

7, -

27977

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 195

ÅRBOK

1955

UTGITT VED
SVEN FØYN

Direktor



OSLO 1956

I KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.



Innhold

	Side
Gunnar Holmsen: De fem jordartregioner i Norge. Med 1 tekstfigur. <i>Summary:</i> The five Soil Regions of Norway	5
Steinar Skjeseth: Geologi og vannboring. Kambro-silurbergartenes hydro- geologi i Mjøstraktene. Meddelelse fra Vannboringsarkivet nr. 3. Med 10 tekstfigurer. <i>Summary:</i> Geology and water-drilling. Hydrogeology of the Cambro-Silurian Rocks of the Mjøsa District. Report No. 3 from the Archives of Well-drillings	15
Per Holmsen: Oppsprekning, topografi og vannføring i massive dypbergarter. Meddelelse fra Vannboringsarkivet nr. 4. <i>Summary:</i> Relation between Jointing, Topography and Ground-water in Massive Igneous Rocks. Report No 4 from the Archives of Well-drillings	37
Trygve Strand: Gabbrokonglomeratet i Sjødalen. Med 2 tekstfigurer. <i>Summary:</i> The Gabbro Conglomerate in Sjødalen.....	43
Christoffer Oftedahl: Om Grongkulminasjonen og Grongfeltets skyvedekker. Med 1 plansje. <i>Summary:</i> On the Grong Culmination and the Grong Thrust-nappes	57
Per Holmsen: Hyolithus-sonens basale lag i Vest-Finnmark. Med 4 tekst- figurer. <i>Summary:</i> The Basal Layers of the «Hyolithus Zone» in western Finnmark	65
M. G. Oosterom: Some Notes on the Lille Kufjord Layered Gabbro, Seiland, Finnmark, northern Norway. With 6 text-figures. <i>Sammendrag:</i> Om den lagdelte gabbro-bergart i Lille Kufjord, Seiland, Vest-Finnmark	73
Norges geologiske undersøkelse. Årsberetning for 1955. Ved direktør Sven Føyen	89
Fortegnelse over Norges geologiske undersøkelses publikasjoner og kart	111

De fem jordartregioner i Norge*)

AV

GUNNAR HOLMSTEN

Med 1 tekstfigur

De jordarter vi har i Norge er ikke gamle i geologisk forstand. Noe av det grus vi finner har riktignok ligget her tillands allerede før den siste nedising, det viser dets innhold av mammuttenner og knokler av moskusokse, om enn disse fossiler er sjeldne. Men som det nu ligger er gruset brakt på sin plass efter istiden. Det aller meste av Norges jord ble avsatt i istidens smeltningssperiode. Herunder kunne forskjellige betingelser gjøre seg gjeldende. Der kan utskilles 5 jordartregioner hvis særpreg skyldes det forløp innlandsisens smeltning hadde i dem. Dette fremgår av det kartverk Norges Geologiske Undersøkelse utgir under betegnelsen kvartærgeologiske karter. Dette kartverks inndelingsgrunnlag er gitt av jordartenes *genesis*. Der er skilt mellom de jordarter som er dannet på stedet og de, som er kommet annet steds fra. Til den første gruppe hører forvittringsgrus, torv og andre humusjordarter, som alle er oppstått efter istiden. Til den annen gruppe hører bregrus, avleiringer i elver og sjøer, samt avleiringer avsatt i havet. Videre er der skjelnet mellom berggrunnsområder som er blottet for løsmateriale, og områder som bærer et uregelmessig, stort sett tynt dekke av bregrus eller en annen jordart. Et område med et tynt jorddekke hvor knatter og små bergheller stikker frem, er på kartet betegnet som «berggrunn med sparsomt dekke» hvor der med anvendelse av mer tid og nøyaktighet kunne være skilt ut så vel

*) Foredrag holdt i Videnskaps-akademiet i Oslo, 9. des. 1955

mindre partier med blottet berggrunn som områder med breavleiringer, torvmyr etc. på det kartunderlag som er valgt.

Likedan som det under karttegningen i målestokk 1:250 000 ikke har vært gjennomførbart å utskille mindre områder av bar berggrunn fra løsavleiringene, så har det vist seg ugjørlig å gjennomføre en skarp avgrensning på kartet mellom de forskjellige jordslag, der hvor disse opptrer sammen. Mens eksempelvis støtsidene i et kollet landskap kan være fri for bregrus, er ofte lesidene dekket herav. På støtsidene kan derimot lyng, lav og mose ha dannet et humuslag, som er såpass fremtredende at det må tas med på kartet. I et sådant tilfelle avtegnes hele området, både støtsider og lesider, som en kombinasjon av bregrus og lynghumus i sparsomt dekke over berggrunnen. Til tross for at en generalisering som denne er skjønnsmessig, gir den dog et verdifullt bidrag til forståelse av jordsmonnet. Metoden er meget elastisk, idet de forskjellige kombinasjoner lett lar seg fremstille ved stripning i de farver jordartene tildeles, og den egner seg særlig godt til fremstilling av et oversiktskart i et land med så forskjelligartede betingelser for jorddekkets genesis som vårt. Såvel landets morfologi som dets klima, særlig under innlandsisens smelteperiode, har vært medbestemmende for jorddekkets art. Dette fremgår av kartbildet, men før jeg går nærmere inn herpå, må jeg omtale den grunnleggende betydning kjennskapet til innlandsisens smeltning har for vår forståelse av hvordan jordartene er oppstått.

Det er nu snart 100 år siden geologene erkjente at den Skandinaviske halvø hadde vært nediset således som Rink hadde sett det på Grønland i 1852. Theodor Kjerulf anvendte læren om istiden til forklaring av morenejordartenes dannelse så tidlig som i år 1858. Kjerulf tenkte seg, at isdekkets smeltning hadde foregått fra lavere til høyere nivå, fra kystene, som først ble isfri, opp mot høyfjellene, hvor de nuværende breer skulle være en siste levning fra istiden. Han kartla morenene, og kunne i kystsonen, hvor de er noenlunde sammenhengende, påpeke innlandsisens trinnvise smeltning. I inlandets dalfører kunne han derimot ikke finne sammenheng mellom morener fra den ene dal til den annen, og mente derfor at isdekket oppløste seg i forskjellige isfelter, Kjølens i øst, Jotunfjellenes med Røldalfjellene og Folgefonn i vest, Rondanes og Høg-Gias i midten og Nordfjords med flere ut mot vestkysten.

Berettigelsen av denne Kjerulfs oppfatning i det centrale Norge ble dratt i tvil såvel av botanikeren Axel Blytt som av geologen cand.

real. Andr. M. Hansen. Blytt tok i sin avhandling av 1876 «Indvandringen af Norges Flora» til orde for, at enkelte skiferfjell i det sentrale Norge hadde vært isfri før de øverste arktiske skjellbanker var avsatt. Andr. M. Hansen bygget i en avhandling «Om seter eller strandlinjer i store høider over havet», som utkom 1886 på de 30 år tidligere utførte undersøkelser av Hørbye over isens bevegelsesretning i nordre Østerdalen mot nordvest, motsatt landets hellningsretning, og på noen undersøkelser av daværende cand. min., senere bergmester og sølvverksdirektør Per Mortenson, foruten på de iakttagelser han selv hadde gjort på en stipendiereise. Hansen kom til den slutning, at innlandsstrandlinjene i nordre Østerdalen måtte være oppstått i bredemte sjøer. Oppdemningen skyldtes, at innlandsisens siste rest ikke var blitt liggende lengst på de høyeste fjellene, men på østsiden av landets hovedvannskille, så vann fra Glåma og dens tilløp i nordre Østerdalen som nå renner sørover, i smeltingstiden fant avløp gjennom isfri skar til de daler, hvor nå Driva, Orkla og Gaula går.

Denne Andr. M. Hansens hypotese førte til en langvarig diskusjon om innlandsisens smelting.

Bestyreren av Norges Geologiske Undersøkelse, dr. Reusch, foretok i 1892 en reise til Hallingdal, Numedal og Telemark for å gjøre iakttagelser og ta standpunkt til Andr. M. Hansens påstand om at breskillet også i disse dalfører skulle ha ligget øst for landets hovedvannskille. Reusch kom til det resultat, at der ikke i noen av dem fantes spor etter istransport oppover dalene, og at der ikke forekom strandlinjer etter bredemte sjøer i dem. Skuringsmerker og blokktransport viser overalt at isens bevegelse har foregått nedover dalene. — Til tross for at han i disse dalfører ikke fant spor etter bredemte sjøer, var Reusch, så vidt en kan se, den første norske geolog, som grep konsekvensen av Hansens oppfatning, idet han i 1898 skriver:

«Avsmeltningen av istidens bræmasser kan ikke have gaaet for sig saaledes, at der, medens den stod paa, har ligget virksomme bræer som istunger ned gjennom de forskjellige dale. Mangelen paa endemoræner er en støtte for den forestilling, man er ledet ind paa af andre grunde (de oppdemmede innsjøer), at isdækket i det søndenfjeldske under afsmeltningen laa hen som en død masse, der gradvis aftog i tykkelse og omfang til den ganske svandt bort.»

Senere har Reusch uttrykt den samme tanke således: (1909)

«Naar en gletschers overflade under smeltningen bliver lavere og lavere, vil det rimeligvis kunde indtræffe, at den opdeles, og at de

døde brærester udfylder hulninger i terrænet, idet isen holder sig længst der hvor den er mægtigst. Under dette kan det afrindende smeltevand afleire løsmateriale i mellemrummene.»

En av de siste tilhengere av Kjerulfs oppfatning var O. E. Schiøtz, som så sent som i 1913 hevdet, at aktive breer måtte holde seg helt til isen svant bort fra isskillet, og at de måtte etterlate seg endemorener helt opp til der hvor dette hadde ligget. Men denne oppfatning er ikke holdbar. Studiet av istidens smeltningsperiode viser, at den klimatiske snegrense raskt steg så høyt at den lå over breenes samleområde. Ingen nedbør, selv ikke den som falt i høyfjellene, kunne akkumuleres som sne sommeren over. Isresten fikk ingen tilførsel, og dens bevegelse opphørte etterhvert. Dens tykkelse skrumpet inn, vesentlig ved smeltning fra overflaten, og hvor istykkelsen var minst, kom underlaget først til syne. Fjellene trådte ut av isdekket før dalene. Istykkelsen i dalene kunne ennå være stor og med et visst sig i isen. De siste rester av innlandsisen ble således liggende lenge i dalene, hvor isen lå som klumper eller lange tunger uten bevegelse, som såkalte «døde» breer dekket av grus og slam ført med av smeltevann fra fjellene og de isfri dalsider, foruten det bregrus som fra gammelt av var inni eller oppå isen.

Det er dette dødisstadium, som over store deler av landet har vært bestemmende for jordartenes genesis.

Den hittil utførte kvartærgeologiske kartlegging i Målestokk 1: 250 000 omfatter nå fylkene Østfold, Akershus, Hedmark og mesteparten av Vestfold, Buskerud og Oppland fylker, samt store deler av Sør-Trøndelag, idet landgeneralkartene Oslo, Oppland og Hallingdal er trykt og utgitt, og i ferdig manuskript foreligger Røros og på det nærmeste Østerdalen og Ljørdalen. Kartbildet viser, at der på grunnlag av den anvendte jordartinnndeling fremkommer 5 forskjellige jordartregioner, som skyldes karakteristiske smeltningsfaser av innlandsisen fordelt på to områder, de aktive breers smeltningsområde, og det stagnerende isdekkes.

Av morenerekkenes beliggenhet i kystsonen og på lavlandet såvel som av deres oppbygning fremgår det, at smeltningsperioder her var avbrutt av brefremstøt. Breene var på den tid aktive, med transport av is helt ned til breendene. Men dette varte ikke lenger enn til at brekantene var drevet så langt tilbake som til de store østlandske sjøer Mjøsa, Randsfjord, Sperillen og Krøderen, hvis bekkenener isen fylte. På den tid hadde klimaet bedret seg så meget, at

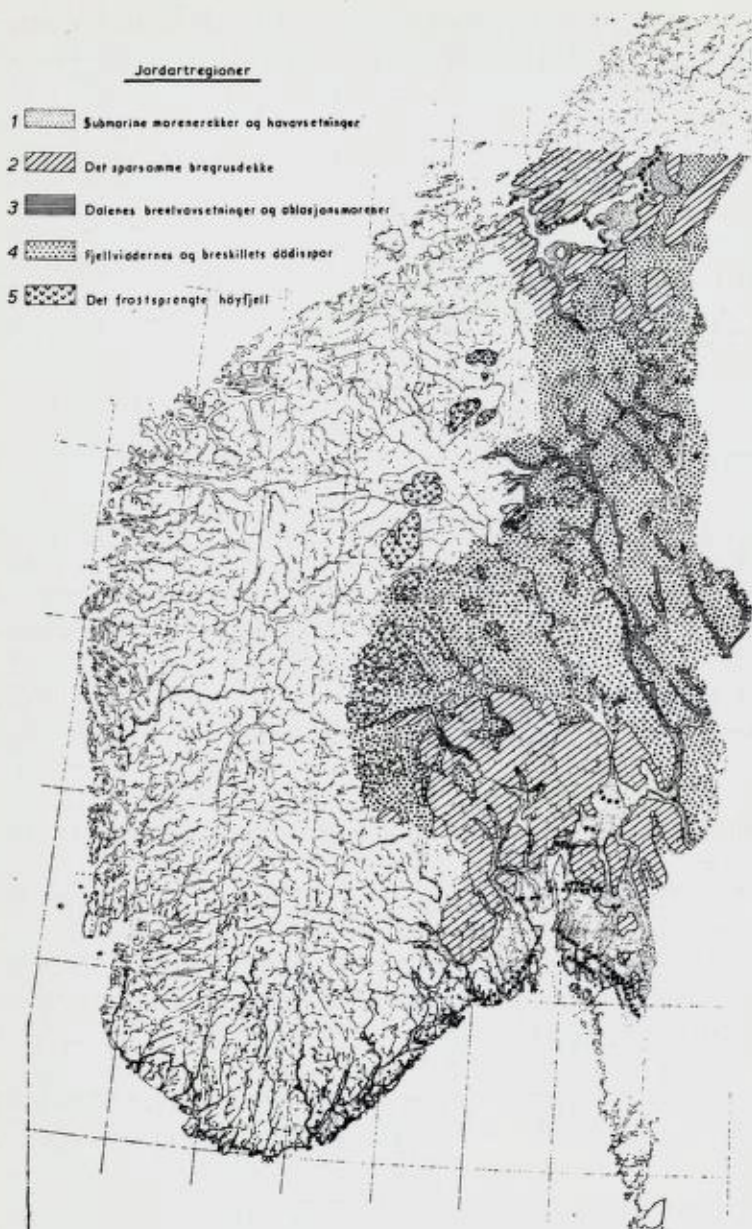


Fig. 1. Kart over de hittil erkjente jordartregioner i Norge.
Map showing the known distribution of the five soil regions of Norway.
See summary.

årets snemasse i fjellene kom i underskudd i forhold til smeltningen av is i lavere nivå. Breisen sank sammen, og dens smeltning foregikk kun fra dens overflate. Og der hvor den hadde sin minste tykkelse ble marken først isfri.

Således kan der skilles mellom de aktive breers smeltningsområde og det stagnerende isdekket område.

De aktive breers smeltningsområde omfatter:

1. De submarine morenerekkers region og havavsetningene mellom dem, altså den region som ligger under den senglasiøse marine grense.
2. Det sparsomme bregrusdekket region.

I det stagnerende isdekket område ligger:

3. Dalenes breelvavsetningers og ablasjonsmoreners region.
4. Fjellviddenes og breskillets dødisspor.
5. Det frostsprengte høyfjells region.

Region 1. er karakterisert ved at innen dette område nådde aktive breer helt ned til havet, avsatte morener langs isranden og marin leir og sand mellom morenerekkene. Omkring Oslo-fjorden, på Ringerike, Hadeland, Romerike og i Solør har denne region sin største utbredelse, og når her opp til en høyde av vel 200 m. Anseelig utbredelse har den også rundt indre del av Trondheimsfjorden, hvor den når til samme høyde. Ellers omgir den kysten som et smalt belte, som i den ytre del av øygarden noen steder ikke når høyere enn til 12—20 m over havet. Den er her mer dekket av torvjord enn av marine avsetninger.

Ovenfor denne region møter oss ved betraktning av kartet*) et belte, hvor torvjord og lynghumus er fremherskende over åspartiene mellom de store dalfører. Det er *det sparsomme bregrusdekket region*. Topografien her er uredig. Berggrunnen er gjennomskåret av små og store daler, og jorddekket er som følge herav vekslende fra sted til sted mellom bregrus, torvjord og lynghumus. Bare i landskapets groper og på lesiden av bergrygger, som ligger tvers over isbevegelsens retning, har bregruset anseelig tykkelse. Dalsidene er bratte og ofte med oppstikkende fjellknauser. Oppe på åsene hvor der er mindre bratt, ligger myrer spredt utover, eller berggrunnen bærer sitt tynne dekke av lynghumus. Stort sett er der skinn jord i denne region. Typisk herfor er den beskrivelse av Holleia Samuelsen har levert i sin

*) Det kvartærgeologiske i målestokk 1 : 250 000.

dagbok for 1935: «Den almindelige karakter her oppe i høyden er, at flatere partier har myr og ellers lite jord, liene derimot har noe bregrus. Hvor skråningene ligger langsmed brebevegelsen er de dog mest nakne.»

Når kartbildet av denne region følges fra blad Hallingdal til de tidligere utgitte karter Oppland og Oslo, fremgår det, at den fra Mjøsbygdene går i en stor bue mot sørøst over Odalsherredene til Eidskog og inn i Akershus fylke over Setskog. Den avskrapete berggrunn som gir regionen sitt preg, må hovedsakelig tilskrives den omstendighet, at breisen over dette område ennå var i bevegelse. Dens morenemateriale ble stort sett bortført fra området av smeltevannselver som rev det med seg til havarmene som var trengt inn i de store dalfører.

