pegmatites were noted in the Upper Ankerlia Schist. The Ankerlia Series is separated from the underlying formation by a quartzite conglomerate.

3. *The Guolas Limestone Series*. This is a valuable marker horizon, easy to follow in the field and conformable to the formations above and below. It contains numerous layers of muscovite schist and hornblende- and hornblende-garnet-mica schist. Greenstones of several types, including one with pillow structure, also occur.
2. *The Nitsim Varre Series*. This is characterized by white quartzites alternating with dark schists. Numerous basic bodies, probably intrusive, are also present in the Series. The lowest part is somewhat granitized.
1. *Big Limestone Series*. The pale limestones are interbedded with dark schists. Numerous basic intrusive beds occur, partly in the form of lenses, partly as rounded, ball-like bodies.

Between the Big Limestone Series and the sparagmitic schists is a series of granitized rocks, partly with the appearance of gneiss and augen gneiss. Large and small bodies of basic eruptives are present in the series. No further subdivision of these granitized rocks has been possible as the composition is too variable from one area to another. The granitization lessens in the upper part of the Series. No granitization has taken place in the sparagmitic schists below the Birtavarre Series.

After this review of the stratigraphy of the Birtavarre area the author will attempt to correlate it with the crystalline thrust rocks in the northern Norrbotten mountains.

In the Pältsa area, directly upon the overthrust basement and as the lowermost member of the crystalline schists, lies a fine-grained, partly feldspathized mica-schist, a gneiss with fresh feldspars and somewhat garnet-bearing. Superficially it bears close similarity with the underlying PreCambrian gneisses which, however, are cataclastic and lack garnets. One can say that the above-mentioned feldspathized mica-schists in the

thrust rocks of the Pältsa area can be interpreted as a mild equivalent to the granitized rocks in the lowermost part of the Birtavarre Series in the Birtavarre area. The corresponding rocks in the Torneträsk—Akkajaure area, namely the porphyroblastic gneiss below the eastern amphibolite, between the amphibolite slice and the hard schist series, occupy large areas. The amphibolite slice thins out and both it and the porphyroblastic gneisses disappear to the west. The hard schist series then lies directly below the Nuolja marble formation of the westerly high mountains.

The Big Limestone Series in the Birtavarre area can be correlated without difficulty with the marble formation in the Pältsa area and with the Nuolja marble in the Torneträsk area and southwards. Continuing this correlation it can be argued that the Nitsim Varre Series with its white quartzites and dark schists in the Birtavarre area corresponds to the lower part of the Narvik schists which contain quartzitic elements, and with the garnet-mica schists of the westerly Abisko high mountains with their graphitic schists and interbedded quartzites.

Correlations with the middle and upper formations of the Birtavarre Series and corresponding upper parts of the Seve-köli rocks in the Torneträsk—Narvik—Ofoten area together with the mountains to the south have also been attempted but with less certain results. They are not therefore included here. It is, nevertheless clear that denudation has reached much more deeply in the northern Norrbotten mountains than in the Birtavarre area to the north.

Connections to the south. The author has on several previous occasions made comparisons between rocks in the northern and southern parts of the Lappland mountains, often starting from the southerly parts or from the Västerbotten mountains but also from the Torneträsk area in the north. The rocks of the southern part of the northern Norrbotten mountains have been only very briefly treated in these comparisons as large areas were virtually unknown geologically at the time of writing. Now the main part of the southern Norrbotten mountains have at least been reconnaissance surveyed by the author and other geologists. The information has, however, only been partly studied and it is still too early to make a detailed comparison between the rocks in the north and south of the Norrbotten mountains. Only a few general remarks on the relationship between the rock complexes in the northerly and southerly parts of the Lappland mountains can be given at this stage.

The sedimentary rocks of the Hyolithus Series form a narrow zone along the eastern border of the southern Norrbotten mountains southwards into Västerbotten. The name of the sedimentary series, as is well known, is taken from the fossil *Hyolithes* sp. of Lower Cambrian age which occurs in these sediments and as the autochthonous sediments in the marginal zone of the Västerbotten mountains contain both Cambrian and Ordovician deposits the name Hyolithus Series is usually reserved for the Norrbotten portion of the sedimentary sequence. In the marginal zone of the Västerbotten mountains the author has divided the autochthonous sediments into 2 parts — the fossiliferous Cambro-Ordovician sequence and the underlying, fossil-free Laisberg sandstone. To the south the Laisberg sandstone disappears from the rocks of the marginal zone in the Vojmsjö area. Northwards it passes into Norrbotten and has a thickness of 50—60 m in the Laisvall area. Even around Kvikkjokk it is 50 m thick but north of this it thins markedly. In the St. Sjöfall area, on the northern edge of the marginal zone of the southern Norrbotten mountains it has practically disappeared.

The Laisberg sandstone is closely associated with the overlying, fossilbearing rocks, the lowest portion of which has fossils from the faunal zone 2 of the Lower Cambrian. It is, therefore, justifiable to assign the sandstone in question to the Lower Cambrian. Comparisons with the Laisberg sandstone and the sedimentary formations of the

Hyalolithus Series in the northern Norrbotten mountains indicate that the former is comparable with the sediments below the Vakkejokk breccia. No sedimentary breccia has, however, been found in contact with the Laisberg sandstone of the marginal zone of the Västerbotten mountains.

In the marginal zone of the southern Norrbotten mountains and the Västerbotten mountains the lower thrust rocks have been called the Blaik thrust complex for the past 20 years or so. (Kulling, 1940, 1942). The eastern part of these thrust rocks is often called the Ström quartzite nappe. The rocks in this eastern unit are similar to those in the Rautas thrust complex of the northern Norrbotten mountains. The reason for having different names for the lower thrust rocks in the north and south is the fact that existing descriptions are partly from northerly and partly from southerly portions of the Lappland mountains. Furthermore, the lower thrust rocks do not occur in the area between the northern and southern portions of the southern Norrbotten mountains.

About 50 years ago A. Hamberg introduced the name Syenite Nappe for the far-transported basement in the Sarek mountains south of Akkajaure (Hamberg, 1910). This nappe forms a southerly continuation of the Abisko complex in the northern Norrbotten mountains. Hard schists together with the underlying basement are characteristic for the Abisko complex. It therefore seems justifiable to retain Hamberg's name for the Sarek mountains and the adjacent mountain areas. Already 10 km south of Sarek the term Syenite Nappe is misleading for the overthrust basement as acidic eruptives have here given way to gneisses and metamorphic sediments. In the most southerly part of the northern Norrbotten mountains and in the marginal zone of the Västerbotten Caledonides, the southerly continuation of the above described thrust rocks is called the Stalon complex. In this complex sparagmitic arkoses and conglomerate of late-Pre-Cambrian age dominate over PreCambrian eruptives.

The thrust basement of the Akkajaure area forms a broad zone dividing the crystalline schists of the northern and southern Norrbotten mountains. In the east, both north and south of Akkejaure amphibolite and porphyroblastic gneisses dominate. In the west, on the other hand, the relationships on both sides of the zone in question are quite different. This is probably related to the fact that denudation in the north penetrated more deeply than in the south. North of the Akkajaure zone only the lower part of the Seve-köli sequence remains while in the western parts of the southern Norrbotten mountains even the upper part of the Seve-köli sequence is represented like the thrust complex above it. At some places in the upper part of the Seve-köli sequence occur fossils of Upper Ordovician age. As the uppermost parts of the Seve-köli rocks north of Akkajaure lie stratigraphically lower than the above-mentioned fossiliferous limestones in the same thrust unit in the southern Norrbotten mountains, it is obvious that the youngest rocks in the northern Norrbotten mountains do not extend up into the Upper Ordovician.

Before concluding this account of the relationships of the rocks of the northern Norrbotten mountains in relation to adjacent portions of the Caledonides, the author will comment on the meaning of the terms *the uppermost thrust rocks* and *the Main Seve nappe*. On the geological map of the northern Norrbotten mountains the lower limit of the middle thrust rocks is shown as the big overthrust while the border between the middle and the upper thrust rocks is shown as a tectonic boundary of lower order. The author's opinion is that the middle and the upper thrust rocks have a common root area in the geosyncline. The former represents a slice of the PreCambrian basement below the geosyncline together with the very lowermost sediments resting upon it. The latter represents geosynclinal rocks of eugeosynclinal type.

During the phase of overthrusting a movement zone arose within the middle portion of the thrust complex due to different competencies in the upper and lower parts of

the thrust rocks. The rocks of this movement zone show a tectonic banding. Later, a more or less clear tectonic boundary arose between the banded tectonites and the overlying, geosynclinal rocks with a more normal regional metamorphism.