Efter at innlandsisen over åspartiene mellom dalførene var smeltet, lå ennå dyp is i dalene. Da den ikke fikk tilførsel, tapte den imidlertid sin bevegelse og gikk over til dødis. Grus og sand ble ført med flombekker fra dalsidene ut på dødisens overflate eller avleiret langs dens rand. Eftersom isen smeltet, fulgte dette materiale med og ble til slutt liggende mellom dødisklumpene i dalbunnen. Sammen med det bregrus isen opprinnelig hadde ført med seg, ablasjonsmorenene, fyller nå breelvavleiringer dalbunnen i våre østlandske dalfører, mange steder til stor tykkelse. Dette er: *Dalenes breelvavleiringers og ablasjonsmoreners region.*

Dødisområdene etterlater seg en eiendommelig lagfølge. Over breens bunnmorene, som stammer fra stedets egen berggrunn, ligger det morenegrus som breen har ført med seg langveis fra med stener fremmete for det underlag de nu ligger på. Ofte kan en se et tydelig skille mellom disse to morenelag. Bunnmorenen kjennes på et stort innhold av leirholdig binnstoff mellom stenene og på at i den finnes striper på enkelte stener som har skuret mot underlaget. Over den følger den langveis transporterte morene hvori finmaterialet er vasket bort, og hvis stener er mer eller mindre slitt på kantene etter den lange transport. Mellom eller over disse to morenelag ligger så det lagdelte breelvgrus hvor floer av sand og grus veksler. Dette er en alminnelig utbredt jordart med stor tykkelse i de fleste østlandske moer. Mange steder grov bekker og elver kløfter og tunneller i og gjennom isen, og mellom isklumpene og dalsiden var mange steder oppstuvet randsjøer, hvori sand og grus ble sedimentert. Ofte

fyltes også kløftene og tunnellene med sand og grus, og disse avsetninger sees nå som kortere eller lengere rygger, kalt «egger» eller «geitrygger» i dalene. Sør for breskillet ligger de i Trysilelvens dal, i Ljørdalen og fremfor alt i den mot nord hellende Julussas dal i Åmot. Nordenfor breskillet finner vi dem i alle Glåmas tilløp fra sørøst og sør, i Hådalen, Nørendalen, Hodalen, Gammeldalen, Tyldalen og flere.

Den neste region, som kan utskilles ved hjelp av det kvartærgeologiske kart, er: *Fjellviddenes og breskilletts døisspors region*.

Regionens sørgrense går i en stor bue fra Hardangerviddas utløpere i Uvdal over Aurdal — Torpo til Mjøsbygdene, og herfra til Solør. På Østlandet har den større utbredelse enn noen av de andre regioner. På Sørlandet, Vestlandet og i det nordlige Norge, unntatt Finnmark, vil det sannsynligvis vise seg, at det sparsomme bregrusdekket region dominerer.

I en sone mellom det frostsprengte høyfjell og det sparsomme bregrusdekket region ligger høyfjellsvidder med et mer eller mindre tykt dekke av bregrus. Her hadde innlandsisen en omfattende stagnasjon, hvorved dens last av grus, med unntagelse av hva smeltevannet kunne flytte, ble deponert på stedet hvor isen smeltet. Grusdekket er sammenhengende over store områder, med en leirholdig bunnmorene nederst, og derover en sandholdig ablasjonsmorene.

I høyfjellet opptrer mange steder områder med torvjord av noen få desimeters tykkelse over bregruset. Sådanne områder er langt hyppigere enn hva det topografiske tegn for myr viser på kartene. I trakten nord og vest for landets hovedvannskille, og særlig i Trøndelagsfylkene, er torvjord over gjennomslippelig jordbunn hvor grunnvannet ikke stagnerer, alminnelig selv på hellende mark. Det synes som om betingelsene for torvdannelse i høyfjellet er mer av klimatisk enn av jordbunnsmessig art. Kort og kald sommer begunstiger torvjordens dannelse.

Til slutt skal omtales *Det frostsprengte høyfjells region*. Herhen hører de områder på kartet som ligger høyere enn 1200 m. I høyder fra 1200—1300 m og oppover gjør frostsprengningen seg sterkt gjeldende, og planteveksten blir sparsom. Vidjebeltets høydegrense ligger omkring 1300 m hvor snaue pletter av grus begynner å vise seg, og i høyder over 1400—1500 m ligger stenflyenes urmasser. De består av temmelig jevnstore stener uten grus i overflaten.

I denne region hører flere eiendommelige frostfenomener hjemme. På høytliggende, stenete fjellvidder sees *stenringer* og *rute-mark*. Stenringer er flekker av slamholdig grus, omgitt av ordnete, kantstilte stener. Når slammet fryser, utvider det seg, og de omkringliggende stener ordnes av trykket. Flekken i midten er gjerne litt hvelvet, men stenkanten er enda høyere enn midten. Reusch har lagt merke til denne jordbunnsstruktur også, og så vidt vites, er han den første som har beskrevet og levert tegning av den. — På hellende underlag blir ringene langstrakte på grunn av den signing i oppbløtt jord, som betegnes *solifluksjon*. Den alminneligste form for sigjorden i høyfjellet er tunger og små bastioner av leirholdig grus. Nedentil har de steile kanter, så de sett på avstand gir fjellsiden et stripet utseende, omtrent som efter gamle brestander. Nedenfor snefonner som ligger lenge utover sommeren er jorden særlig oppbløtt, dels fra sne som smelter og dels fra det smeltende telelag i sneleiets ytterkant. Jorden glir på telelaget, hvorved dannes små, sammenskjøvne jordvoller, eller det kan hende, at stener glir i den oppbløtte jord og skyver jorden i en brem foran seg. Nær høydegrensen for dvergbjørk og gråvidjer sees ofte områder med *tuet mark*. Disse ligger gjerne på hellende underlag, ofte i bekkedalenes skråninger. Under et lynghumusdekke består tuene av fin, rustfarvet sand med atskillig humus. Tuedannelsen er et frostfenomen, som finner sin forklaring ved en ujevn teledannelse. Før lyng og lav tar tuen i besittelse, vokser her et gress, ofte *nardus stricta*, finnskjegg. Dette har ved roten en tett, sammenrullet bladkrans. Det vokser i tette tuer og virker derfor beskyttende mot telens nedtrengning i grunnen. Derfor fryser jorden snarere i det gressfri mellomrum mellom tuene enn under dem, hvorved telen driver jord innunder dem. Så lenge tuene er gresskledd vokser de således i høyde i forhold til de vegetasjonsløse pletter i mellomrommene. Men med høydeveksten tørker deres overflate så gresset dør, og lyng og lav tar dets plass. Denne plantevekst isolerer dårlig mot frosten, og tuenes høydevekst opphører.

Tuemark kan en finne også i lavere regioner hvor jordarten er gunstig for dens dannelse, men det er i høyfjellet den er mest alminnelig.

En av de viktigste oppgaver som er pålagt Norges Geologiske Undersøkelse er geologisk kartlegging. Det her omtalte bidrag er først og fremst av kulturell betydning, et ledd i en forsknings samarbeid

med andre kulturland, og tar kun sikte på å samle og ordne iakttagelser. Dets samfunnsmessige utnyttelse hører fremtiden til i likhet med så meget annet vitenskapelig arbeid.

Summary

The five Soil Regions of Norway.

The greater part of the deposits covering the rock in Norway were placed in their present position during the melting period of the Inland ice.

In studying the formation of soils two different stages of the melting period should be taken into account, i. e. those forming

- a. The area left by melting of active glaciers, and
- b. The area left by decayed glaciers of the stagnating ice-sheet.

The area left by active glaciers shows

1. A region of submarine end-moraines and intermediate marine deposits, i. e. a region below the late glacial marine limit.
2. A region sparsely covered by morainic drift.

The area of the stagnating ice-sheet shows

3. A region of glaci-fluvial and ablation morainic deposits in the valleys.
4. A region of dead ice traces on the mountain plains and along the ice-shed area.
5. A mountainous region showing frost-split rocks, solifluction phenomena and structural ground.

The map on fig. 1. presents the extension of these regions in Eastern Norway.

Geologi og vannboring

Kambro-silurbergartenes hydrogeologi i Mjøstraktene

Meddelser fra vannboringsarkivet nr. 3

AV

STEINAR SKJESETH

Med 10 tekstfigurer

Innledning

I 1952 ga statsgeolog P. Holmsen en orientering om vannboringsarkivet ved N.G.U. og dets arbeidsgrunnlag. Han nevner kort de viktigste opplysninger vi ønsker om borebrønner og som er nødvendige for oss ved studiet av boringsresultat og vannets opptreden i fjell. De siste år er den hydrogeologiske virksomhet ved N.G.U. utvidet. En søker nå i størst mulig utstrekning å gi råd og vegledning ved all grunnvannforsyning. Ut fra erfaringer og kjennskap til geologien vil vi gi opplysninger om de muligheter grunnvannet i våre jord- og bergarter byr på ved løsning av vannspørsmålet i de forskjellige distrikter. Dette arbeid utføres i samarbeid med de lokale planleggere. Samarbeidet med de forskjellige borfirmaer har vært til stor hjelp ved innsamling av boringsresultater.

Opplysning om boringsresultater kommer inn til Norges geologiske undersøkelse direkte eller gjennom borfirmaene. Hver borebrønn får sitt eget nr. og opplysninger vedrørende boringen blir ført opp på et arkivkort. Et slikt utfylt kort sees på fig. 1. Kortene fylles gjerne ut av borfirma og geolog. Beliggenheten av borebrønnen avmerkes på topografiske kart med nr. og angitt vannmengde.

Resultatene av siste års boringer har stort sett vært svært tilfredsstillende og bekreftet betydningen av brønnboring ved vannforsyning her i landet, særlig i landdistrikter med spredt bebyggelse. Bor-

ingsresultatene varierer sterkt både med hensyn til dybde og vannføring. En har ikke bare variasjoner fra bergart til bergart men også innen samme bergartsformasjon.

Statistikk over eller opplysninger om boringsresultat i de forskjellige bergartsformasjoner eller områder gir ikke uten videre grunnlag for uttalelse om mulighetene for å skaffe vann ved boring på et nytt sted. En slik uttalelse bør bygge på første hånds kjennskap til de lokale geologiske og topografiske forhold. Studiet av den enkelte borebrønn er avgjørende for forståelsen av de forskjellige problemer ved vannets opptreden i fjell. Derfor har vi de siste år besøkt flest mulige boreplasser. I disse tilfellene er det gitt anvisning om plasering, og boringene blir fulgt opp under arbeidet.

Bare for enkelte områder og bergartsformasjoner synes de statistiske opplysninger å kunne nyttes generelt. Dette gjelder f. eks. de permiske rombeporfyrene i Oslo-feltet (Vestfold) (P. Holmsen 1952 s. 8) og de mektige kalk- og sandsteinsformasjonene i Oslo-feltets Kambrosilur. En slik statistikk over resultater fra slike bergarter i Mjøstraktene vil bli gitt nedenfor. Ellers har «sparagmitt-formationenes» bergarter i det sentrale Sør-Norge gitt gode resultater. — Bløte skifre og mange planskifrige bergarter gir lite vann. Boringen frarådes f. eks. i alunskifer og tette leirskifre i Oslo-feltet (Skjeseth 1952, s. 17).

Variasjonene i vannføring er særlig stor innen grunnfjellsområdene. Granitt, gneissgranitt og massive gabbroer gir oftest lite vann, mens boringer innen gneissområder som regel gir bra med vann. Heller ikke her gjelder statistikken for de enkelte tilfeller. En kan unntakelsesvis oppnå store vannmengder innen grunnfjellsgranitter og helt negative boringer i gneiss-bergarter. Ut fra dette er det innlysende at bergarten som sådan ikke direkte er bestemmende for vannføringen.

Vann i fjell —

Som påpekt av P. Holmsen (1953) er nesten alle norske bergarter lite porøse. Unntakelser er rombeporfyrene f. eks. i Vestfold og de geologisk unge Brumunddal-sandsteiner og rombeporfyrikonglomeratet i ytre Oslofjord.

Vannet i norske bergarter opptrer i sprekker og sprekkesystemer. Studiet av grunnvann i fjell her i landet krever derfor kjennskap til sprekker i fjell, hvordan de er dannet og deres forløp horisontalt og mot dypet. Størrelsen, utstrekningen og forbindelsen mellom de

Norges Geologiske Undersøkelse
 Josefinesgt. 34, Oslo
 Hydrogeologisk seksjon.

Kartblad G. 32 Ø.
 Bh. nr. 58

Beliggenhet: Asla, Veldre, Ringsaker.
 Fylke: Hedmark Kommune: Ringsaker. Høide o.h. ca. 270 m.
 Eier: Haugen, O. M.
 Adresse: Asla, Veldre st. Tlf.nr. 45144 Hamar -sentral
 Borfirma: N.N. Bh. utført: 20/12 19 55.

Jordlag: Dybde til fjell: 1 m. Beskaffenhet: morene

Total dybde av bh.: 70 m.

Fjellart: Mjøsskalk (flattliggende)

Vanninnløp: 45 m. 60 m. 70 m. m

Vannføring: 6.000 liter/time. Prøvepumpet: 14 timer

Prøvepumping:

1.	Dybde	45	m.	Varighet:	timer.	Vannføring:	300 l/t.
2.	"	60	"	"	"	"	700 - 1000 "
3.	"	70	"	"	14	"	6000 "

Vannstand i bh. etter prøvepumping: 9 m. fra markoverflaten.

Vannets kvalitet: Farge: klart Smak: ingen

Lukt: ingen Temp.: _____

Analyse: ingen

Korrespondanse, befaring m.v.: Befaring v/ Steinar Skjeseth 25/10 - 1955.

Resultat av boring på nabogården Døhli ca. 400 m. SØ for Asla:

70 m. - 4000 l/t. (G.32 Ø. bh. nr. 26).

Forandring i eiendomsforhold: _____

Fig. 1. Eksempel på utfyllt arkivkort fra Vannboringsarkivet ved NGU.
Spesimen card from the water-drilling records of NGU.

enkelte sprekkene avgjør hvor mye vann fjellet kan oppta og magasinere (magasineringsevnen).

I kalksteiner er sprekkene ofte sekundært utvidet av vannet. Regnvann inneholder kullsyre og i tillegg opptar det ofte humussyrer før det trenger ned i kalksteinen. Langs sprekkene løser dette vannet opp kalksteinen. Senere utvides sprekkene også mekanisk. Til slutt får en utviklet kanaler og hulrom i kalksteinen. Vannets oppløsende virksomhet er særlig stor på og nær dagoverflaten over grunnvannet. Kalken får derfor ofte en furet overflate. Det oppstår vertikale kanaler. Overflatevannet renner ned i slike «sluk», og samles i hovedkanaler helt fra dagoverflaten. Det er påvist at grunnvannet også løser opp kalksteinen under «grunnvannsspeilet». Nede i kalken oppstår på den måten kanaler og huler. Kalkgrottene i Nordland er dannet slik. Også i kalksteiner innen Oslo-feltet har vi eksempler på slike dannelser. Tjern dreneres delvis gjennom kalk, og bekker har underjordiske løp i kalksteiner (s. 30). Det er klart at vannets oppløsende virksomhet har stor betydning for kalksteinenes hydrogeologi. Nedtrengningen av vann fra dagoverflaten økes og kalksteinens magasineringsevne kan mangedobles.

Grunnvann — grunnvannsspeil. —

Under et bestemt nivå i jord og fjell vil alle porer og hulrom være fylte med vann. Dette nivået kalles grunnvannsspeilet og vannet under det grunnvann. En regner vanlig med at grunnvannspeilet stort sett følger terrengoverflaten. Dette forutsetter at grunnen er homogen (f. eks. sand). Grunnvannet i fjell følger ikke de samme regler. Det har uregelmessig form bestemt av sprekkenes forløp. Ugjennomtrengelige lag skiller ofte mellom forskjellige sprekkesystem, slik at de magasin sprekkene representerer ikke kommuniserer. På den måten får vi mer eller mindre isolerte grunnvannsmagasin i fjellet (se side 20).

Observasjoner av vannstanden i borhull etter avsluttet boring er viktig for forståelsen og bedømmelse av resultatet. Vannstanden viser naturlig store variasjoner også lokalt. Ofte finner en isolerte grunnvannsmagasin med eget grunnvannsspeil.

I mange tilfeller renner borhullene over. Slike «artesiske» brønner får en når en skjærer sprekker der vannet står under trykk.

Topografien spiller en stor rolle. Der vannførende sprekker

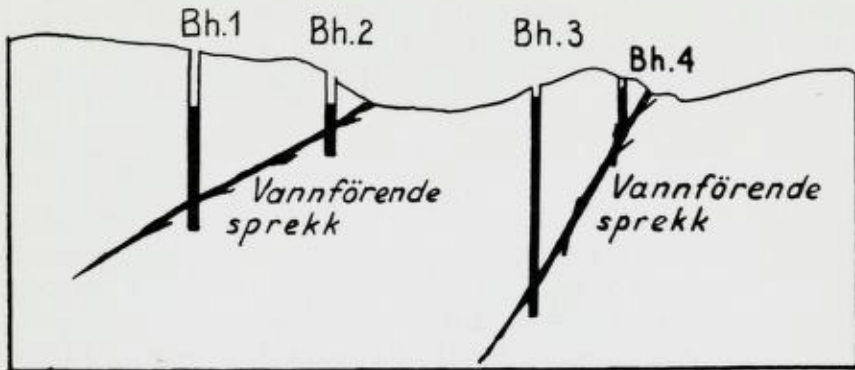


Fig. 2. Dybden av borehullene (Bh) avhenger av på hvilket dyp en skjærer vannførende sprekker. Den skjematisk tegningen (vertikalsnitt) forklarer hvorfor dybden ofte varierer lokalt.

Schematic drawing (cross-section) to explain great local variations in depth of drilled wells.

munner ut i daler har en naturlige kilder. Studiet av slike kilder gir viktige opplysninger om bergartenes og distriktets hydrogeologi. Nivået og karakteren av munningen til slike oppkommer er bestemmende for grunnvannstanden i det magasin som dreneres. Trangt utløp med stor motstand betinger en høyere grunnvannstand i magasinet enn i tilfelle der motstanden er liten (se side 25).

Bevegelsen av grunnvannet i fjell vil oftest være hurtigere enn i porøse avleiringer, da friksjonsmotstanden er mindre. Vannet samles gjerne i «hovedkanaler» som tilføres vann fra sidesprekker. Største bevegelse foregår i grunnvannspeilets nivå, men det er også vanlig med grunnvannbevegelse langt under dette nivå.

Dybde av borhull. —

Dybden av en boring avhenger av på hvilket dyp en treffer vannførende sprekker og karakteren av det sprekkesystem en får vann fra. Dybden av bh. varierer naturlig sterkt lokalt. Et eksempel på hvordan lokale variasjoner kan oppstå er gitt på fig. 2. Borehullene 1 og 2 får vann fra samme skråttstilte sprekk, men bh. 1 må bores dypere. Bh. 3 og 4 får vann fra en steilere sprekkeseone. Figuren viser at dybdene kan bli mest forskjellige lokalt innen områder med steiltstående

sprekkesystemer. — I områder der en har regelmessige sprekkesystem vil en i mange tilfelle kunne forutsi dybden av slike borhull ved å måle helningen (fallet) av sprekkene i dagen og beregne forløpet mot dypet. I kambrosilur-bergartene kjenner vi tykkelsen av de enkelte formasjoner, og kan slik forutsi de enkelte formasjoners opptreden på dypet.