In one of the author's reviews of the Caledonides (Kulling, 1944) the Seve-köli complex and the middle thrust rocks, the Stalon complex in the Västerbotten mountains, were collectively called *the Main Seve Nappe* (= Stora Seveskollan). This was to emphasize the close relations between them. In certain areas such as the Pältsa area in the northernmost part of the northern Norrbotten mountains and in the Finnish and Norwegian parts of the mountain chain to the north where no tectonic border has been found between the middle and the upper thrust rocks, the term Main Seve Nappe is used for the far-transported rocks. When the author has used the term upper thrust rocks in this paper as a synonym for the Seve-köli complex, the thrust complex above the latter has been called *the uppermost thrust rocks*.

It is also relevant to deal briefly with the distribution of the uppermost thrust rocks. These occur partly within westerly parts of the Norrbotten mountains, partly within the northwestern part of the Västerbotten mountains but have their widest distribution on the Norwegian side of the state boundary.

In the southern Norrbotten mountains the thrust rocks of the Sulitelma—Salojaure area (cf. Kautsky, 1953) on the state boundary belong largely to the uppermost thrust rocks. The distance from the northern edge of these thrust rocks to the south-west border of the northern Norrbotten mountains is only 10 km. The uppermost thrust rocks in the area are characterized by an abundance of peridotite and marble. Kautsky subdivides the rocks, which closely correspond to the author's uppermost thrust rocks, into 3 nappes. These are the Vasten, Salo and (uppermost) Gasak nappes. The author has dealt briefly with the rocks in the Sulitelma—Salojaure area (Kulling, 1960, 1962) and has expressed views regarding the delimitation of the different thrust complexes. A revision of the rocks in this area has not yet been completed. However, the author has divided the uppermost thrust rocks of the Sulitelma—Salojaure area in two nappes, namely *the Stipok nappe* and *the Viri nappe*. The former is the upper one and corresponds to Kautsky's Salo nappe and some northern parts of his Vasten and Gasak nappes. The Viri nappe corresponds to the greater parts of Kautsky's Vasten and Gasak nappes and rests on the seve-köli complex, which in the southern Norrbotten mountains as in the central Västerbotten mountains contains some formations with determinable fossils.

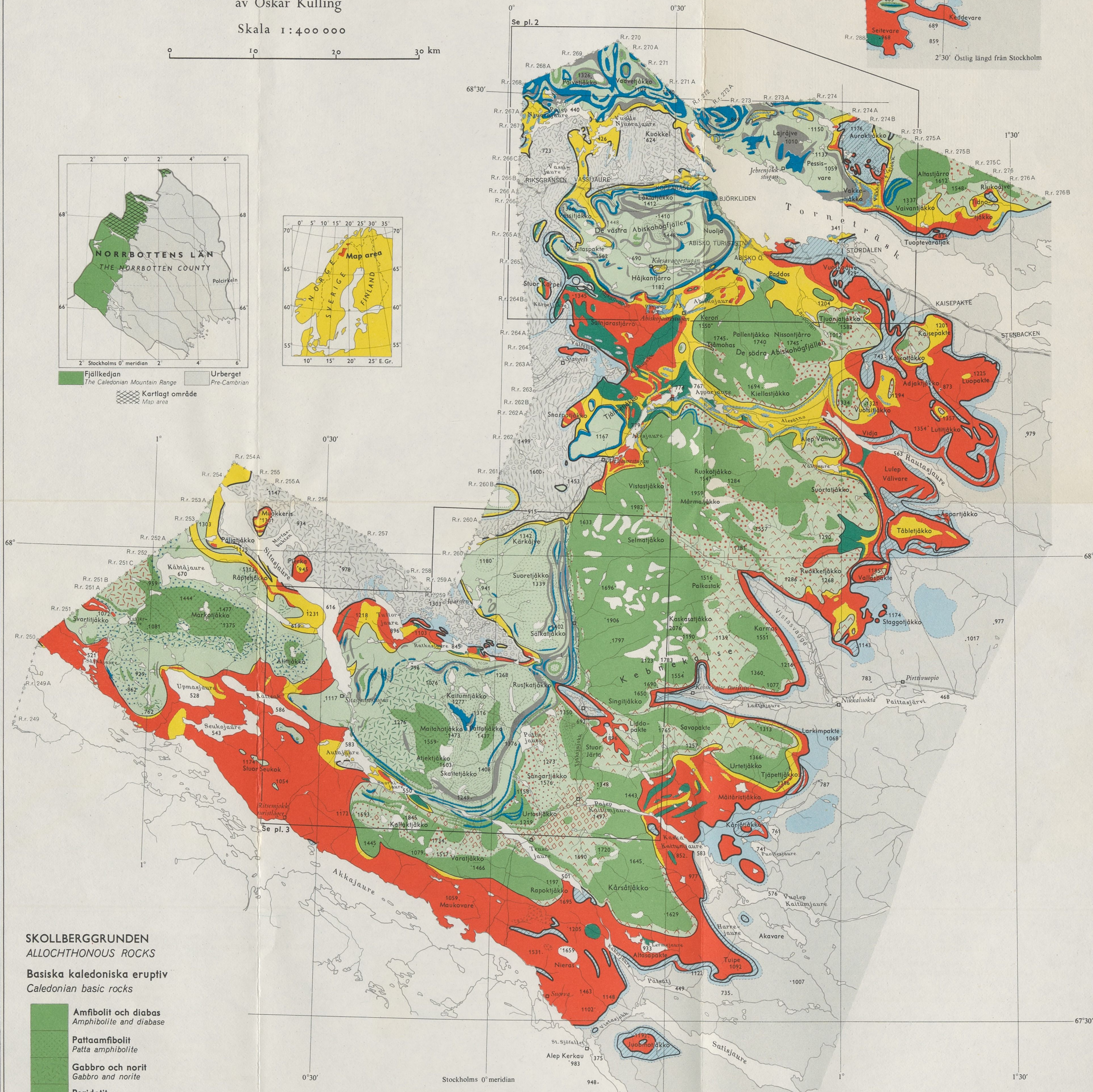
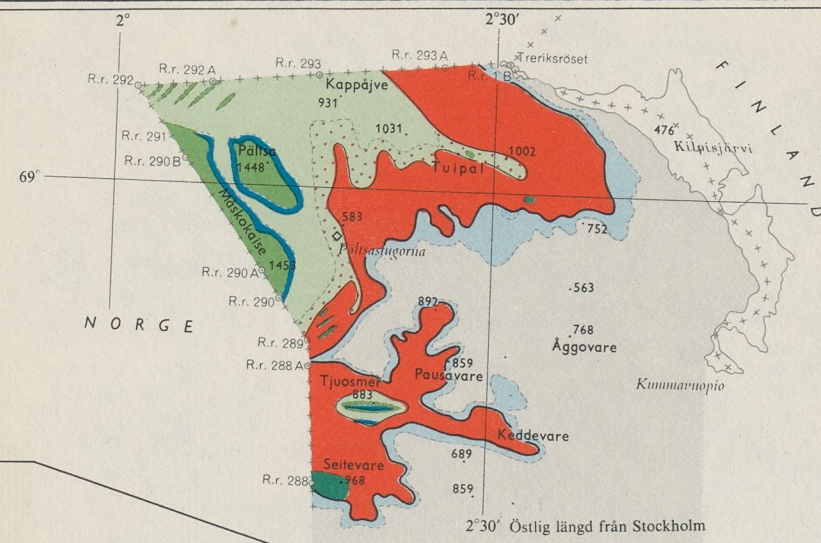
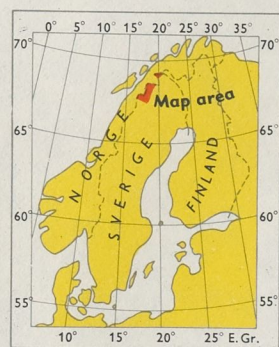
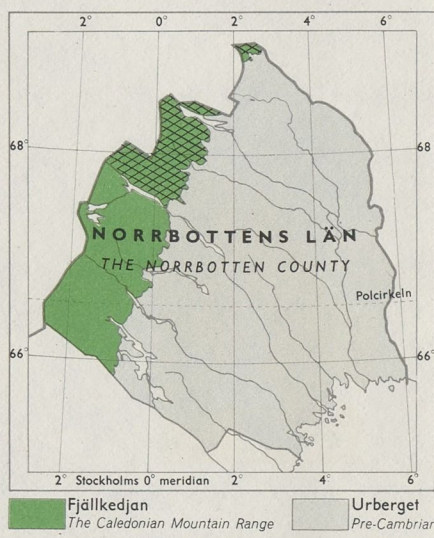
In the Västerbotten mountains the author considers the Rödingsfjäll nappe (cf. Kulling, 1956) to be the highest thrust complex in the uppermost thrust rocks. It occurs mainly in the NW part of the mountain area and is best described as partly migmatized bed-rock. In the central part of the Västerbotten mountains, between the lakes Björkvattnet and Virisen, occur rocks whose stratigraphy and fossil content enabled the author to establish the Seve-köli stratigraphy (cf. Kulling 1933). The area is the type area for the köli rocks of the Seve-köli complex. Between the Seve-Köli complex of the Björkvattnet—Virisen area and the Rödingsfjäll nappe in the northwestern part of the Västerbotten mountains lies a zone of rocks including Södra Storfjället, the Tängvattnet area, East Artfjället and Norra Storfjället. The southern part of the rock complex is in the literature known as the Södra Storfjället nappe. The author prefers to name the whole complex *the Storfjäll nappe*. In the northernmost part of the Västerbotten mountains the author recently observed that the typical Seve-Köli rock sequence of the area, with Lövfjäll phyllite, Slättdal limestone, Vojtja conglomerate and Gilliks greywacke quartzite, is to the west overthrust by the metamorphic rocks of the author's Storfjäll nappe. Compare the table on p. 138.