I områder med flatt-liggende lag eller horisontal-oppsprekking av fjellet, er sjansen for å treffe vannførende sprekker størst, og borebrønnene blir her ofte grunnere. Flattliggende kalksteiner gir bedre resultater enn steiltstående (se fig. 9).

Sprekk-frekvensen og størrelsen av sprekkene avtar mot dypet. Enhver fortsettelse av en boring over en viss dybde bør derfor være begrunnet.

Prøvepumping, grunnvannmagasin. —

Vannføringen i et borhull måles ved prøvepumping i forbindelse med boringen og angis i liter pr. time. Prøvepumping er viktig for bedømmelse av det magasin som borhullet drenerer, en kan ikke bruke de samme målemetoder som ved boringer i porøse lag. Ved slike kan en som kjent beregne borhullets og det vannførende lags vannføring ved senkningen av grunnvannspeil pr. tidsenhet. Dette forutsetter kjennskap til materialets kornstørrelse og mektighet av vannførende lag.

Liknende observasjoner nyttes ved boring i fjell ved å måle tilrenningen. En tømmer borhullet og måler stigning av vannet i hullet. Dette gir en god forhandspeiling av hullets vannføring, men gir imidlertid sjelden opplysning om magasinets vannføring og størrelse.

Prøvepumpingen bør foregå kontinuerlig i flere timer, 8 timer er vanlig. Som regel har en da en konstant vannføring. I mange tilfelle er ikke 8 timer tilstrekkelig. Det hender ofte at vannføringen synker til et minimum av det opprinnelige, eller helt holder opp. En slik senkning skjer gjerne trinnvis. Magasinet må ha tilførsel enten fra dagoverflaten eller helst fra nærliggende magasin. For å vise betydningen av prøvepumping skal jeg ta et eksempel. (se fig. 3). Et borhull (bh.) ga til å begynne med 6000 pr. time. Etter 6 timers prøvepumping falt vannføringen til 1000 l pr. time og etter ytterligere 6 timers prøvepumping til 500 l pr. time, som borhullet ga ved videre kontinuerlig pumping. Fig. 3 gir en skjematisk fremstilling av og forklaring på forløpet av prøvepumpingen.

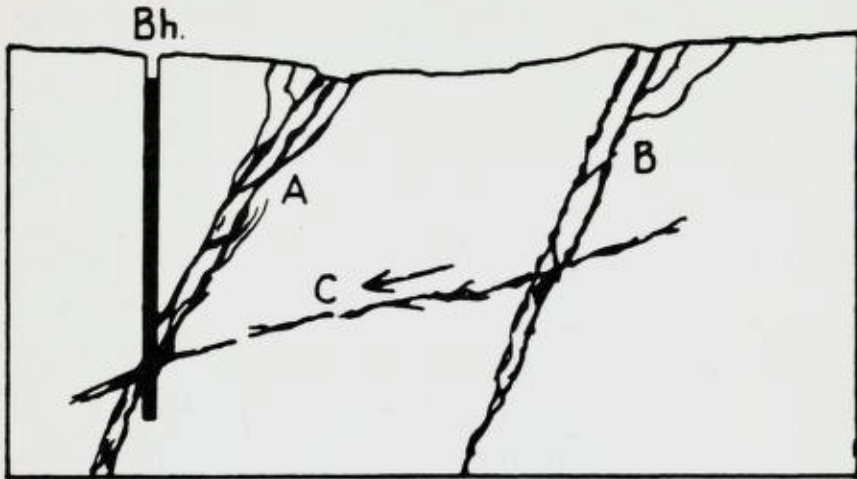


Fig. 3. Eksempel på begrensede grunnvanns-magasiner. Borehullet skjærer et sprekkesystem (magasin A) som tilføres vann fra et nærliggende sprekkesystem (magasin B) gjennom sprekkesone C (vertikalsnitt).

An example of individual ground-water magazines. The drilled well derives water from a fracture system representing a magazin (A), which is mostly supplied from a nearby fracture system (B) via the fracture C.

Borhullet skjærer et sprekkesystem og drenerer først det magasin sprekkene representerer med en hastighet av 6000 l pr. time. Størrelsen av magasin A er ca. 30 000 l. Magasin A tilføres hovedsakelig vann fra et annet sprekkesystem (magasin B) gjennom forbindesprekker (C). Resultatet av pumpingen viser at vannføring fra A til B er mindre enn 1000 l pr. time. Magasin B inneholder ca. 5000 liter. Den konstante vannføring 500 l pr. time er et mål for samlet tilrenning til magasinene A og B fra dagoverflaten og fra mindre sprekker i fjellet.

Eksemplet viser betydningen av nøyaktige målinger av vannføringen til enhver tid. I dette tilfelle ville 6 eller 8 timers prøvepumping vært for lite om vannbehovet på stedet hadde vært konstant 1000 l pr. time eller 24 000 l pr. døgn.

Det hender og at en treffer «lommer» i fjellet uten tilførsel av betydning. Størrelsen av slike veksler sterkt. En kjenner eksempler på lommer i fjell av størr. orden 100 m³. Slike lommer finnes særlig i

grunne borhull. Stor vannføring og jevn og varig senkning av vannstanden i borhullet tyder på at en er kommet i en slik beholder uten nevneverdig tilsig.

Slike begrensede grunnvannmagasin kan ha stor betydning for den enkelte boring, idet de tjener som reservebeholdere som fylles når pumpen ikke er i gang slik at en ofte kan nytte en pumpe med større kapasitet enn den konstante vannføring tilsier.

Det vil være ønskelig og av stor betydning å få montert vannmålere ved noen av våre borebrønner i fjell. Ved hjelp av forbruksmålinger kunne vi skaffe rede på bergformasjonenes magasinerings-evne og hvor stor del av nedbøren som renner ned i fjell-sprekkene. Til slike målinger måtte en velge brønner som drenerer bergmasser av noenlunde kjent størrelse. Flere av øyene våre ville være godt egnet til slike undersøkelser.

Observasjoner av vanninnslag under boringen er av stor betydning for bedømmelse av borebrønnen. — Vanninnslag nær dagen er ofte uheldig og bør støpes bort da de gjerne står i direkte forbindelse med dagoverflaten og lett gir forurenset vann.

Vannets kvalitet. —

Det er dessverre utført alt for få analyser av vann fra våre borebrønner i fjell. De utførte analyser viser at en må være forsiktig ved plasing av borebrønner slik at vannet ikke forurennes fra dagoverflaten. En bør stort sett ta de samme hensyn ved plasing av borebrønn som er vanlig ved brønngraving. P. g. a. den hurtige sirkulasjon av vann i fjell oppnår en sjelden den selvrensing som er vanlig i porøse lag.

Jeg skal ganske kort nevne de bergartsformasjoner som har gitt ubrukbart vann der forurensningen skyldes selve bergarten. De kambriske alunskifre gir vanligvis sterkt svovl- og jernholdig vann. Dette gjelder særlig de overkambriske skifre. En boring i den såkalte Biriskifer ga svovlholdig vann. Enkelte ordoviciske skifre har gitt dårlig vann. (Ogygiocaris-skifer). Ved boringer i silurformasjonene har den såkalte Pentameruskalk (Borealiskalken) flere steder gitt sterkt svovlholdig vann. Denne kalken, som hovedsakelig er bygget opp av tykkskallede brachiopodeskjell gir svovlvannstoff ved slag (stinkkalk). Ved finknusing av denne kalksteinen under boring utvikles svovlvannstoff. I enkelte tilfelle har vannet blitt brukbart etter lengre tids pumping.

Kambro-silurbergartenes hydrogeologi i Mjøstraktene

I 1952 ga jeg en oversikt over boringer i Mjøstraktens Kambro-silurbergarter og pekte på de muligheter som disse bergarter ga som vanngivere ved dypboring. Siden er denne form for vannforsyning blitt svært alminnelig i traktene. De mange boringer i forskjellige formasjoner har gitt gode opplysninger om disse bergarters hydrogeologi. Jeg har besøkt samtlige borplasser i distriktene her og kommet frem til generelle regler for vannets opptreden. Stort sett kan vi si at det grunnleggende studiearbeid er ferdig. På grunnlag av de tidligere boringer og kjennskap til geologien, kan en i svært mange tilfelle forutsi resultat av ny boring. — De erfaringer en har gjort ved Mjøsa kan tilpasses til områder med liknende bergarter i og utenfor Oslo-feltet. I 1952 (s. 13) ga jeg en oversikt over de forskjellige bergartene og deres beskaffenhet. Her skal jeg bare omtale boringene i kambro-silurbergartene og særlig den ordoviciske lagserien. (Kart se Skjeseth 1952)

Kambrium.

Undre kambrium består av grå, sandige leirskifre med sandsteinsbenker. Stratigrafisk og tektonisk slutter disse lag seg til underliggende eokambriske kvartsitter. Lagene har gitt bra med vann på Ringsaker.

Mellom og overkambrium består av bløte, kullholdige mørke til svarte skifre. De tallrike sprekker og spalter er av subkapilær størrelse slik at gjennomtrengeligheten for vann er liten. Særlig de overkambriske lag har gitt sterkt svovlholdig vann. Boringer frarådes derfor i de fleste tilfeller. Vannet fra skifrene er aggressivt og tærer sterkt på vanlige galvaniserte jernrør.

Nedtrengningen i disse bergarter er minimal og da den bløte skiferen dessuten ofte danner forsengkninger i terrenget, er dreneringen ofte et stort problem. I slike forsengkninger får en lett stagnerende og råttent vann. Mange tjern, gjengroingstjern og myrer i distriktene er betinget av den ugjennomtrengelige skiferen og viser tydelig dens hydrogeologiske egenskaper. — Vannspørsmålet i alunskiferstrøk er et problem. Enkelte steder er det løst ved at de har boret i nærliggende grunnfjell eller eokambrisk kvartsitt. På Furnes har de slik bygget felles vannverk fra boringer i denne kvartsitten.

Ordovicium. —

De underordoviciske skifre har de samme egenskaper som alunskifrene og borerer vil oftest gi negativt resultat.

Orthocerkalken. Orthocerkalken har en annen utvikling på Ringsaker enn i områdene sønnenfor. På Ringsaker har kalken en mektighet på ca. 40 m. Den har utviklet sprekkesystem etter benkningen og vertikalt på denne. (1952, fig. 3.) Kalksteinen er sterkt foldet. Antiklinalene er oftest erodert mens synklinalene står frem i terrenget. Kalken danner øst-vestgående høydedrag. På grunn av de tektoniske bevegelsene, skyvningen, foldningsforkastninger og erosjonen, er sammenhengen i kalkformasjonen brutt. På den måten er det oppstått flere mer eller mindre isolerte kalkpartier som hvert representerer et grunnvannmagasin. Lagene over og under kalken består av nesten vanntette skifer-formasjoner.

Sprekkene i kalken er utvidet sekundært ved vannets oppløsende virksomhet. I steiltstående kalksteiner er oppløsningen særlig stor i grunnvannspeilets nivå. De sørste vannmengder finnes på grensen mot tektonisk ligg-skifer. Langs denne grensen finnes mange naturlige kilder. Ved disse er det ofte utfelt kalktuff fra vannet. Et fint eksempel finnes i veien nedenfor Enger, Dokka. De fleste gravde brønner ligger på grensen mellom kalk og skifer, men da bebyggelsen på de fleste gardene gjerne finnes på høyder, får disse brønnene en begrenset tilførsel og kapasitet. Boringsresultat i kalken på Ringsaker har vært sterkt vekslende (fig. 9). Her er det mange faktorer som spiller inn. De viktigste er kalkens lagstilling, terreng og erosjonsforhold samt magasinets størrelse. Jeg skal belyse noen forskjellige tilfeller med eksempler. — Det første eksempel er fra en steiltstående kalkstein på Ringsaker. To nabogarder ligger her på en øst—vestgående høyde. Fig. 1 a og b viser beliggenhet og de topografiske og geologiske forholdene. Tidligere fikk disse gardene vann fra brønner på grensen mellom kalk og skifer. Brønnene hadde alt for liten kapasitet p. g. a. magasinets og nedslagsfeltets størrelse. To borebrønner, (A og B) henholdsvis 35 og 40 m, ga 500 og 900 l pr. time. De er boret ned til skifergrensen. Vannstanden i disse bh. går frem av skissene c og d. De to borebrønnene får vann fra et magasin som er begrenset av skifrene og terrenget. Vannstanden i borhullet er bestemt av terrenget. Når vannstanden i kalken synker under den prikkete linje (normal vannstand), får de gravete brønnene begren-

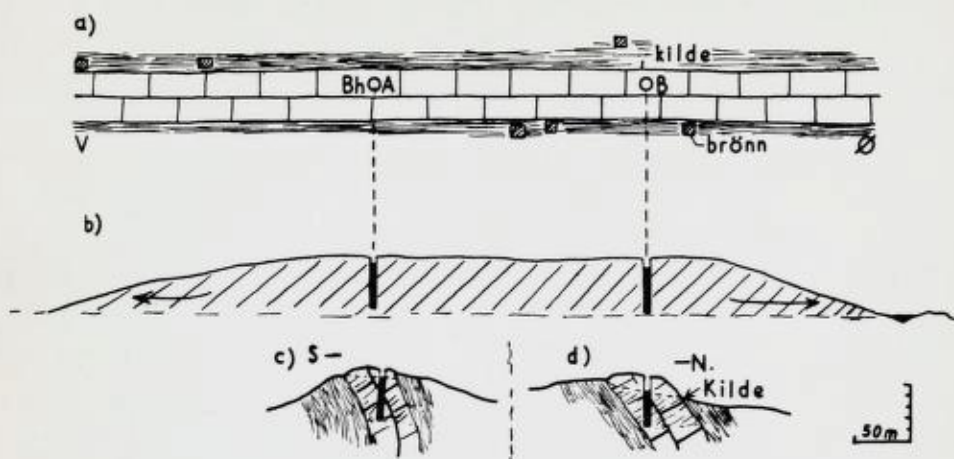


Fig. 4. De to borhullene A og B får vann fra sprekker i Orthocerkalk. Sprekker i kalksteinen representerer et grunnvannsmagasin som er begrenset av tette skifre på begge sider og av terrenget i strøkeretningen.

a. kartskisse, b. lengdeprofil (Ø—V), c & d. tverrprofil (N—S).

The two drilled wells (A and B) obtain water from fractures and solution channels in the Orthoceras Lmst. The fractures in the limestone represent a ground-water body, limited by impermeable shales on both sides and by the terrain in the strike direction.

a. sketch maps, b. strike profile, c & d. dip sections.

set tilførsel. Etter sterkt regnvær eller snøsmelting fylles magasinet og vannet renner til brønnene.

I et annet tilfelle der kalken har samme lagstilling er den overliggende skiferen erodert, slik at magasinet blir sterkt redusert. Vannføringen her er ca. 300 l pr. time. (fig. 5 b).

Grunnvannet beveger seg i strøkeretningen av kalken. En erosjon og avskjæring av laget her vil derfor ha større innvirkning på grunnvannmagasinet. — Dette går frem av eksempel fig. 3. a. som viser lengdesnitt av kalkbenk. Ved grense mellom skifer og kalk i dagen ved kilde er det betydelig vannføring. Magasinet reduseres betydelig på denne måten og bh. ga minimal vannføring. I et ekstremt tilfelle i Redalen, traff en på en sprekk på 75 m under dagoverflaten som drenerte kalken ned til dette dyp. Sprekkens utløp i dalen ligger her flere hundre meter lengre øst, og terrenget er jevnt skrånende.

Den største vannføring i Orthocerkalken, 1800 l pr. time, er oppnådd i en flattliggende kalkstein i en antiklinal. Her skjæres mange

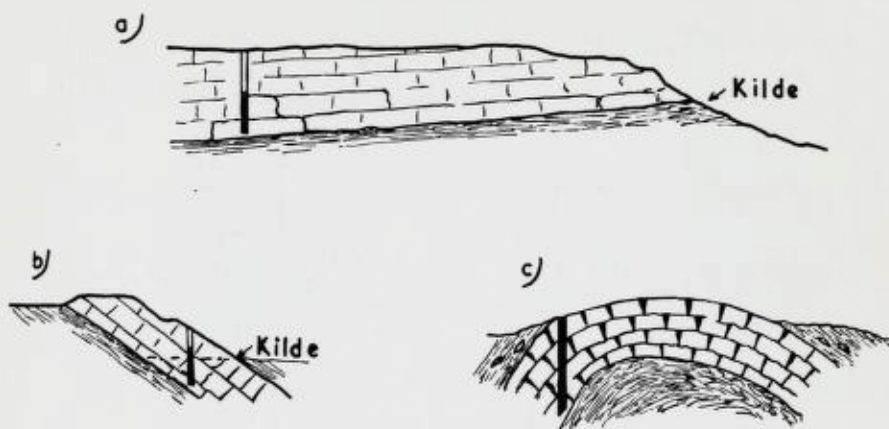


Fig. 5. a) Lengdesnitt gjennom Orthocerkalk (vertikal lagstilling). P. g. a. terrengforholdene dreneres kalken mot kilde på grense mellom kalk og «ligg-skifer».

Magasinet i kalken reduseres betraktelig og borhullet (Bh) gav lite vann.

- b) Tverrsnitt gjennom Orthocerkalk. Kalken dreneres til stort dyp da «hengskiferen» er erodert.
- c. Borhull i antiklinal i Orthocerkalk. Kalken har her utviklet tensjon-sprekker. Bh. får vann fra et stort magasin.

a) Section through Orthoceras Lmst. The Lmst. is drained towards the spring (kilde). Thus the yield of the drilled well is small.

b) Cross section showing reduction of ground-water magazin in the Orthoceras Lmst. by drainage, due to erosion of the hanging impermeable shale.

c) The orthoceras Lmst. has developed tension-joints near the top of the anticlines. The drilled well thus gives relatively much water.

benker. Magasinet og nedslagsfeltet til dette er stort. I toppen av antiklinalen finnes tensjonssprekker (fig. 5 c).

Sør for Ringsaker har kalken som tidligere nevnt (1952) for liten mektighet til å gi vann. 3 nye boreriger i de siste år i traktene Vang—Hamar har bekreftet dette.

Mellomordovicium-Silur.

Boreriger i de mellomordoviciske og tildels siluriske lag har bidradd sterkt til en forståelse av disse bergarters hydrogeologi. Karakteren og aldersrekkefølgen av disse lagene er skjematisk fremstilt på fig. 7 og 8.