Bibliography, see p. 134

BERGGRUNDSKARTA ÖVER NORRBOTTENSFJÄLLENS NORRA DEL THE CALEDONIAN MOUNTAIN RANGE OF THE NORTHERN PART OF THE NORRBOTTEN MOUNTAINS

Inom Sveriges Geologiska Undersökning upprättad 1963
av Oskar Kulling

Skala 1:400 000



SKOLLBERGGRUNDEN ALLOCHTHONOUS ROCKS

Basiska kaledoniska eruptiv Caledonian basic rocks

- Amfibolit och diabas
Amphibolite and diabase
- Pattaamfibolit
Patta amphibolite
- Gabbro och norit
Gabbro and norite
- Peridotit
Peridotite

Högetamorf sediment till gnejs (Granatstadiet och högre) High metamorphic sediments and gneisses (Garnet and higher facies)

- Marmor, vanligen kalkmarmor
Marble, generally calcite marble
- Grafitkiffer
Graphite schist
- Glimmerskiffer i allmänhet, vanligen granatglimmerskiffer
Mica schist in general, often garnet-mica schist
- Patta kvartsit
Patta quartzite
- Kvartsit och kvartsitisk glimmerskiffer i allmänhet
Quartzite and quartzose schist in general
- Kalkglimmerskiffer
Calcareous mica schist
- Kärnskiffer
Garnet schist
- Glimmerskiffer med muscovitporfyroblast
Mica schist with muscovite porphyroblasts
- Granatgnejs — gnejsglimmerskiffer
Garnet gneiss — felspar mica schist
- Gnejs med fältspatögon
Gneiss with felspar porphyroblasts
- Migmatit, "Giccegnejs"
Migmatite, "Gicce-gneiss"
- Grå gnejs, vanligen finkornig
Grey gneiss, often fine grained
- Gnejsbergarter och porfyroblastkiffer; föga undersökt berggrund
Gneissic rocks and porphyroblastic schists; undifferentiated

SKOLLBERGGRUNDEN (Forts) ALLOCHTHONOUS ROCKS (Continuation)

- Hårdskiffer. Utom kvartsitårdskiffer med fyllithårdskifferinlagringar förekommer en rad bandade, finkorniga bergarter av delvis svårolkad karaktär "Hard schists". Quartzitic and phyllitic rocks and other banded tectonites, partly of uncertain genetical origin
- Dolomit
Dolomite
- Lågetamorf sediment (Klorit—sericitstadiet)
Low metamorphic sediments (Chlorite—sericite facies)
- Kvartsit, fyllitskiffer mm.
Quartzite, phyllitic slate etc.
- Dolomit
Dolomite
- Urbergbergarter
Archean rocks
- Sura eruptiv, vanligen granit och syenit
Salic igneous rocks, principally granite and syenite
- Sjöfallseriens sediment
Sjöfall sedimentary series
- Basiska eruptiv
Basic igneous rocks
- Dolomit
Dolomite

AUTOKTON BERGGRUND AUTOCHTHONOUS ROCKS

Hyalithusseriens kambriska sedimentberggrund The Hyalithus series

- Alunsiffer, lerskiffer, sandsten, konglomerat, sedimentbreccia, arkos
Alum shale, shale, sandstone, conglomerate, sedimentary breccia, arkose

Fjällkedjans urbergsunderlag Archean basement rocks

- Granit och syenit
Granite and syenite
- Porfyr
Porphyry
- Migmatit
Migmatite
- Basiska eruptiv
Basic igneous rocks
- Glimmerskiffer
Mica schist
- Dolomit
Dolomite

Urberg öster om fjällkedjan The Archean basement to the east of the Caledonides

- Tektoniska gränser
Tectonic boundaries
- Undre gräns för den övre skollberggrunden el. seve — köliberggrunden
Lower limit of the Upper thrust complex—Seve — köli complex
- Stora överskjutningsgränsen, undre gräns för den mellersta skollberggrunden
Main overthrust—Lower limit of the Middle nappe complex
- Gränser inom och vid basen av den undre skollberggrunden
Boundaries in and at the base of the Lower nappe complex

Reproduktionsritningen är utförd av Margot Ekman

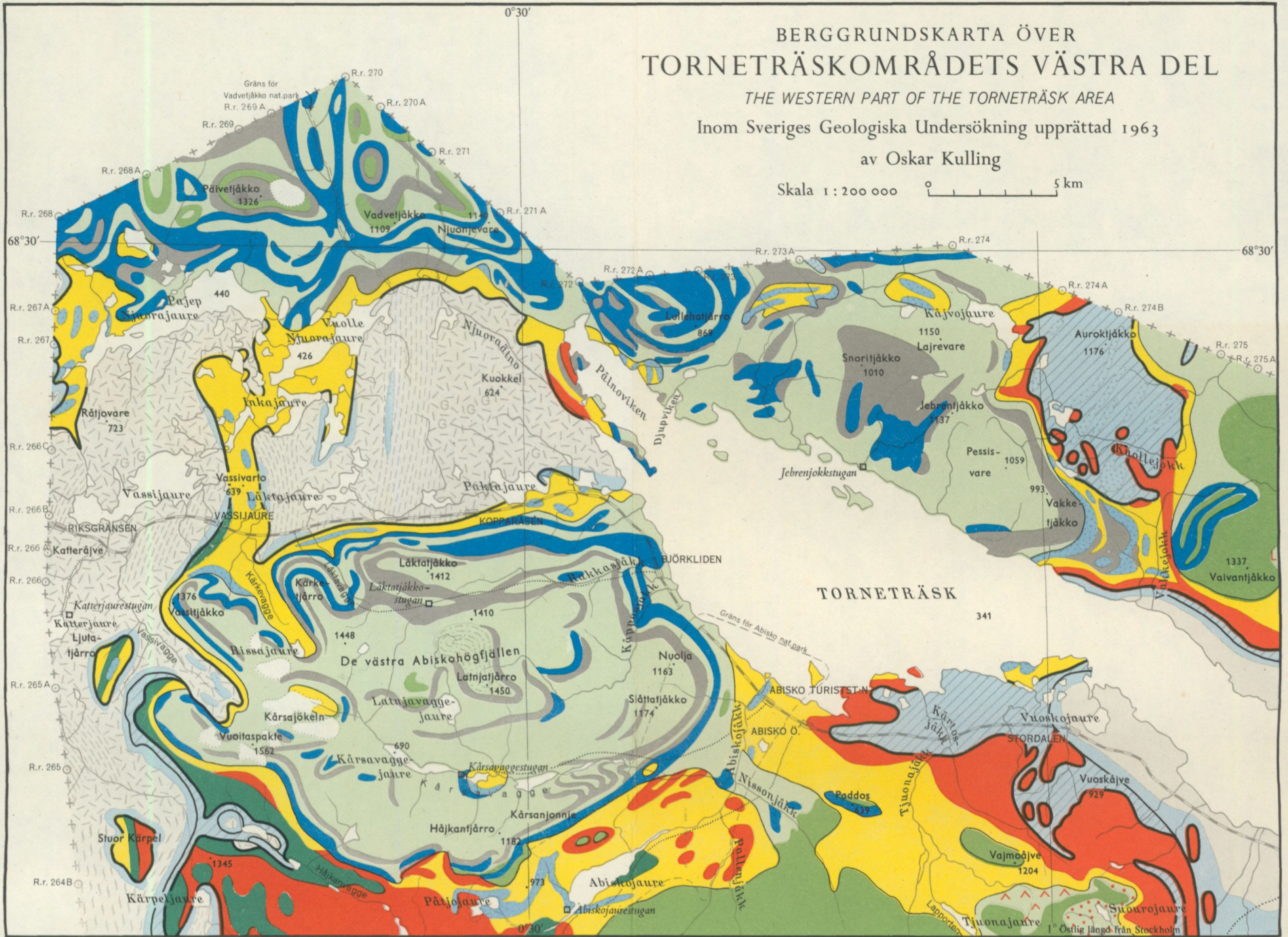
BERGGRUNDSKARTA ÖVER
TORNETRÄSKOMRÅDETS VÄSTRA DEL

THE WESTERN PART OF THE TORNETRÄSK AREA

Inom Sveriges Geologiska Undersökning upprättad 1963

av Oskar Kulling

Skala 1:200 000 0 5 km



Ur sekretessynpunkt: för spridning godkänd i Rikets allmänna kartverk 25/10 1965

AB KARTOGRAFISKA INSTITUTET
ESSELTE AB. STOCKHOLM 1965

SKOLLBERGGRUNDEN

ALLOCHTHONOUS ROCKS

Basiska kaledoniska eruptiv
Caledonian basic rocks

Amfibolit och diabas
Amphibolite and diabase

Högmetamorfa sediment till gnejser
(Granatstadiet och högre)

High metamorphic sediments and gneisses
(Garnet and higher facies)

Marmor, vanligen kalkmarmor
Marble, generally calcite marble

Grafitkiffer
Graphite schist

Glimmerskiffer i allmänhet, vanligen granatglimmerskiffer
Mica schist in general, often garnet-mica schist

Kvartsit och kvartsitisk glimmerskiffer i allmänhet
Quartzite and quartzose schist in general

Granatgnejs — gnejsglimmerskiffer
Garnet gneiss — felsparic mica schist

Gnejs med fältspatögon
Gneiss with felspar porphyroblasts