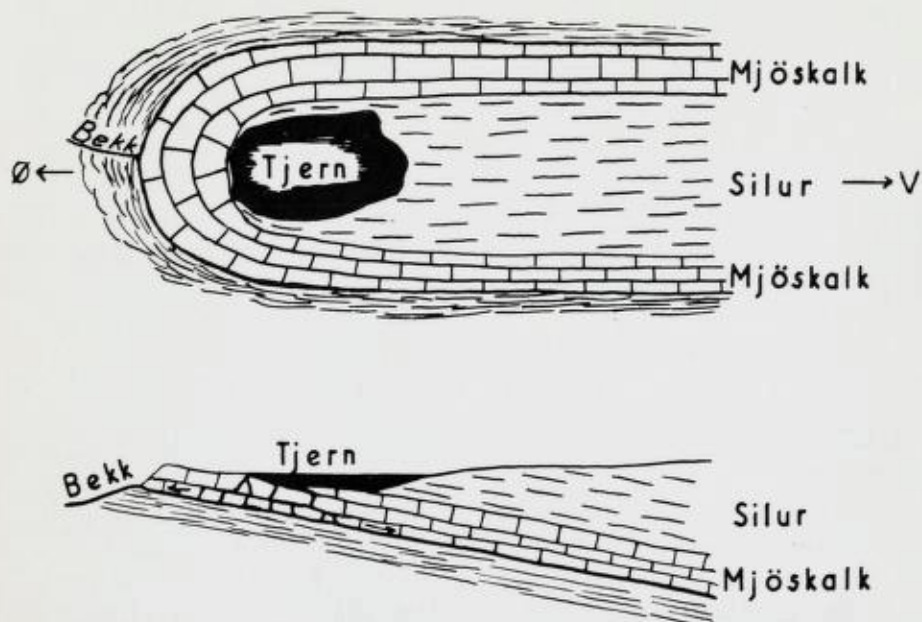


Fig. 6. a. Kartskisse og b. vertikalsnitt (Ø—V) gjennom tjern som er betinget av synklinal i Mjøsalk (V. Toten). Tjernet har «underjordisk» avløp gjennom kanaler i kalken i bekk mot øst og delvis i aksefallretningen mot vest.

a. Sketch map and b. profile (E—W) through lakelet situated at the closure of syncline in Mjøsalmst. The lakelet has its outlet through canals in the limestone to the east and partly in the direction of axial plunge to the west.

I denne lagserien er det en jevn overgang fra bløte skifere i bunnen til mektige kalksteiner og sandsteinsformasjoner øverst. Den store forskjell i kompetanse av de forskjellige formasjoner har vært bestemmende for foldningen og karakteren av oppsprekningen. Kompetansen av formasjonene og dermed sprekkdannelse tiltar fra eldre til yngre lag. Størrelsen av foldene skifter. Som vi skal se synes det å være et entydig lovmessig forhold mellom lagenes kompetanse og vannføring. —

Mjøsalken og de siluriske lag danner store åpne folder. Antiklinalene er som regel erodert, mens synklinalene står igjen i terrenget. Foldnings-aksene heller mot de store forkastningslinjene, f. eks. Hunselv og Brumundelv og er avgjørende for grunnvannets bevegel-

sesretning. Terrenget faller jevnt fra silur-bergarter og Mjøsalk til de eldre bløte Ogygiocarislager (se fig. 8).

Ogygiocaris-skifer er en bløt, kullholdig mørk leirskifer. Skiferen har av og til utviklet små folder, men den er som regel knust under foldebevegelsene. De tallrike spalter og sprekker er av subkapilær størrelse slik at skiferen nærmest er ugjennomtrengelig for vann. Vannføringen i borhull i skiferen gir svært lite vann — ca. 100 l pr time og mindre. Vannet skraper seg i disse tilfeller hovedsakelig fra den øvre forvitrede del.

Nedtrengning og dreneringsforhold er de samme som for de kambriske skifer (side 23). Dette fremgår tydelig av de brønner som er gravd i skiferen. De holder godt på vannet.

Robergia-lagene.

Fra Ogygiocaris-skifer til overliggende lag er det en jevn overgang fra mørk til grå skifer. Samtidig øker lagenes kompetanse. Boringer i overgangs-sonen har gitt 3—500 l pr. time. Etter hvert kommer det inn tynne kalksandsteinslag. Disse lagene øker i tykkelse og antall opp i lagrekker, og foldenes størrelse tiltar. Lagene har stort sett steilt nordlig fall i distriktene. De typiske Robergia-lager gir vanlig 800—1500 l pr. time.

Coelosphaeridium-lagene.

Karakteren av disse lagene er stort sett de samme som for foregående. Skiferen er noe mer sandig og kalk-sandsteins-benkene tykkere (30—40 cm.) Vannføringen er gjennomsnittlig ca. 2000 l pr. time. Nedtrengningen er større i disse lagene enn i Ogygiocaris-skifer. Vanlige brønner holder dårlig på vann og grunnvannspeilet ligger dypere.

Cyclocrinuslagene.

Disse lagene slutter seg tektonisk og dermed hydrogeologisk nær til den overliggende Mjøsalk. Øvre del består av tynne kalklag. På grensen mot kalken finnes gjerne en skiferhorisont.

Generelt kan en si at vannmengden stiger med dybden i disse skiferbergarter da en taper større magasin og hele tiden skjærer sprekker. I motsetning til det en vanlig finner i fjell kan en her snakke

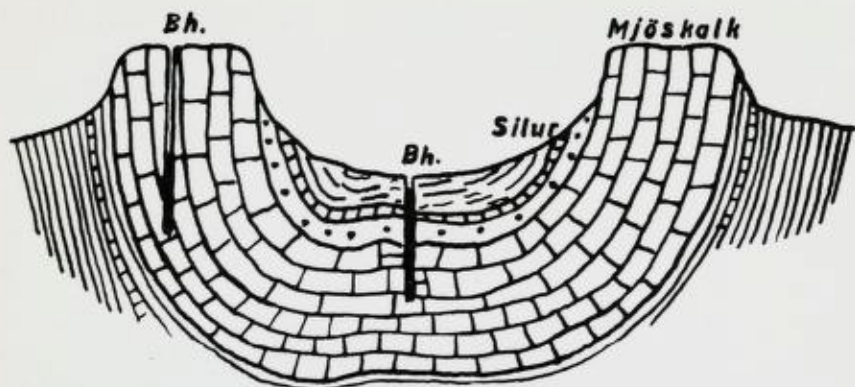


Fig. 7. Tverrsnitt gjennom Mjøskalk-synklinal. Boringer nær bunnen av synklinalen har gitt de største vannmengdene. Boringer i de steiltstående flankene er dypere og har gitt mindre vann.

Section through syncline in the Mjøsa lmst. Drilled wells near the bottom of the syncline yield more water than those in the steep flanks.

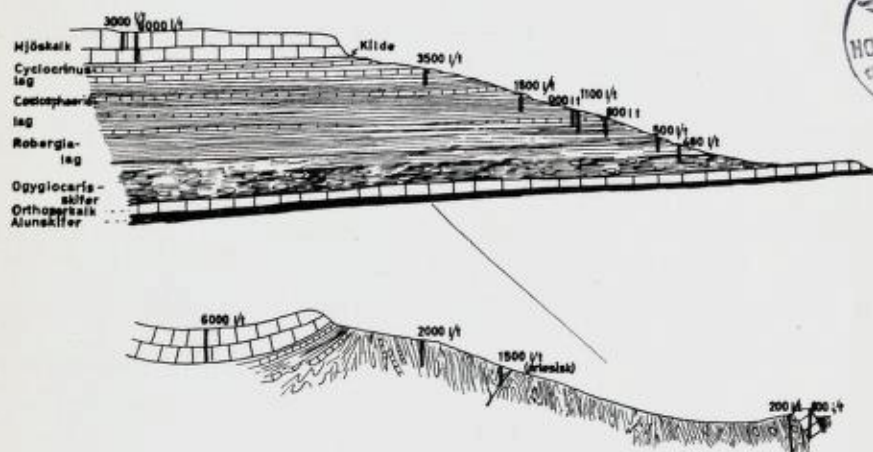


Fig. 8. Typisk lengde (Ø—V) og tverrprofil (N—S) gjennom de mellomordoviciske lagene i Mjøstraktene. Profiler fra søndre Ringsaker. Utførte boringer med angitt vannføring er inntegnet. Vannføringen tiltar fra den inkompetente Ogygiocaris-skifer til den kompetente Mjøskalken (kfr. fig. 9).

Typical length (E—W) and cross-section through the Middle-Ordovician formations at Mjøsa. Profiles from southern Ringsaker. Drilled wells with water yield of each indicated. The yield of water increases from the soft incompetent Ogygiocaris Shale to the competent Mjøsa lmst.

om et sammenhengende grunnvannspeil. Sprekkene opptrer tett og er nøye forbundet. Grunnvannspeilet følger derfor stort sett terreng-overflaten. Ved boringer har en fått artesisisk vann med typiske eksempler på såkalt «underflow».

Mjøskalk.

Mjøskalken er en forholdsvis ren, tykkbenket kalkstein. Mektigheten er ca. 100 m. Kalken danner store folder. Nær bunnen av synkinalene har den en flat lagstilling, mens de øst-vestgående flankene oftest er steiltstående og danner rygger i terrenget. Dette er særlig tydelig på V. Toten. Lagstillingen er avgjørende for vannets opptreden i kalken. Vannets oppløsende virksomhet har hatt mye å si, idet sprekkene er utvidet til hulrom og kanaler. Foldningsbildet og aksefall har vært bestemmende for vannets bevegelsesretning og hydrologiske forhold.

Grense mellom kalken og underliggende lag betinger de største oppkommer og naturlige kilder i distriktene. På V. Toten ligger en rekke tjern ved ombøyningene av kalksynkinalene mot øst. Mot vest virker de siluriske lag demmende. Mange av disse tjernene mangler overjordiske avløp og dreneres gjennom kalkene. Ved Eriksrud-tjern munner et underjordisk avløp fra tjernet ut på grensen mot underliggende lag. Forholdene er skjematisk fremstillet på fig. 6. Det er grunn til å anta at store vannmengder renner ut i synkinalens aksefall-retning og at de største vannstrømmer finnes nær bunnen av disse. Boringer ovenfor (øst) Reinsvold tyder på dette. Underjordiske løp i Mjøskalken er kjent fra Veldre, Ringsaker. Der forsvinner bekker ned i kalken og munner ut i Brumundelv flere km borte. Nedtrengningen i disse kalksteinene er stor. Store kanaler fra dagoverflaten sees i forskjellige kalkbrudd på Toten. (f. eks. Hole).

Mjøskalken har gitt svært gode resultater ved boring. Vannføring på flere tusen l. pr. time er vanlig. Resultatene veksler sterkt, særlig i steiltstående lag. De største vannmengder er oppnådd nær bunnen av synkinalene (fig. 7). Her står vannet ofte under trykk. (1952 s. 20). Terrenget spiller en langt større rolle her enn i de andre ordoviciske formasjoner p.g.a. de åpne kanalene i kalken. Grunnvannspeilet veksler og sterkt og en finner mange steder lokale lommer av betydelig størrelse. I to borhull ca. 1,5 m avstand var forskjellen i vannstand 14 m. Hvor stor nedtrengningen kan være lokalt viser følgende eksempel: Et 20 m borhull ble prøvepumpet og ga 6000 l pr.

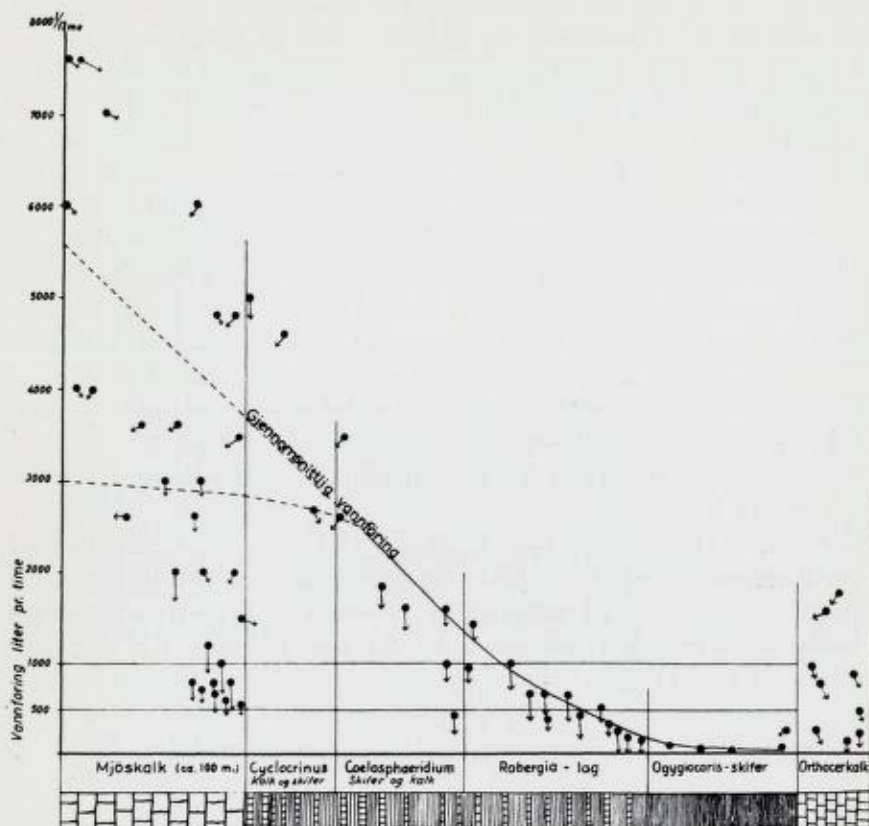


Fig. 9. Grafisk framstilling av vannboringsresultatene i den mellom-ordoviciske lagserien i Mjøstraktene. Gjennomsnittlig vannføring er angitt. For Mjøsalken er to gjennomsnittskurver antydnet, den underste gjelder samtlige boringer, den øverste flattliggende lag. Bh.'s rel. dybde og bergartenes lagstilling er gitt henholdsvis ved «dybdepilens» lengde og retning.

Graphical representation of the capacities of drilled wells in the Middle-Ordovician formations in the Mjøsa District. The relative depth of well and the dip of strata are given by length and direction respectively of the arrows.

time. Da de tok til å bruke av vannet, viste det seg at det nesten ikke var vann. Under prøvepumpingen trengte vannet direkte ned i magasinet igjen, slik at de pumpet det samme vannet hele tiden. Dette forhold må en ta hensyn til ved plassering av borehull p.g.a. faren for forurensning.

På fig. 8 er gitt en grafisk fremstilling av boringsresultatene i

de mellom-ordoviciske — siluriske skifer — og kalkbergartene ved Mjøsa. Vannmengden er angitt i liter pr. time på den vertikale skala og bergartene (lagrekken) er avsatt på den horisontale. De yngste lagene finnes lengst til venstre. Dybden av borhullene går frem av lengde av pilene. I Mjøskalken spiller som sagt lagstillingen en avgjørende rolle, og er her markert ved «dybdepilens» retning.

Resultatene viser stort sett en jevn stigning fra Ogygiocaris-skiferen med ca. 100 l pr. time, til Mjøskalk og silurbergarter, der en oftest oppnår flere tusen liter pr. time. De to profilene (vertikalsnittene) på fig. 8 gjennom den mellom-ordoviciske lagrekken fra søndre Ringsaker gir et godt bilde av de topografiske forhold over disse bergarter i de forskjellige områdene i distriktet. Borhull med resultater er inntegnet i profilene.

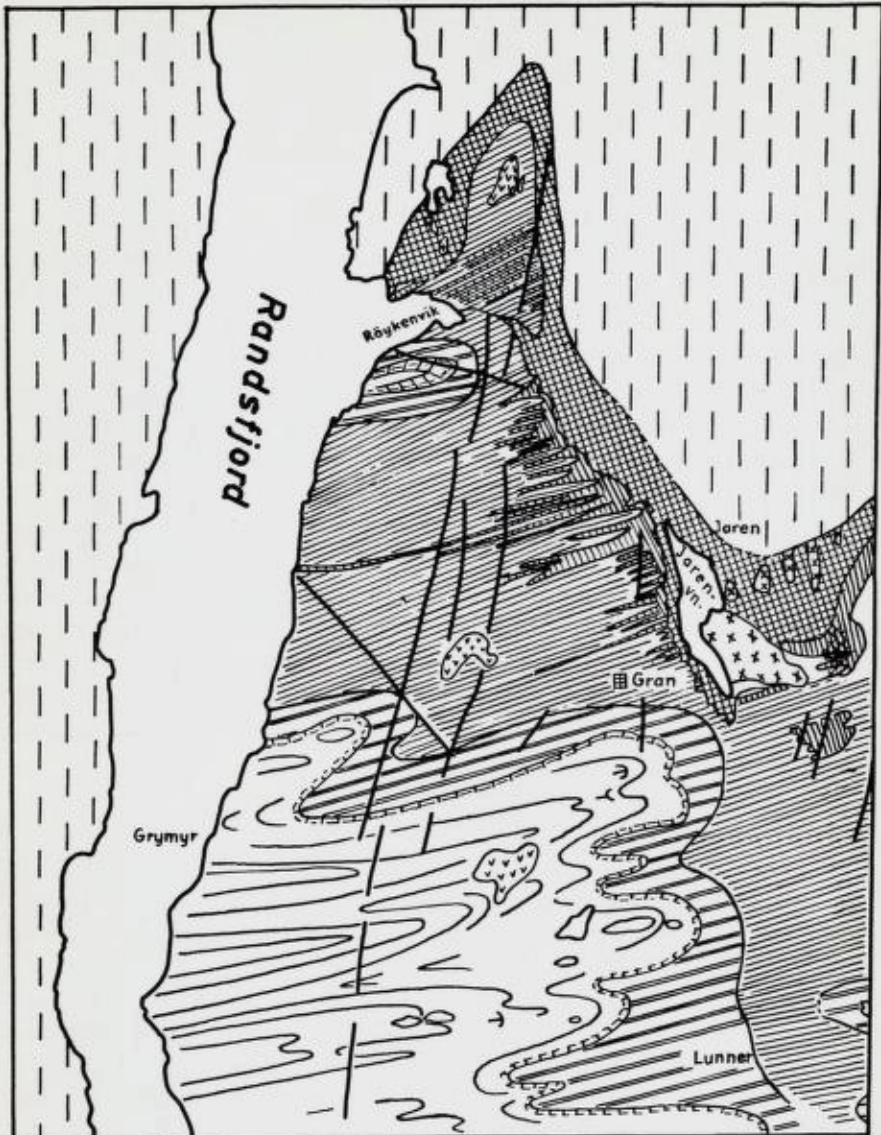
Som ventet finner en den største spredning i vannføring ved boringer utført i Mjøskalken. Dette skyldes som nevnt at vannføringen her er sterkt avhengig av topografien og lagstillingen. Kalkstein med vertikal lagstilling har gitt de dårligste resultater. Kurve for gjennomsnittlig vannføring er inntegnet. I Mjøskalken er det to gjennomsnittskurver antydnet. Den undre gjelder samtlige boringer, den øvre boringen i flatt-liggende lag.

Mange av boringene er avsluttet med det samme en viss vannmengde er oppnådd og gir derfor ikke noe riktig bilde av den vannmengden som bergartene virkelig kan gi. Dette gjelder samtlige av de dårligste resultater i Mjøskalken (1000 l pr. time).

Ut fra kjennskapet til berggrunnen innen kambro-silurbergartene ved Mjøsa og de resultater som er oppnådd kan vi nå med ganske stor sikkerhet forutsi resultatet av en ny boring her. I hvert fall kan en i de fleste tilfeller, når en kjenner vannforbruket, fraråde eller tilråde boring. Er f. eks. vannforbruket på et sted ca. 1000 l pr. time

Fig. 10. Forenklet geologisk kart over Hadelands kambro-silurbergarter. Boringer frarådes i de fleste tilfeller i områdene med alunskifer, Orthocerkalk og Ogygiocaris-skifer (mørk skravering). De ordoviciske og siluriske kalksteiner, sandsteiner og skifre i området mellom Søsterkirkene — Lunner og Randsfjorden har gitt gode resultater.

Simplified map of the Cambro-Silurian at Hadeland. Drilling for water is discouraged at most places in the alum-shales, Orthoceras lms. (southerly facies) and the Ogygiocaris Shale. The Ordovician and Silurian limestones, sandstones in the area between Søsterkirkene — Lunner and the Randsfjord are as a rule good aquifers.



Tegneforklaring:

- | | | | | | |
|--|------------------------------|--|------------------------|--|------------------------------------|
| | Grunnfjell | | Alunskifermm | | Orthocerkalk
Ogygiocaris-skifer |
| | Ordovicisk skifer m. kalklag | | Ordovicisk og silurisk | | Kalkstein
Sandstein
skifer |
| | Eruptivganger | | Mænaitt, Camptonitt | | Eruptiver |

vil ikke vannspørsmålet kunne løses ved boring hvis fjellgrunnen består av Ogygiocarisskiffer eller laveste del av de såkalte Robergiaglagene.

Hadeland. På Hadeland har vi stort sett de samme kambro-silurbergarter som ved Mjøsa. Tektonikk og topografi er svært lik i de to distriktene. Boringsresultatene på Hadeland viser de samme relasjoner til berggrunnen som nevnt i det foregående avsnitt.

Fig. 10 gir et forenklet berggrunnkart over kambro-silurbergartene innen kartbladet Gran. *Områder der boringer i de fleste tilfeller frarådes er gitt mørk skravering. (Alunskifer, Orthocerkalk og Ogygiocaris-skifer.)*

Langs Jaren-dalføret finnes alunskifer og underordoviciske skifre på begge sider fra Røykenvik til Gran st.

Orthocerkalken har liten mektighet og må ha en gunstig lagstilling og topografisk utbredelse for å gi tilstrekkelig vann. På Hadeland er disse lagene gjennomvannet av yngre steiltstående ganger eller flattliggende lag med eruptive bergarter. Disse gangbergartene er ofte oppsprukket og vil derfor i gunstige tilfeller gi bra med vann også innenfor det nevnte skiferområdet, men som regel representerer slike ganger et svært begrenset magasin. På østsiden av Jarenvannet er det tykke lag av Mænaitt og Camtonitt i bunnen av de kambriske skifrene. Disse eruptive lagene har gitt bra med vann i to borhull.

Ogygiocaris-skiferen har, som ved Mjøsa, gitt lite og dårlig vann (cks. Hadeland Turisthotell).

Vi får en jevn økning i vannføring mot de ordoviciske og siluriske kalksteiner, sandsteiner og skifre i området mellom Søsterkirkene — Lunner og Randsfjorden. Dette er det gunstigste området for boring på Hadeland. De mektige ordoviciske og siluriske kalksteiner danner store synklinaler mot Randsfjorden. Ved ombøyningen av disse mot øst er det som på Toten flere tjern som er tektonisk betinget. Boringer innenfor dette området har gjennomsnittlig gitt 2—3000 l pr. time. Faren for forurensning av grunnvannet fra overflaten er stor, da det finnes åpne kanaler i kalksteinene. En bør derfor ta hensyn til kalklagenes lagstilling ved plasering av borebrønn her.

Lengre sør i Oslofeltet er det også utført en rekke boringer i kambro-silurbergartene. Disse boringer vil bli behandlet i en senere meddelelse.

Summary

Geology and Well-drilling. The Hydrogeology of the Cambro-Silurian of the Mjøsa District.

Report No. 3 from Archives for Well-Drillings.

Norwegian rocks are with a few exceptions impervious. The water is concentrated in fractures, joints, fissures, solution openings etc. and hydrogeological study requires knowledge of the tectonics of the different formations and districts.

The yield of drilled wells and their depths show great local variations. Statistics give for most formations, little information as to what yield may be expected in a new well and at what depth. Each place must be the subject of a special geological investigation. The fractures are often unconnected or only connected by narrow fractures which control the yield of the well (fig. 2). Continuous pumping over a long period is necessary to get reliable information of the aquifer and the size of the water body stored in the fractures. Contamination of water occurs in Cambrian and Ordovician soft shales and in a fossiliferous Silurian limestone. (Pentamerus Limest.) («formational contamination»).

About 60 wells drilled in the «Cambro-Silurian districts» at Mjøsa (map see Skjeseth 1952) demonstrate the hydrogeology of these rocks. It is also shown that there is a clear connection between stratigraphy and the yield of water of the drilled wells. The soft Cambrian and Lower Ordovician shales and thin limestones give little and often contaminated water. The results obtained by drillings in the Orthoceras Limestone show great variation due to differing dips of strata. Ground water level and size of water body in the fractures are also controlled by the erosion and topographic relief (figs. 4 and 5).

The Middle Ordovician formations (figs. 8 and 9) have shown increasing tectonic competence up from the soft Ogygiocaris Shale to the younger Mjøsa Limestone and the yields of the drilled wells gradually increase from older to younger layers. The wells in the Mjøsa Limestone show greatest variation. Here the results are controlled by the folding. Wells in or near the throughs of the synclines give more than wells drilled in the steep flanks (figs. 7 and 9).

The plunge of fold axes influences the direction of water flow. At Hadeland (figs. 10) the relation between stratigraphy and yield of drilled wells is the same as at Mjøsa. Areas where drilling for water is not recommended are indicated by dark shading (Alum shales, Orthoceras Limestone, Ogygiocaris Shales). Exceptions to this are wells drilled through Permian dykes and sills in the soft, impervious formations. The dykes are fractured and thus may yield sufficient water, but their magazines are limited.

Litteratur

- Holmsen, P.*, 1952: Meddelelse fra Vannboringsarkivet. Nr. 1. N.G.U. nr. 184, s. 5—11.
- 1953: Om norske bergarters hydrogeologi. Kommunalt Tidsskrift nr. 9.
- Skjeseth, S.*, 1952: Meddelelse fra Vannboringsarkivet. Nr. 2. N.G.U. nr. 184, s. 12—22.

Oppsprekning, topografi og vannføring i massive dypbergarter

Meddelelse fra vannboringsarkivet nr. 4

AV

PER HOLMSEN

I et trykt foredrag om norske bergarters hydro-geologi (Kommunalt Tidsskrift, mars 1953) har forfatteren gitt en kort omtale av enkelte norske bergarter og formasjoner med hensyn til resultatene av utførte boringer etter vann. Bl. a. er nevnt larvikittområdet i Vesfold, nordmarkittområdet omkring Voksenkollen ved Oslo og granittområdet i søndre Østfold. Felles for disse massive dypbergarter er at boringer har gitt høyst forskjellige resultater. Til denne type av formasjoner må også regnes Drammensgranitten.

Disse bergarter er i seg selv, som norske bergarter flest, praktisk talt tette. Årsaken til at de likevel fører vann er at de er oppsprukket, i visse tilfeller også dypforvitret etter oppsprukkete soner.

De bergarter som er nevnt hører til de vanskeligste når det gjelder å forhåndsbedømme utsikten for å skaffe vann ved boring. Det kan derfor ha sin interesse å gjøre seg noen refleksjoner over måten de er oppsprukket på, og hvorledes oppsprukkete partier i visse tilfeller fremtrer i terrenget. Hvis vi kan komme til klarhet over måten en bergart er oppsprukket på, er vi nemlig kommet et stykke på vei i å forhåndsbedømme utsikten for å få vann ved boring.

Det er flere forskjellige måter for oppsprekning i den slags bergarter som her omtales, hver måte har sitt karakteristiske mønster, og dette har derfor betydning for bergartens vannføring.

Den viktigste terrengformende faktor, som vi alltid må ta i betraktning, er innlandsisens virkning i utformningen av de topogra-

fiske detaljer. Det bør være kjent for alle at i de deler av landet det her er tale om, har en mektig innlandsis glidd henover terrenget for ikke mer enn ca. 11 000 år siden. Regnet etter en geologisk tidsmålestokk er dette like opp til nåtiden. Isens gravende virkning på fjellunderlaget har derfor vært dominerende i utformningen av fjelloverflatens detaljer slik som vi ser dem i nåtiden.

Isens virkning har vesentlig bestått i å plukke opp og føre bort løst materiale. Der hvor fjellet var sterkt oppsprukket, kunne isen lettest grave et søkk i terrenget. Den slipende virkning av det innefrosne materiale har, i ellers hårde og motstandsdyktige bergarter, mest bestått i en avrunding av de mindre former. Det mønster som bergarten er oppsprukket etter har derfor fått innflytelse på detaljene av fjelloverflatens topografi. Det har særlig betydning å erkjenne dette forhold for terrengdetaljer hvis dimensjoner beløper seg fra noen ti-tall meter til et par hundre meter, fordi dette er de avstander innenfor hvilke man i alminnelighet kan gjøre et valg ved plasingen av en borebrønn.

Oppsprekningen av massive dypbergarter kan opptre i tre helt forskjellige mønstre, eller i kombinasjoner av disse:

1). *Den helt uregelmessige oppsprekning*, som fører til kantete blokker med høyst varierende kantvinkler, går i alminnelighet bare få meter ned i fjellet. Denne oppsprekningstype må antas oppstått ved de årlige temperaturvariasjoner i fjellet. I alminnelighet er temperaturen under ca. 15 m dyp konstant året rundt. Disse sprekker har ingen bestemt retning. Dette mønster, eller om man heller vil betegne det slik: mangelen på mønster, er derfor lett å erkjenne. Fordi sprekkene allerede i noen få meters dyp er ganske trange, gir de ikke grunnlag for noen betydelig vannføring.

2). *Den «firkantete» oppsprekning*. Enkelte steder har de samme bergarter en tydelig benkning etter nær horisontale avskallingsflater, og sammen med denne opptre vertikale sprekker. Denne oppsprekningsmåten fører derfor til blokker av «firkantet» form. Benkenes tykkelse kan være fra et par desimeter til omtrent en meter. Denne oppsprekningsmåten er gunstig for steinbruddsdrift, og har vært utnyttet slik. Årsaken til denne oppsprekning ligger antagelig så langt tilbake i tiden som bergartens størkningsprosess, betinget ved bergartsmassens avkjøling ovenfra. Selve kontraksjonsprekkene som vi nå iakttar dem, er sikkert oppstått og utvidet senere gjennom temperaturvariasjoner og tektonisk påvirkning (be-

vegelsler i jordskorpen), av sirkulerende vann osv., men det har hatt betydning for, og har lettet sprekkedannelsen, at bergarten på forhånd har vært disponert for den.

Mønsteret gjør at sprekken kommuniserer. I gunstige tilfeller kan denne oppsprekningsmåten derfor gi grunnlag for en moderat vannføring. En skal være forsiktig med å angi tall, men et par hundre til kanskje omkring tusen liter pr. time bør en prøvepumping kunne gi. Sprekkene er imidlertid trange mot dypet, og fjellet har derfor liten magasineringsevne om denne oppsprekningsmåten opptrer alene. Etter nedbør er vannføringen rikelig, men under langvarig tørke synker vannføringen. Slike borebrønner er bl. a. utført i «tønsbergitt» (en variant av larvikitt). I terrenget gir denne oppsprekningsmåten seg til kjenne særlig ved blokkenes karakteristiske form, eller den lar seg iaktta direkte hvor fjellet er bart.

3). *De tektoniske betingete sprekkesoner* har størst betydning for vannforsyningen. Det er linjer langs hvilke det har foregått forrykninger i selve den faste jordskorpe, forkastninger, og hvor bergartene er sterkt oppknust eller oppsprukket. Bredden av en slik sprekkeseone kan være fra bare noen få desimeter opp til mange ti-tall meter, og ofte går der sprekker ut til sidene. I lengderetningen kan de ofte være utviklet over store avstander. De er ofte steiltstående, de kan være skrå, eller mer og mindre flattliggende. De går dypt ned i fjellet.

De tektoniske sprekkesoner kan føre meget betydelige vannmengder, fordi de drenerer områder som ligger langt unna. Av samme grunn er både nedslagsfelt og magasineringsevne store.

I lagdelte bergarter kan vi ofte påvise på hvilken måte de bevegelsene har foregått som har ført til oppknusning av bergartene. Men i massive dypbergarter er bergarten den samme på begge sider av forrykningslinjen. De kan likevel fremtre tydelig i fjelltopografien og også i terrenget. Isen har funnet gode angrepspunkter i de sterkt oppknuste bergartssoner, og de røper seg derfor ved slukter eller dype dalsøkk, markerte fjellvegger osv., med et rettlinjert eller brukket forløp. Ofte følger nåtidens vannløp slike tektoniske sprekkesystemer.

Når man skal velge sted for boring i en massiv dypbergart, kan dette forhold være verdt å ta i betraktning. Hvis det er anledning til det, bør borhullet plasseres ved kanten nede i markerte dalsøkk, ved foten av karakteristiske fjellskrenter eller lignende,

mens man kan ha grunn til å unngå å bore på toppen av frem-tredende mindre bergkoller. De siste er ofte lite oppsprukket, og dette er grunnen til at de rager opp i terrenget.

Eksempler på vellykkete boringer i tektoniske sprekkesoner finnes det mange av. Trondheimsveien passerer Oslo bygrense i en slik tektonisk sprekkedal i nordmarkitt, hvor fjellet dessuten oppviser den karakteristiske horisontale benkning som omtalt under 2). Her er det boret etter vann med stort hell hva mengden angår. At risikoen for forurensning samtidig er stor, skal ikke kommenteres i denne forbindelse.

Sørligst på Tjømø, og dessuten mange steder ellers i larvikitt-området, er der mange markerte nord-sørgående sprekkedaler, «klover». Utførte boringer har til dels gitt betydelig vannføring, mens boringer f. eks. på Måkerøy, hvor der ingen utpreget oppsprekning er, har gitt helt ubetydelige vannmengder.

Andre eksempler på tektonisk betingede sprekkesystemer har vi i granitt-området i søndre Østfold. Et blick på kartet viser at vannsystemene i denne del av landet følger bestemte retninger. Glomma nedre løp følger en NØ—SW retning som går igjen i topografien ellers. Et annet system har retningen NNW—SSØ (Skinnerflo o. a.). I Onsøy følger fjordsystemet de samme retninger. I dette området er der utført ikke få boringer etter vann, med høyst divergerende resultater. Boringer i Onsøy i det flate granittområde har i stor utstrekning vært mislykket, mens et antall borebrønner lenger øst, særlig øst for Glomma, har gitt til dels meget vann. De vellykkede boringer kan uten tvil tilskrives de tektonisk betingete sprekkesystemer.

Denne regel for sammenheng mellom topografi og oppsprekning kan i noen grad også overføres på de mer massive gneisgranittiske bergarter i Østfold og Akershus. Men regelen må ikke anvendes generelt. Fremfor alt må den ikke anvendes på tydelig lagdelte bergarter av sterkt vekslende fasthet, slik som Oslo-feltets kambro-silur, da forholdet mellom topografi og oppsprekning her nærmest er det motsatte. Som fremhevet av Steinar Skjeseth er de bløte og tette skiferbergarter erodert sterkest, mens de oppsprukete, men likevel mer motstandsdyktige kalkstener står frem i terrenget som markerte høydedrag.

Summary

Relations between jointing, topography and ground water in massive igneous rocks.

In a printed lecture on the hydro-geology of Norwegian rocks (see Norwegian text), the author mentions the larvikite and nordmarkite areas (Permian) of the Oslo region and the granite area (Pre-Cambrian) east of the southern part of the Oslo fjord. Individual yields of drilled wells vary extremely from place to place. Further the Drammen granite (Permian) is to be classified among these rocks.

Like most Norwegian ones, the rocks themselves are impermeable, and any quantity of water to be drawn from them depends on open fractures. There are three kinds of fracturing which may be taken into consideration when a place is selected for drilling. Each kind exhibit its characteristic pattern, and they occur singly or in combination with others. The three kinds of fracturing which the author considers most important respecting ground water problems are:

1. Irregular fissures. 2. The horizontal jointing known as sheeting. 3. Tectonical jointing.

The irregular fissures are supposed to originate from temperature variations on the surface. They intersect the rocks to shallow depths only. Blocks are of any angular form. When singly present, this kind of fissures does not yield much water.

Sheeting is best exposed in quarries, and exhibits a jointing nearly parallel to the topographic surface. The interval between the fractures is measured in inches or feet. The benches are intersected by vertical fissures, and blocks are mostly of a rectangular form. The sheeting may be explained as tension cracks during the cooling of the crystallized rock, from the upper contact of the rock body. This kind of jointing may permit a reasonable discharge, the individual yield of some wells, however, being variable. After precipitation considerable quantities of water can be drawn from some wells; during dry periods the yield decreases, since the ground water reservoir has, in some cases, too little volume.

Most important are the tectonic joints.

The author calls attention to the important role which the ice has played in the formation of local topography. In the author's

opinion, the mechanism of ice erosion mainly consists in the removal of fractured rock material. Along tectonic joints the ice could attack the rock easily and form gorges or similar topographic features. When selecting a drilling-place, the well-driller ought to pay attention to this relation between jointing and topography, and to avoid hillocks if possible. On this point, the article may be taken as an advice for well-drillers.

This rule may also be applied to the massive granitic parts of the archean gneisses in south-eastern Norway, but must not be generalized. In other geological formations, the relation between jointing, topography and ground water can be quite contrary, as emphasized by S. Skjeseth.