Gnejsbergarter och porfyroblastiskiffer; föga undersökt bergart
Gneissic rocks and porphyroblastic schists; undifferentiated

Medelmetamorfa sediment mm. (Biotitstadiet)

Medium metamorphic sediments etc. (Biotite facies)

Hårdskiffer. Utom kvartsithårdskiffer med fyllithårdskifferinlagringar förekommer en rad bandede, fin-korniga bergarter av delvis svårtolkad karaktär "Hard schists". Quartzitic and phyllitic rocks and other banded tectonites, partly of uncertain genetical origin

Dolomit
Dolomite

Lågmetamorfa sediment (Klorit — sericitstadiet)

Low metamorphic sediments (Chlorite — sericite facies)

Kvartsit, fyllitskiffer mm.
Quartzite, phyllitic slate etc.

Dolomit
Dolomite

SKOLLBERGGRUNDEN (Forts)

ALLOCHTHONOUS ROCKS (Continuation)

Urbergsbergarter

Archean rocks

Sura eruptiv, vanligen granit och syenit
Salic igneous rocks, principally granite and syenite

Basiska eruptiv
Basic igneous rocks

AUTOKTON BERGGRUND

AUTOCHTHONOUS ROCKS

Hylolithusseriens kambriska sedimentberggrund

The Hylolithus series

Alunskiffer, lerskiffer, sandsten, konglomerat, sedimentbreccia, arkos
Alum shale, shale, sandstone, conglomerate, sedimentary breccia, arkose

Fjällkedjans urbergsunderlag

Archean basement rocks

Granit och syenit
Granite and syenite

Migmatit
Migmatite

Basiska eruptiv
Basic igneous rocks

Glimmerskiffer
Mica schist

Urberg öster om fjällkedjan
The Archean basement to the east of the Caledonides

I fönsterområdena
In the windows

Tektoniska gränser

Tectonic boundaries

Undre gräns för den övre skollberggrunden el. seve — köliberggrunden
Lower limit of the Upper thrust complex = Seve — köli complex

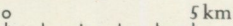
Stora överskjutningsgränsen, undre gräns för den mellersta skollberggrunden
Main overthrust = Lower limit of the Middle nappe complex