Gabbrokonglomeratet i Sjødalen

AV

TRYGVE STRAND

Med 2 tekstfigurer

Langs Sjødalen mellom Leirflata (44,31)¹⁾, den øverste grend i Heidal, og Hindseter (E30 ø, (37,45)), stryker et drag av Valdres-sparagmittens gabbrokonglomerat. Mellom Leirflata og Hovda (41,35) står konglomeratet langs Sjøa, videre sørover går det over på vestsiden av elven.

Professor W. Werenskiold er den første geolog som har iakt-tatt gabbro-konglomeratet i dette område uten å publisere noe om det. Feltbeskrivelser av bergarten fra lokaliteter ved Hovda og ved Veoli seter finnes i hans dagbøker i NGUs arkiv. I 1940 fikk forfatteren anledning til å studere konglomeratet i strøket omkring Nybrua sammen med Tore Gjelsvik. Like etter (Strand 1941) ble gabbro-konglomeratet i dette strøket rent skjematisk avsatt på et oversiktskart i liten målestokk med den summariske betegnelse «Valdres-sparagmitt». Dietrichson (1950, s. 96, s. 119) er den første som på trykk har gitt en nærmere karakteristikk av konglomeratet i området. Han betegnet det som Valdres-sparagmittens gabbro-konglomerat og publiserte et fotografi av konglomeratet i Hindseterkampen ovenfor Hindseter, en nyfunnen lokalitet. En del av

¹⁾ De fleste av de lokaliteter som dette arbeide handler om ligger i den sør-østlige del av kartområdet Vågå (E29 ø). Til topografisk orientering henvises til dette kart og til de tilstøtende kart Sel (F29 v) og Sjødalen (E30 ø). Det geologiske kart i Strand 1951 kan også brukes, men som omtalt i det følgende må dette revideres for de strøk det her gjelder. Stedsangivelsene er i minutter bredde og lengde.

konglomeratdraget langs Sjoa er avsatt på oversiktskartet som fulgte hans avhandling. Strand (1951, s. 24, s. 78) har gitt en beskrivelse av konglomeratet, dets grunnmasse og bollemateriale fra kartområdet Vågå (E29 aust), dets utbredelse ble innlagt på det medfølgende kart.

I et foredrag på Norsk geologisk forenings landsmøte 1955 er Dietrichson (1955) kommet med en ny tolkning av konglomeratet, som han nå vil gjøre til et pseudo-konglomerat. De lyse meta-trondhjemitiske rullesteiner i konglomeratet vil han tolke som «opprevne og mylonittrundete Trondhjemitganger». Forfatteren (Strand 1955 a), leverte et diskusjonsinnlegg til Dietrichsons foredrag og fastholdt ektheten av konglomeratet.

Valdres-sparagmitten er en meget verdifull ledeformasjon i Kaledonidene i det sentrale Sør-Norge. Den ligger over det undre store skyvedekke (Otta-dekket hos Strand 1951 eller undre Jotun-dekke) og er oppstått av detritus fra dette, mens den er overkjørt av det øvre store skyvedekke (Sogn-Jotun-dekket hos Strand 1951 eller øvre Jotun-dekke). Det kan derfor få konsekvenser for oppfatningen av geologien i det område det her gjelder om Dietrichsons bortfortolkning av gabbro-konglomeratet skulle være riktig. Når dette arbeid nå blir offentliggjort, er det dog ikke først og fremst for å føre polemikk, men like meget fordi det gir anledning til å komplettere og korrigere den fremstilling av de geologiske forhold i området som forfatteren tidligere har gitt.

Vi skal begynne med en beskrivelse av konglomeratet og ta for oss de trekk ved det som er av betydning for bedømmelse av ektheten. Det skal først nevnes at bollene i konglomeratet langt fra ligger tett og jevnt fordelt gjennom hele lagmektigheten. Mange steder kan en gå over store blottete flater av den grønne grunnmassebergart og i høyden se enkelte spredte boller.

Konglomeratet finnes ikke sammenhengende over hele strekningen fra ovenfor Leirflata til Hindseterkampen. Det mangler på et stykke ved Ridderspranget (40.9, 38.5) og på et stykke ved Veo (E30 ø), det sistnevnte er vist på Dietrichsons kart i hans 1950-avhandling.

Bollenes form og størrelse. Når Dietrichson som foran sitert taler om opprevne og mylonittrundete trondhjemitganger, må han mene at forholdsvis store trondhjemitintrusjoner skulle være blitt slitt i stykker og delene rullet ut til bollelignende form ved en

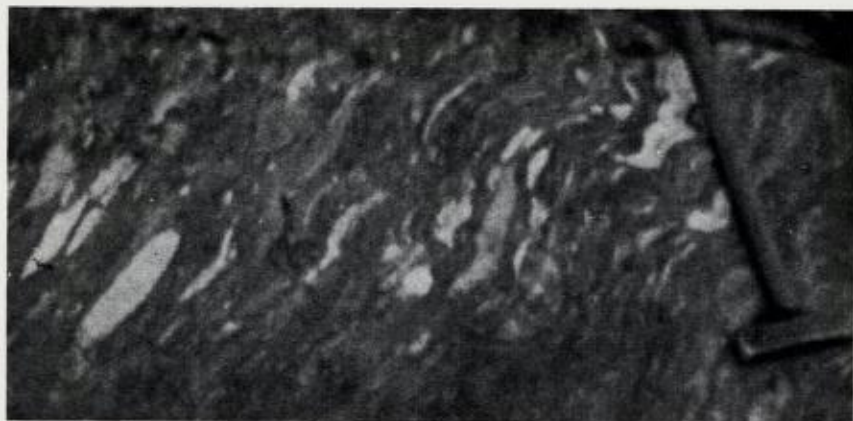


Fig. 1. Gabbrokonglomerat, løs blokk i nærheten av Nybrua. T. Strand fot. 1940.

Gabbro Conglomerate, loose boulder.

mylonitisasjonsprosess. Det vil vel være vanskelig å finne sikre eksempler på en så radikal virkning av mylonitisering, og det er ikke blitt fremlagt iakttagelser som kunne tyde på at noe slikt virkelig har funnet sted i dette tilfelle. Vi skal derfor i det følgende gå ut fra at bollene eller inneslutningene i konglomeratet har sin opprinnelige størrelse.

De aller fleste av bollene i konglomeratet er små (fig. 1), men det finnes enkelte store boller. Dietrichson (1950, s. 119) anfører fra Veoliseter «hodestore, opptil $\frac{1}{2}$ m store, lyse rullestener»; det er ikke oppgitt om størrelsen $\frac{1}{2}$ m refererer seg til største dimensjon til en uttrukket bolle eller til en noenlunde jevnt rund. På nordvestsiden av Sjoa omkring 500 m nedenfor Nybrua (41.3, 33) finnes noen enslig liggende store boller. Bollene er uttrukket i retning nordvest—sørøst, på den ene var den største dimensjon 1 m. Ved hjelp av et fotografi fra denne lokalitet er de to andre hoveddimensjoner anslått til maksimum 40 og 20 cm. Volumet av et tilsvarende ellipsoid er 42 dm^3 ; diameter for en kulerund bolle med samme volum er 43 cm. Dette kan vi regne som en øvre grense for bollenes størrelse.

Hvis vi virkelig hadde hatt med trondhemittiske intrusivlegemer å gjøre, skulle vi vente at i alle fall noen av dem hadde vært betydelig større.

I Heidal-seriens sedimenter i Heidal og Ottadalen finnes trondhjemittiske intrusjoner som omkring 2 dm tykke og flere meter lange lager ganger av finkornet porfyrisk bergarter. Vi har her å gjøre med intrusjon i bergarter med noenlunde samme mekaniske egenskaper som den grønne bergart i gabbrokonglomeratets grunnmasse. Selv slike små intrusivlegemer kommer opp i volum mange ganger større enn de største boller i konglomeratet.

Som regel er bollene meget sterkt deformert, og på mange blotninger fremtrer de som lyse striper i bergarten, eller som bånd i en sterkt tektonisert gneis. På andre lokaliteter kan man derimot finne i alle fall enkelte boller med tilnærmet ellipsoidisk form med avrundete ender (se fig. 1).

Bollenes petrografiske beskaffenhet. Mikroskopiske undersøkelser viser at de lyse boller består av kvarts, albitt, med epidot eller klinozoisitt og tildels også muskovitt og av biotitt, kloritt og hornblende som mørke mineraler. Etter mengdeforhold svarer bergarten til en trondhjemittisk sammensetning, men strukturen er fullstendig skifrig. Tydelige rester av eruptivbergartsstruktur finnes ikke.

At bollene i konglomeratet utelukkende er av trondhjemitt, kan brukes som argument for Dietrichsons tolkning. Et polymikt konglomerat må være ekte.

Ved veien på sørsiden av Sjoa vest for Storskriubekken (40.8, 35.5) finnes en stor blotning av konglomeratet; herfra har forfatteren i dagbok fra 1940 notert kvartsitt-boller. Det er vel kjent at man bør se med skepsis på kvartsitt-boller i sterkt deformerte konglomerater, forveksling med kvartsslirer kan forekomme. Det vil derfor være ønskelig å få denne lokalitet revidert av «uvillige menn».

I konglomeratet i Hindseterkampen fant forfatteren en liten mørk bolle eller inneslutning, som i tynnslip viste seg å inneholde vesentlig hornblende med noe kloritt og ubetydelige mengder av kvarts og albitt. Her må vi ha en bolle av helt omvandlet ultrabasisk bergart (pyroksenitt), hvis det ikke skulle være et tilfelle av metamorf differensiasjon i konglomeratgrunnmassen.

Sammenligning med området ved Tesse. I området ved Tesse (hvor det finnes som lokale blokker) og vest for nordenden av Tesse finnes gabbrokonglomerat som med hensyn til grunnmasse og bollemateriale av overveiende lyse trondhjemittiske bergarter stemmer helt overens med tilsvarende bergart i Sjudalen. At vi her

har et virkelig konglomerat kan ingen bestride, bl. a. fordi det er polymikt. Av stor interesse er det at det her er påvist grønnstein (meta-basalt) i bollematerialet (Strand 1951, s. 24—26, s. 78).

Grunnmassen i konglomeratet. Dietrichson har i sitt diskusjonsinnlegg sitert uttalelser av Goldschmidt fra hans «Konglomeraterne inden Høifjeldskvartsen» som går ut på at det er umulig å skille sedimentet i gabbrokonglomeratens grunnmasse ut fra mylonittskifrige gabbrobergarter, der hvor man ikke har sikre konglomeratboller eller sammenheng i felt med konglomerater. Dette kan være riktig så lenge man har å gjøre med detritus-sedimenter som helt eller tilnærmet er av gabbrosammensetning. Som de følgende beskrivelser skal vise, er dette tilfelle bare med en del av gabbrokonglomeratet i Sjødalen.

Ved Nybrua, ved Sjøa (41.3, 33), omkring 5 km sør for, ovenfor Leirflata (N på stereogrammet fig. 2) er bergarten en dypt grønn synlig klorittrik tykkskifrig bergart. Noen steder, som like ved Nybrua, har bergarten utpreget planskifrighet og antydning til benkning; andre steder, som ved nedre Tråsåfoss (NT på stereogrammet) er skifrigheten ruglet av småfoldning og derfor utydelig.

Av bergartene i dette område er det blitt utført to kjemiske analyser av ingeniør Brynjolf Bruun ved NGUs kjemiske laboratorium, se tabell 1 og 2 med tilhørende moder.

Bergarten analyse tab. 1 er tydelig skifrig. Kornstørrelse omkring 0.1 mm med millimeterlange hornblendenåler. Dens kjemiske sammensetning er så nær gabbroid at den selvsagt ikke gir noe argument for at bergarten er sedimentær. Men bergarten har sammenheng i felt med de andre grønnes skifrige bergarter omkring Nybrua. Etter forfatterens felterfaring går det som regel an å skille gabbromylonittskifrer fra suprakrustale, grønne gabbroide bergarter ved at mylonittskifrene er mer tykkskifrige, harde og kompetente bergarter, og man finner i dem som regel bevarte rester av den grovkornete gabbro-struktur, hvis de er blottet over noe større flater.

Bergarten analyse tab. 2 har ruglet skifrighet og er rik på megaskopisk synlig kloritt, kornstørrelse omkring 0.1 mm. Den kjemiske sammensetning med rikelig Ca, Mg og Fe sammen med et tydelig Al-overskudd stemmer ikke overens med sammensetningen av noen kjent eruptivbergart. Den viser at bergarten må være et sediment av gabbro-detritus, som har undergått forvitring

Tabell 1.

Gabbrodetritus-sediment, E29ø 346, på sydsiden av Sjoa vest for Nybrua (41.3, 33.5). Analysert av Brynjolf Bruun, NGUs kjemiske laboratorium.

	Atom-prop.	Atom-prosent	Mol norm
SiO ₂ 52.47	873	50.2	Q 7.3
TiO ₂ 1.50	19	1.1	Or 2.9
Al ₂ O ₃ 15.59	306	17.6	Ab 28.5
Fe ₂ O ₃ 4.19	52	3.0	An 28.3
FeO 6.55	91	5.2	Σ sal 67.0
MnO 0.18	3	0.2	Wo 2.5
MgO 6.13	152	8.7	En 17.4
CaO 7.32	130	7.5	Fs 5.6
Na ₂ O 3.08	99	5.7	Mt 4.5
K ₂ O 0.51	10	0.6	Il 2.2
P ₂ O ₅ 0.22	3	0.2	Ap 0.7
H ₂ O - 0.18			Σ fem 33.0
H ₂ O + 2.30			
100.22		100.0	

Mode	
Kvarts	11
Albitt	29
Epidot	18
Biotitt	5
Hornblende	16
Kloritt	18
Titanitt	2
Apatitt	1
	100

Niggli:					
si	al	fm	c	alk	mg k
137	24	46½	21	8½	.51 .09

og som muligens kan være blitt blandet med sedimentært materiale av annen opprinnelse. Det store innhold av jernerts i bergarten kan rimelig forklares ved klastisk anrikning.

I tab. 3 er oppført mineralsammensetning av en del mikroskopisk undersøkte prøver av gabbrodetritus-sedimentet utenom de to analyserte bergarter. Tallene er etter temmelig rå anslag, men de er likevel satt opp i tabellform for bedre oversikt. Prøven fra Hindseterkampen (2) ligger etter sin mineralsammensetning mellom de to analyserte bergarter. Nr. 4 og 5 i tabellen er eksempler på variasjon i retning av pelitisk sammensetning, men med sterkt innslag av albitt og Ca-silikater, mens nr. 6 viser tendens i retning av plagioklas-arkose.

De bergarter som er beskrevet i det foregående avsnitt har sammenheng i felt, og undersøkelse av et ennå større antall tynnslip av dem ville uten tvil bekrefte at det er en jevn overgang mellom de forskjellige typer. Selv om sedimentet ikke førte boller, eller om Dietrich-

Tabell 2.

Gabbrodetritus-sediment, E29ø 351, ved Sjoa nedenfor nedre Tråsåfoss (41.7, 32.3). Analysert av Brynjolf Bruun ved NGUs kjemiske laboratorium.

	Atom-prop.	Atom-prosent	Mol norm
SiO ₂ 49.34	821	48.4	Q 11.0
TiO ₂ 2.21	27	1.6	Or 5.0
Al ₂ O ₃ 16.53	324	19.2	Ab 30.5
Fe ₂ O ₃ 8.29	104	6.3	An 24.0
FeO 6.13	85	5.0	C 2.5
MnO 0.26	4	0.2	Σ sal 73.0
MgO 4.08	101	6.0	En 11.9
CaO 5.69	101	6.0	Fs 1.2
Na ₂ O 3.21	103	6.1	Mt 9.2
K ₂ O 0.80	17	1.0	Il 3.2
P ₂ O ₅ 0.45	6	0.4	Ap 1.5
H ₂ O- 0.23			Σ fem 27.0
H ₂ O+ 2.91			
100.13		100.2	

Mode	
Kvarts	16
Albitt	30
Epidot	19
Muskovitt	3
Biotitt	4
Kloritt	17
Jernerts	9
Apatitt	2
	100

Niggli:					
si	al	fm	c	alk	mg k
134	26	48	16½	9½	.34 .14

sons tolkning av bollene var riktig, kunne det ved omhyggelig geologisk arbeid skilles ut fra de andre ledd i områdets fjellbygning.

Fyllittene i den underliggende (mio-geosynklinale) sedimentserie skiller seg skarpt ut fra gabbrodetritus-sedimentet i konglomeratgrunnmassen ved at de praktisk talt mangler Ca-silikater. Sedimentene eller sedimentgneisene i Heidal-serien (undre Jotundekke) som skal omtales i et følgende avsnitt, skiller seg ved at de har gjennomgått en feltspat-porfyroblastese og fører forholdsvis store øyne av plagioklas og delvis av mikroklin. Kalifeltspat finnes ikke i konglomeratgrunnmassen.

Opprinnelsen til materialet i gabbrokonglomeratet. Som foran nevnt ligger gabbrokonglomeratet over erosjonsrester av det undre Jotun-dekke og er høist sannsynlig oppstått av materiale fra dette.

Det ligger meget nær å anta at bollenes trondhemitt-materiale er kommet fra intrusiver i det undre Jotun-dekke, av samme generasjon som finnes blottet ved Heidalsmuen, hvor de er blitt be-

Tabell 3.

Mineralsammensetning av forskjellige typer av gabbrokonglomeratets grunnmasse.

Men unntak av de analyserte bergarter, nr. 1 og nr. 3, er sammensetningen anslått etter tynnslip. Tallene kan bare gjøre krav på å vise et noenlunde riktig mengdeforhold mellom mineralene.

	1	2	3	4	5	6
Kvarts	11	20	16	15	20	30
Albitt	29	15	30	15	35	45
Epidot	18	30	19	1	5	13
Muskovitt			3	40	20	
Biotitt	5	12	4		15	4
Kloritt	18	16	17			
Granat				1		
Hornblende	16	5		20		
Jernerts etc.	3	2	11	8	5	8
	100	100	100	100	100	100

1. E29ø 346, analyse tabell 1.
2. Hindseterkampen (E30ø).
3. E29ø 351, analyse tabell 2.
4. E29ø 247, Turrhauglie (40.5, 40.7).
5. E29ø 345, toppen av Ørnberget (42.2, 35.2).
6. E29ø 370, ved Sjoa vest for Ellingsbørusten (42.7, 32.5).

skrevet av Dietrichson (1950, s. 98—99). — Som argument *mot* at bollene skulle ha en slik opprinnelse har imidlertid Dietrichson (1950, s. 97, 1955) påpekt at trondhemittene i Heidalsmuen er relativt upresset med vel bevarte strukturer, i motsetning til hva som er tilfelle med bollene i konglomeratet. Men denne innvending faller bort når vi regner med at trondhemitten i bollene er blitt forskifret og er omkrystallisert ved konglomeratets deformasjon. De kan ha hatt bevarte primærstrukturer ved bollenes innleiring i konglomeratet.