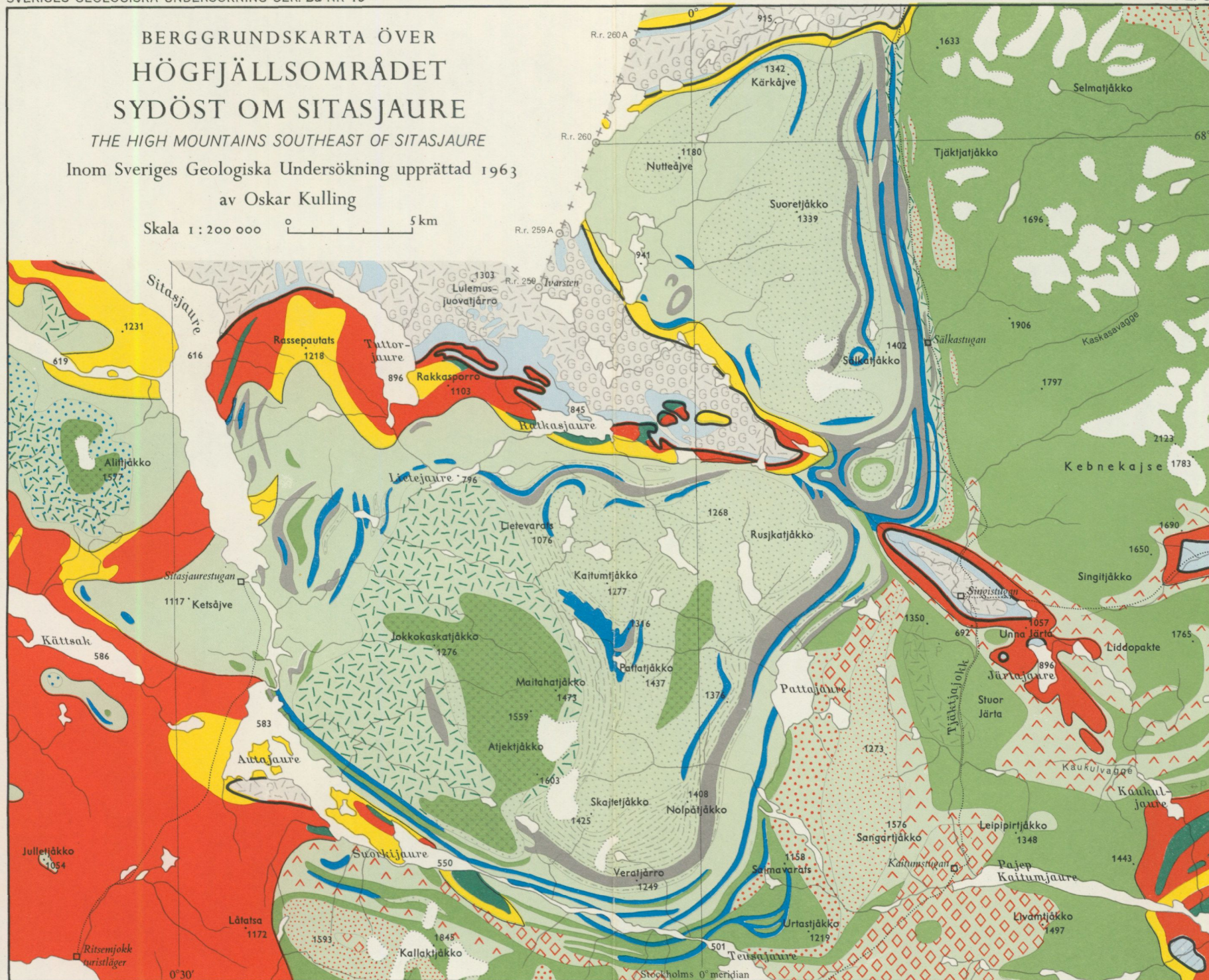
Gränser inom och vid basen av den undre skollberggrunden
Boundaries in and at the base of the Lower nappe complex

BERGGRUNDSKARTA ÖVER HÖGFJÄLLSOMRÅDET SYDÖST OM SITASJAURE

THE HIGH MOUNTAINS SOUTHEAST OF SITASJAURE

Inom Sveriges Geologiska Undersökning upprättad 1963
av Oskar Kulling

Skala 1 : 200 000  5 km



Ur sekretessynpunkt: för spridning godkänd i Rikets allmänna kartverk 25/10 1965

Teckenförklaring, se pl. 1 Legend, see pl. 1

PRIS 40 KRONOR

Distribueras genom

GENERALSTABENS LITOGRAFISKA ANSTALTS FÖRLAG
STOCKHOLM 1

STOCKHOLM 1965. KUNGL. BOKTRYCKERIET P. A. NORSTEDT & SÖNER

PRINTED IN SWEDEN