At det ikke finnes boller av gabbroide bergarter i et konglomerat hvor grunnmassen er så rik på gabbroid materiale som i dette tilfelle, kunne man være fristet til å regne som et av naturens underlige luner. Et analogt tilfelle har vi i konglomeratene i Limingavdelingen i Nord-Trøndelag og det sør-østligste Helgeland (Strand 1955 b, s. 63).

Muligens er materialet ikke kommet fra massive og grovkornete gabbroer, men fra suprakrustale gabbroide bergarter, som kan ha vært mindre motstandsdyktige under transport. Vi må da tenke på grønnsteinene i det undre Jotun-dekkes lagrekke. En støtte for

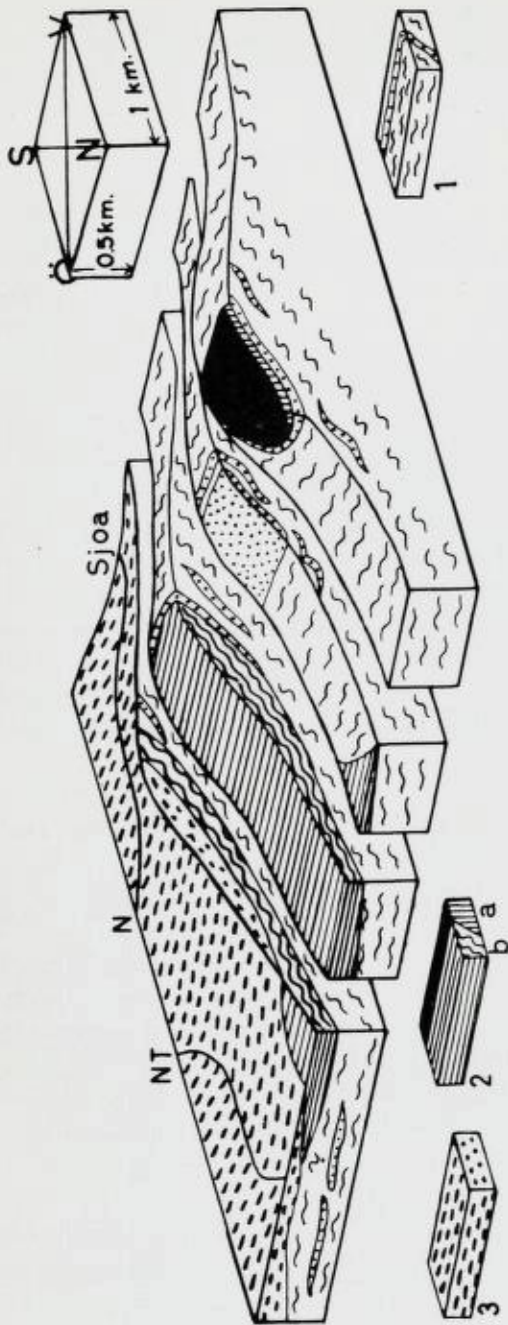


Fig. 2. Stereogram av Rindhovda og Ørnberget (Snauhovda) med en del av Sjoas dal i sydøst. N — Nybrua, NT — nedre Tråsåfoss.

1. Fyllitt med kvartsittlag.
2. Undre Jotun-dekke, a. Gabbro-granulitt (Rudihø-massivet), b. Albit-epidot-gneis (undre del av Heidal-serien).
3. Gabbrokonglomerat (Valdres-sparagmitt).

Stereogram of Rindhovda and Ørnberget (Snauhovda).

1. Phyllite with layers of quartzite.
2. Lower Jotun Nappe, a. Gabbro granulite (Rudihø Crystalline Complex), b. Albite-epidote gneisses (lower part of the sedimentary sequence above the Rudihø Complex).
3. Gabbro Conglomerate (Valdres Sparagmite).

dette er at det er funnet boller av meta-basalt i konglomeratet ved Tesse, som omtalt i det foregående.

For en stor del har grunnmasse-sedimentet en tilnærmet pelitisk sammensetning. Da det ikke er rimelig at materialet i en slik avleiring har gjennomgått en vidtdreven vitring under transporten, ligger det nær å anta en derivasjon fra pelitiske sedimenter, som det finnes rikelig av i det undre Jotun-dekkes lagrekke.

Vi kan således med stor sannsynlighet regne med at sedimentet i konglomeratets grunnmasse er oppstått av det undre Jotun-dekkes suprakrustaler og de lyse boller av trondhemittiske intrusivbergarter i dette.

Området geologi og tektonikk. Fjellet som er fremstillet på stereogrammet fig. 2 strekker seg fra nordvest (Rindhovda (43,37), 1155 m, ovenfor Rindas dal ved Randsverk) mot sørøst (Ørnberget eller Snauhovda (42,35), 1085 m, ovenfor Brurusti). Bergartene stryker hovedsakelig nordvest—sørøst og faller mot nordøst, foldningsaksen heller mot sørøst. Bergartene i fjellet kan oppfattes som den sørvestlige arm av et ganske stort synklinorium etter tverrfoldningsretningen. Sjøa nærmest ovenfor Leirflata renner omtrent langs bunnen av synklinoriet, aksefallet er her temmelig rett sørlig.

På grunn av det sørøstlige aksefall finnes stort sett de tektonisk overliggende ledd i fjellbygningen i sørøst og selv om bergartene stort sett stryker langs fjellsiden, vil man derfor treffe forskjellige bergarter i forskjellige profiler i fjellsiden fra nordvest mot sørøst. Med unntak av øvre Jotun-dekke er alle ledd i områdets fjellbygning representert i Rindhovda og Ørnberget.

Stereogrammet er mot nordvest skåret av omtrent over toppen av Rindhovda. Vi har her gabbro-granulitt overskjøvet over fyllitt med kvartsittlag. Den undre del av gabbrogranulitten nærmest over skyveplanet er blitt til en skifrig epidot-amfibolitt (Strand 1951, s. 46).

I neste sektor mot sørøst har erosjonen skåret seg ned til underlagets fyllitt med kvartsittlag. Kvartsittens fall svarer omtrent til overflatens skråning, og den dekker derfor store flater på tross av en ganske beskjeden mektighet.

I den tredje sektor finnes finkornete, grå til svakt grønne gneiser; de fleste av dem kan betegnes som albitt-epidot-gneiser, med kvarts, muskovitt og biotitt som hovedminerale (utenom albitt

og epidot). Som før nevnt fører noen av bergartene tydelig synlige porfyroblaster av plagioklas og tildels mikroklin. Noen lag er meget rike på mørke mineraler, biotitt, epidot og hornblende, så de har karakter av kalksilikatfelter.

En lett tilgjengelig og god blotning av de samme bergarter er ved Rinda like ovenfor dens utløp i Sjoa, (43.5, 33). Her finnes det i bergartsserien også lag av lys, flinthead kvartsitt, som fjerner all tvil om at vi har å gjøre med en sedimentær serie. Bergartene viser småfoldning med akser hellende mot sør, og skulle således falle inn under gabbrodetritus-sedimentene som står omkring 1 km sønnenfor og ovenfor ved Sjoa.

I Skarvhø på nordsiden av Sjoas dal, ved grensen mellom kartbladene Vågå og Sel (1° 30' vest Oslo), er Rudihø-kompleksets bergarter meget godt blottet, bl. a. båndet bergart med vekslende svarte amfibolittbånd og lyse anorthosittbånd. Bergartene her er sterkt preget av mylonittisering og av kaledonisk (tilbakeskridende) metamorfose, (saussurittisering av plagioklasen), men de karakteristiske tettspindlete perthitter finnes som relikter. Nær ovenfor den gamle veien i Heidal blir disse Rudihø-bergartene mot sør overliret av en helleskifer (kvartsskifer). Videre over denne mot sør følger en grovkornet, lys kalksilikaffels, som er blottet i et steinbrudd ved den gamle veien. Videre nedover lia mot Sjoa hvor det er meget sterkt overdekket, sees noen steder blotninger av oppstikkende kvartsittlag. Ved svingen i Sjoa nedenfor Brånan (44.1, 31) går det en sti ned til elven; her er det gode blotninger av lys albitt-epidotgneis. Ved Sjoa i den øvre del av Heidal er bergartene i dette sediment-komplekset over Rudihø-massivet utmerket blottet, men dessverre er meget få av disse blotninger tilgjengelige.

Vi har således i denne del av Heidal en serie av sterkt feltspatiserede sedimenter over Rudihø-massivet, som svarer til den undre del av Heidal-serien. Bergartene er ikke helt de samme som Gjelsvik har beskrevet fra sitt typeprofil i Hovdapiggen i Ottadalen. Den karakteristiske «småøyegneis» er ikke funnet på noen av de ovenfor omtalte lokaliteter, men den finnes, etter Gjelsviks materiale, i Rustbekken ved Ellingsbørusten på østsiden av Sjoa (Strand 1951, s. 54).

Albitt-epidot-gneisene i Sjudalen er på kartet i «Sel og Vågå» avsatt med samme betegnelse som Rudihø-komplekset og ble ansett som sterkt mylonittforskifrete («fyllonittiserte») deler av dette (Strand 1951, s. 47). Iakttagelser i øvre Heidal i 1954, som er omtalt ovenfor, har vist at dette neppe kan være riktig, og det nevnte kart må her revideres.

Vi kan nå vende tilbake til Rindhovda og Ørnberget. Det må være klart at albitt-epidotgneisene i den sørøstre del av fjellet hører til Heidalseriens sedimenter, mens gabbro-granulitten i Rindhovda er en del av det underliggende Rudihø-kompleks. Grensen mellom dem er kuttet vekk av erosjonen, som har blottlagt underliggende fyllitt med kvartsittlag mellom dem. Til sammen representerer de undre Jotundekke.

I den sørøstlige blokk i stereogrammet, profilet opp til toppen i Ørnberget, har vi så gabbrokonglomeratet. Det har i denne del av området meget større utbredelse enn angitt på kartet i «Sel og Vågå».

På sørsiden av Sjoa nærmest ovenfor Nybrua er det overdekket langt oppover, så vi vet ikke noe nærmere om de geologiske forhold her. Ved Sæterbekken, (40.8, 37), omkring 3 km ovenfor og vest for Nybrua står massiv gabbro, som må høre til øvre Jotundekke, like ovenfor Sjoa. Videre oppover langs Sjoa ligger likeledes øvre Jotun-dekkes bergarter over gabbrokonglomeratet langs vestsiden av det store gabbromassiv mellom Sjoa i vest og Murua i øst. Hvis disse gabbromasser utgjør ett sammenhengende massiv, må dette i sin helhet høre til øvre Jotun-dekke.

Men som fremholdt av Dietrichson (1950, s. 96—97) behøver dette ikke å være tilfelle. Dietrichson har på sitt kart av 1950 avsatt en stripe av undre Jotun-dekkes høykrystalline bergarter på vestsiden av Murudalen fra Holseter og sørover. Et sterkt indisium for riktigheten av dette gir trondhjemitene, som i rikelig mengde gjennomsetter bergartene her. Disse trondhjemitte må nemlig være de samme som gjennomsetter det undre Jotun-dekkes bergarter østenfor i Heidalsmuen.

På vestsiden av Murudalen skulle således det øvre Jotun-dekke ligge direkte over det undre uten noen mellomliggende Valdres-sparagmitt. Dietrichson har med god grunn antatt at det i disse strøk var et meget ujevnt relieff ved Valdres-sparagmittens avleiring, flere steder lå det igjen oppstikkende erosjonsrester av det undre Jotun-dekke og hindret avleiring.

Summary

The Gabbro Conglomerate in Sjodalen.

The area dealt with in the present paper is a part of the valley of the river Sjoa (Sjodalen) in central southern Norway, about $61^{\circ} 42' N$ and $1^{\circ} 35' W$ Oslo ($9^{\circ} 18' E$ Gr.). An account of the general geology of the region is found in Strand 1951, the geologic map in that paper needs correction for the area here in question from the data presented in this paper.

The Gabbro Conglomerate outcropping along Sjoa is a member of the Valdres Sparagmite. It contains highly deformed boulders of a light meta-trondhjemitic rock (Fig. 1). The matrix of the conglomerate is most commonly a greenish schistose rock (Tables 1—3). The analysis table 1 shows a rock of a nearly gabbroid composition, while the analysis table 2 shows unquestionably a sedimentary rock with a large admixture of gabbroid material. Table 3 gives mineral compositions, estimated from slides, of four further rocks. Here Nos 4 and 5 are pelitic rocks with an admixture of gabbroid material, while the rock No. 6 tends towards a plagioclase arkose.

The mountain, the geology of which is illustrated on the stereogram Fig. 2, is in the south-west limb of a syncline (or synclinorium) with axis trending NW—SE and pitching SE. The south-east axial pitch causes the tectonically higher rocks to occur in the south-east part of the mountain. In the north-west part a plate of gabbro granulite (2a), belonging to the Rudihø Crystalline Complex, is overthrust above phyllites with bands of quartzite (1) of the foreland (mio-geosynclinal) series. Farther south-east sedimentary gneisses (albite-epidote gneisses) (2b) are in a corresponding tectonic position. Other sections show the rocks (2b) to overlie (2a), together they make out the Lower Jotun Nappe (Otta Nappe, Strand 1951). This is overlain by the Gabbro Conglomerate (3).

The sedimentary gneisses (2b) are the lower part only of the layered sequence of the Lower Jotun Nappe, the greater parts of this had been eroded away before the deposition of the Gabbro Conglomerate. Probably the matrix of the conglomerate got its material from layered rocks of the Lower Jotun Nappe (pelites, gabbroid greenstones) while the boulders came from trondhjemitic rocks intrusive into the layers.

The paper contains polemics against Dietrichson (1955), who would interpret the boulders of the conglomerate as trondhjemitic intrusive bodies. The writer does not think that the form and size of the boulders are consistent with such an interpretation.

Litteratur

- Dietrichson Brynjulf.* 1950. Det kaledonske knuteområde i Gudbrandsdalen. NGT 28: 65—143.
- 1955. «Høyfjellsproblemet belyst i Jotunheimsportalen». NGT 35: 222—224.
- Strand, Trygve.* 1951. The Sel and Vågå map areas. NGU Nr. 178.
- 1955 a. Diskusjonsinnlegg, NGT 35: 222—223.
- 1955 b. Sydøstligste Helgelands geologi. NGU Nr. 191: 56—70.

Om Grongkulminasjonen og Grongfeltets skyvedekker

AV

CHRISTOFFER OFTEDAHL

Med 1 plansje

I perioden 1922—1943 arbeidet statsgeolog Steinar Foslie med geologisk kartlegning av Grongfeltet og Lierne. Ved statsgeolog Foslies bortgang i 1951 forelå det fra hans hånd en rekke geologiske manuskriptkart utført med den største nøyaktighet og detaljrikdom, ledsaget av dagbøker med et meget omfattende observasjonsmateriale. Kartbladet Namsvatnet er blitt bearbeidet av statsgeolog dr. T. Strand, og de søndenfor liggende kartblader bearbejdes av forfatteren. I forbindelse med en beskrivelse av forholdene i sørøstre Helgeland gir Strand (1953, s. 129-130) en kort omtale av den geologiske bygning innen bladene Namsvatn og Frøyningfjell, delvis etter Foslies beretninger etter kartlegningen i 1922 og 1923 (Foslie, 1923 og 1924).

Foslies karter viser at området er tektonisk sett meget komplekst bygget. Da det vil gå en del år før det hele materiale er fullstendig bearbeidet, vil det imidlertid være rimelig å presentere en del fakta om hovedstrukturene og diskutere noen hovedproblemer. Særlig etter at Asklund (1955) har trukket frem problemene vedrørende Grongkulminasjonen (Oldenantiklinalen), er det rimelig å forsøke å korrelere Foslies kart med de svenske kart og synspunkter.

I denne oversikt behandles først Grongkulminasjonen, deretter diskuteres tektonikken for området nordenfor, det egentlige Grongfelt. De synspunkter som fremlegges, stemmer bra overens med forfatterens tidligere oppfatning av dekkebygningen, foredratt på det I. Nordiske Geologiske Vintermøte i Gøteborg i januar 1953.

Grongkulminasjonen.

Grongkulminasjonens prekambriske bergarter går over kartbladene Nordli, Sørli, Sanddøla og Jævsjø. Foslies kartlegning viser her en sentral sone av Olden-granitt flankert av soner med porfyr eller leptitt, se Høltedahl—Dons' Norgeskart 1953 eller Asklunds skisse (1955, s. 197). Langs den vestlige grense av granitten går det en sone av sedimentlag påhvilende granitten, og det vestenfor liggende porfyr—leptittkompleks er tydelig skjøvet over sedimentlagene. Denne skyvegrense er erkjent av Tørnebohm (1896) og fremgår tydelig av hans kart.

Foslies kart viser videre at det er analog skyvekontakt på *øst-siden* av granittsonen, og dette er ikke sett av Tørnebohm. Derved får Sevedekket også her et prekambrisk underlag av porfyr og leptitt, med en påhvilende kambro-silurserie. Det ser ut til at Asklunds granittmylonittdekke kiler ut under porfyren, eller denne er en del av granittmylonittdekket. Fra norsk side kan det ikke sies noe om hvorvidt porfyr—leptittkomplekset har en selvstendig stilling i forhold til den overliggende kambro-silurserien, slik forholdene tyder på det i Sverige, i følge Asklund (1938, s. 79).

Tektonikken langs den østlige sedimentsone er meget innviklet. De to grunnfjellkomplekser er sterkt foldet og sammenknadd, dels sammenskjøvet i flakstruktur. Derfor er det ikke mulig å følge den østlige sone så tydelig som den vestlige. Den vestlige sone skiller klart mellom den sentrale Oldengranitt og porfyr—leptittkomplekset som også inneholder granitter. Den østlige sone går dels i porfyr-leptittstrøk, slik at det ser ut til at Oldenmassivet her inneholder også slike bergarter, noe som synes å være tilfelle i Sverige. For øvrig er bergartene sterkt mylonittisert i en masse soner, kanskje særlig Sevedekkets prekambrium, slik at det ikke synes urimelig å betegne dette kompleks som et granittmylonittdekke.

Fortsettelsen av disse soner mot vest er noe av et problem. Som kartet pl. 1 viser, kiler den østlige sedimentsone ut mot Sanddøla. Den vestlige bøyer mot vest og forsvinner der hvor det nye Norgeskart viser at de granittiske bergarter har fått Veststrandens bunngneis-karakter. Videre mot vest er det i gneisen en sannsynligvis sammenhengende sone med sterk forskifring. Denne bøyer mot nord og så øst på sørsiden av Sanddøla. Her finnes også tynne soner av kvartsitt. Det må derfor ansees som en plausibel tolkning at Sevedekkets skyvegrense bøyer rundt etter de nevnte soner, se kartet.

Asklund (1955, s. 196—198) reiser problemet om sammenhengen mellom Oldengranittens og det østlige Seve-dekkets umetamorfoserte prekambrium og de høymetamorfe basalgneiser i vest, og han påpeker den enestående betydning og særstilling i kaledonidene dette strøk har. Samtidig uttrykkes tvil om det kan være riktig med den overgang fra umetamorfosert grunnfjell til kaledonsk gneis som Holvedahl—Dons' Norgeskart viser mellom nordøstspissen av Snåsasynklingen og Sanddøla. Jeg tror det er i det vesentlige riktig at her begynner den kaledonske metamorfose og metasomatose.

Således er bunngneisen i strøket ved Grong stasjon helt konform med den overliggende glimmerskifer. Ved riksveien ved Sanddøla, 8 km, ØSØ for Grong stasjon sees øyegneisdannelsen å omfatte både gneisen og overliggende skifer. Detaljert grunnlegning får imidlertid utstå til detaljbearbeidelsen.

Det er all grunn til å tro at Asklund (1955, s. 195) har rett i at de to deler av Sevedekket øst og vest for Oldengranittryggen opprinnelig har representert et sammenhengende dekke. Det er også et tydelig slektskap mellom stratigrafien i Trondheimsfeltets nordøstlige ende og Liernes østlige kambrosilurserie. De har begge fyllitter med betydelige grønnstenslag og litt trondhemittinstrusjoner, tynt Vojtja-konglomerat, i nordøst også med kalk, så fyllitter eller kalkfyllitter med grønnstener.

Like NNV for Trondheimsfeltsynklingen vakre ombøyning ligger Snåsasynklingen ombøyning. De synes å ha samme tektoniske stilling og representerer antagelig to nær hverandre liggende synklinaler med noe forskjellig utvikling (se Carstens, 1955).

Etter Asklund (1938, s. 53) er den sentrale Oldengranittsone et stort skyvedekke, idet både sonens prekambriske og overliggende kambro-ordovisiske bergarter er skjøvet ut over forlandets kambro-silur. Vi har altså to første ordens skyvedekker i den sydlige del av kartområdet, øverst det store Sevedekket, og derunder Oldendekket.

Det som karakteriserer strøket morfologisk er at de prekambriske bergarter, og særlig Oldengranitten, utgjør et markert fjellparti. I Sverige har det hevede strøk blitt betegnet som Oldenantiklinalen. Pl. 1 viser imidlertid at Snåsa- og Trondheimssynklingen går opp i luften mot «antiklinalen»; et mer korrekt uttrykk for strukturen vil derfor være «kulminasjon», og betegnelsen Grongkulminasjonen foreslås herved.

Dette strøk forteller om tre tektoniske hovedbegivenheter. Vi har for det første den store overskyvning av Sevedekket, dernest den intense sammenfolding av grunnfjellet i Oldengranittryggen og i Sevedekket, og til slutt den store hevning av selve Grongkulminasjonen. Om sammenhørigheten mellom disse tre hovedbegivenheter skal jeg få nevne at den store overskyvning nok må være eldst. Foldingen kan tilhøre denne fase eller en yngre. Jeg tror ikke Grongkulminasjonen kan ha sitt sterke relieff fra overskyvningstiden, men anser det høyst sannsynlig at ryggen representerer en diapiroktig oppresning av det prekambriske underlag. Denne oppresning må da nødvendigvis tilhøre en meget sen fase. Det er grunn til å anta at Børgfjellmassivet (like nord for pl. 1) har vært gjenstand for en lignende oppresning, kombinert med en viss overskyvning mot SSØ. Derved har den markerte ombøyning i strøket Huddingsvann—Leipikvann—Limingen blitt dannet.

Grongfeltets dekker.

Det egentlige Grongfelt er uhyre komplekst oppbygget. Dette fremgår med all tydelighet av de beretninger Foslie publiserte i N.G.U.s årbøker over feltresultater fra somrene 1922 og 1923. Området består uten tvil av en del tektoniske enheter hvorav noen er sikre, andre mer eller mindre hypotetiske.

Det er nå sikkert at vi har et vestlig høymetamorft dekke med en meget markert overskyvningsgrense mot øst. Denne skyvegrense er funnet av Strand i Helgeland, og kan av Foslies karter sees å fortsette sørover gjennom kartbladene Namsvatnet, Frøyningsfjell og Trones til nordvest for Tunnsjøen (Strand, 1953, s. 126). Videre nedover langs Namdalen forsvinner skyveplanet, som nordenfor har vært markert av en kalksone. Videre tiltar metamorfosen, slik at det er ingen metamorfoseforskjell øst og vest for den mulige forlengelse av skyvegrensen.

Dette skyvedekke består av granittiske gneiser, granatførende glimmerskifre, en smal sone av amfibolitt med kisskjerp, og et par kalksoner. I nordvest ligger pressede granitter med svakt fall mot sørøst på Binndalsmassivets grovporfyroblastiske granitt.

Sørøst for det høymetamorfe skyvedekke finner vi et komplekst område av lavmetamorfe bergarter. De kan inndeles i følgende enheter: 1) Gjersvikdekket, bestående vesentlig av grønnsten, 2) et

skyvedekke av dyperuptiver som muligens bare er en del av grønnstensdekket, og 3) mulige østlige dekker av suprakrustalbergarter.

Gjersvikdekket omfatter de store grønnstensmasser vest og sørvest for Limingen og Tunnsjøen. Disse er intrudert av gabbroer, trondhemitter og keratofyrer. Jaspis- og kvartsittbenker med lag av sedimentær jernmalm og vasskis er hyppige. For uten et stort antall små kisforekomster inneholder dekket de to store forekomster Gjersvik og Skorovass.

I vest faller grønnstenene steilt inn under det høymetamorfe skyvekompleks, mens den østlige grense har ganske varierende karakter. Ved Limingens strand øst for Gjersvik er der et tydelig tektonisk brudd mellom de steile lag av grønnsten og kalkfyllitt. I ryggen mellom Limingen og Tunnsjøen har grønnstenen med sin tilhørende granitt blitt skjøvet ut over de østlige sedimenter, mens dekket synes å falle inn under disse sedimenter i strøket fra Tunnsjøen til Sanddøla.

Grønnstenen faller inn under de store massiver av gabbro og granitt i sørvest (Skorovassklumpen, Gjetingfjellene, Heimdalshaugan). I sørøst er granitt og grønnsten meget tydelig skjøvet ut over de østlige sedimenter i Nesåpiggen, og videre mot vest er der utviklet et meget markert skyveplan som løper langs den sørlige granittgrense og krysser Namdalen ved Fiskumfoss hvor bergartene i Elstadfjell og Aurstadfjell er granitter, dioritter og gabbroer i broket blanding, oftest med gneishabitus.

Dyperuptivskyvedekket kan representere et eget og lokalt skyvedekke som ligger over Gjersvikdekket men som faller inn under det høymetamorfe dekke, eller det kan representere en del av grønnstensdekket, ved at uvanlig store masser med dyperuptiver under den siste tektoniske fases gjennombevegelse av alle lag har fått tektoniske grenser mot grønnstenene som lettere lar seg forskifre. Der hvor dekket krysser Namsen virker det som om det var en del av det høymetamorfe kompleks; det skyldes imidlertid den sene metamorfose som har utvasket kompleksets skyvegrense.

De østlige dekker av suprakrustalbergarter. Fra Huddingsdalen ned langs riksgrensen over Nordli og Sørli har vi en meget komplekst bygget lagserie med skiftende lagningsforhold. I min oversikt av 1953 antok jeg at denne serie består av i det minste to skyvedekker, idet grensen mellom dem skulle gå mellom fyllitt og kalkfyllitt, særlig markant utviklet fra Seterklumpen øst

for Limingens nordende, rundt Jomaryggen og mot sørvest til Sanddøla. Denne grenses tektoniske karakter i Seterklumpen og Jomafjell er påpekt av Foslie (1923, s. 34 og 38).

I sin kartbladsbeskrivelse av kartbladet Namsvatn har Strand sluttet at en slik skyvegrense eksisterer fra sør for Huddingsdalen og opp til Namsvatna, da de stratigrafiske forhold ellers synes umulige. Foslies kart tyder også på at denne grense fra Jomafjell ned til Sanddøla må være tektonisk. Jeg har imidlertid sett selve kontakten i nordskrenten av Jomafjell siste sommer, og den er knivskarp og svakt tektonisert men uten noen virkelig mylonitt. Det er fremdeles en mulighet for at hele det østlige kompleks kan representere en sammenhengende lagrekke. Man må da tenke seg at Jomaombøyningens to grønnstenssoner representerer kjernen i en ombøyet antiklinal slik at vi fra Jomabuena går oppover i lagrekken enten vi beveger oss fra buen opp Jomafjells serie av kalkfyllitt, konglomerat, arkose og grønnstein, eller fra buen utover til Slättdalskalkens smale sone ved Huddingsvannet.

Hvis man går ut fra at det finnes to skyvedekker, synes det forholdsvis enkelt å påpeke deres forløp. Det vestlige av de to dekker kommer fra vestsiden av Binndalsmassivet ned til Grong stasjon, bøyer i fjellene øst herfor og fortsetter nord for Sanddøla opp til Tunnsjøens og Limingens østlige deler, hvor lagene i Jomaryggenes vesthelling har en markant ombøyning, hvoretter de fortsetter over Limingens nordspiss rett nordover. Det østlige dekke omfatter Jomabuens fyllitter og grønnstener og er karakterisert ved forekomsten av Slättdalskalk og Vojtjakonglomerat. Denne lagserie fortsetter ned over Nordli og Sørli. Den er altså som før antydning den østlige hovedutvikling av kambrosiluren som fortsetter oppover mot nordøst i Sverige og nedover langs Trondheimsfeltets østlige store synklinal.

Det kan være verdt å påpeke at Grongfeltets dekkebygning etter dette viser atskillig analogi med den dekkebygning Gunnar Kautsky (1953) fant i Sulitjelma—Salojaureområdet. Begge steder har vi prekambrium med forlandsserie av sedimenter, overskjøvet av det store Sevedekke med tre lavmetamorfe dekker og et øverste høymetamorft dekke.

Følgende kan til slutt summeres om fenomenenes aldersfølge.

1. Først skyves eventuelt de lavmetamorfe dekker på hverandre.
2. Det høymetamorfe dekke skyves derover.

3. Ved metamorfose og metasomatose utslettes den sørlige del av det høymetamorfe dekket skyveggen.
4. På slutten av fase 3. eller ved en senere fase beveges alle lag ved trykk fra nordvest, og dyperuptivmassene som ved metamorfosen har blitt festet til det høymetamorfe kompleks, skyves et stykke som et kompetent dekke (skyveggen D2). Samtidig heves antiklinalområdene (Grongkulminasjonen og Børgfjellsmassivet) delvis med bevegelse mot sørøst. Ved disse bevegelser får Grongfeltet de vesentlige trekk ved det nåværende utseende.

Summary

On the Grong culmination and the thrust nappes of the Grong area.

This paper presents of the major tectonic features of a central part of the Caledonides in Norway, based upon the very detailed and exact geologic manuscript maps worked out by Steinar Foslie in the period 1922—1943. The following features are distinguished: 1) The Olden nappe, situated centrally in the Grong culmination, 2) the overlying Seve nappe. In the Grong area (northern half of Pl. 1) the Seve nappe is divided into 3) the western nappe of highly metamorphic rocks and 4) eastern nappes of low metamorphic rocks (greenschist facies). See Pl. 1.

1) *The Olden nappe* consists of pre-Cambrian rocks, mostly coarse granite, overlain by small remnants of a Cambro-Ordovician series. Above this series is thrust the pre-Cambrian rocks of the Seve nappe.

2) *The Seve nappe* consists of coarse-grained and finegrained granitic rocks overlain by a Cambro-Silurian series of sediments and effusives both in the northeast and the southwest. The southwestern series are folded into two marked synclines which terminate against the pre-Cambrian rocks which make up a highland, therefore this anticlinal structure is called *the Grong culmination*.

3) *The western nappe* of the Grong area continues from the north where it was discovered by Strand (1953, p. 140). It is developed over more than 100 km. The southern continuation is uncertain because the clear-cut boundary is here obliterated by metamorphism.

4) *The eastern nappes*. The most well distinguished units are: *The Gjersvik nappe*, consisting of greenschists with gabbro and granite intrusions, and a possible nappe of gabbro and granite bodies, which may be part of the Gjersvik nappe or the western nappe. The eastern supracrustal series seem to represent at least two local nappes.

At least two major tectonic phases may be distinguished. The major thrusting of the nappes probably occurred in the first phase, and the folding, thrusting and metasomatism occurred in the second phase, during which also the doming of the anticlinal areas occurred.

Litteratur

- Asklund, B.* (1938). Hauptzüge der Tektonik und Stratigraphie der mittleren Kaledoniden in Schweden. *Sveriges Geol. Unders.*, Ser. C, No. 417.
- (1954). Nyare tektonisk-stratigrafiska studier inom den centrala fjällkjedjan. *Geol. För. Förhandl.*, Bd. 76, s. 128—144.
- (1955). Norges geologi och fjällkjedjeproblemen. *Geol. Förh. Förhandl.*, Bd. 77, s. 185—203.
- Carstens, H.* (1955). Jernmalmen i det vestlige Trondhjemsfelt og forholdene til kulförekomstene. *Norsk Geol. Tidsskr.*, Bd. 35, s. 211—220.
- Holte Dahl, O.* (1953). Norges Geologi. *Norges Geol. Unders.*, Nr. 164.
- Kautsky, G.* (1953). Der geologische Bau des Sulitelma—Salojauregebietes in den nordskandinavischen Kaledoniden. *Sveriges Geol. Unders.*, Ser. C, No. 528.
- Oftedal, Chr.* Grongfeltets skyvedekker. Foredrag på det I. Skandinaviske Geologiske Vintermøte, Göteborg 1953 (ikke trykt).
- Strand, T.* (1953). Geologiske undersøkelser i den sydøstligste del av Helgeland. *Norges Geol. Unders.*, Nr. 184, s. 124—141.
- (1956). Namsvatnet med en del av Frøyningfjell. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. *Norges Geol. Unders.*, Nr. 196.

Hyolithus-sonens basale lag i Vest-Finnmark*

AV

PER HOLMSEN

Med 4 tekstfigurer

Hyolithus-sonen er den betegnelse som er blitt benyttet for den autoktone skifer- og sandstenslagrekke som danner den kaledonske fjellkjedes underlag fra Laksefjord-området i Finnmark og sørover gjennom Finnland og Sverige. Fra Finnmark er den tidligere mest utførlig beskrevet av O. Høltedahl, 1918, side 28—34, 123—134, 218—221). Omtalen av samme lagrekke i Norges Geologi av samme forfatter (1953) bygger vesentlig på det samme materiale.

Den geologiske alder av lagene i Vest-Finnmark er datert til underkambrium på grunnlag av sparsomme fossilfunn (platysolenites). Lagene utgjør til sammen en karakteristisk litho-stratigrafisk formasjon, som består av følgende ledd:

1. Nederst basal-lagene som består av kvartsitt, gjerne med et basal-konglomerat underst, hvis tykkelse øst for Alteelven er ca. 5 m (Høltedahl), i vest under 1 m.

2. Derover de undre skiferlag, bestående av grønne og rødlige (til dels gullige) skifre med innleirede tynne sandstenslag. Mektighet i øst ca. 80 m, i vest neppe over 20—30 m.

3. Det midtre ledd med sandstensbenker, bestående av mer kompakte sandstenslag av opp til flere dm tykkelse, og av rødlig, svakt grønn eller lys farve. Dette ledd fremtrer i alminnelig sterkt markert i terrenget. Mektighet fra ca. 17 m i øst til ca. 4 m i vest.

*) Foredrag ved det nordiske geologmøte i Oslo, januar 1956

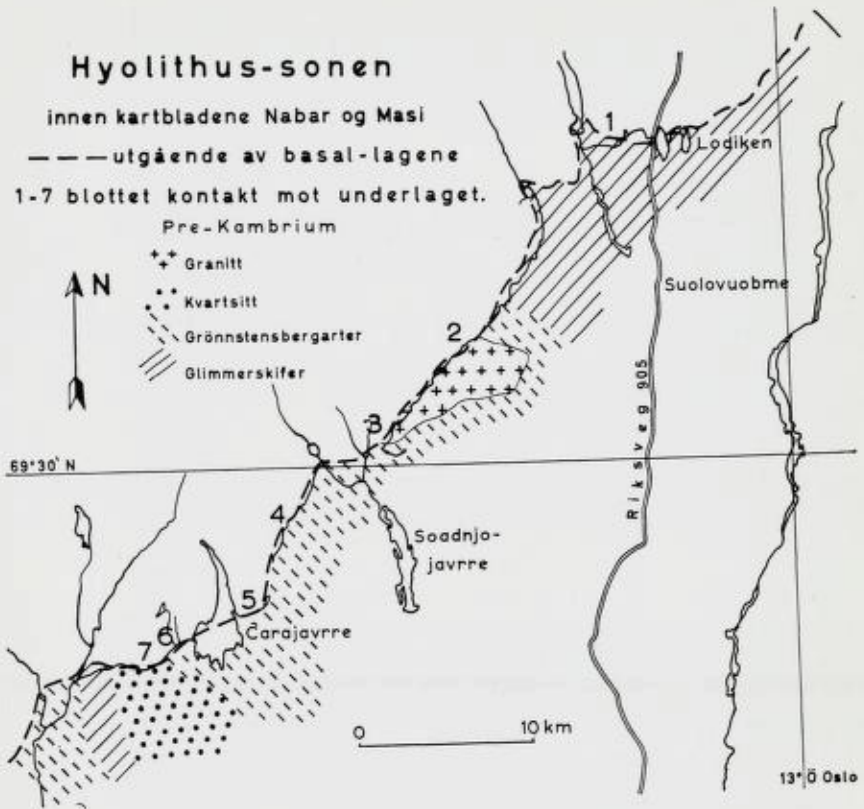


Fig. 1. Kart over den undersøkte del av hyolithus-sonen. Tallene angir lokaliteter hvor kontakten mot prekambrium er blottet.

Sketch map of the investigated part of the «Hyolithus-zone». Numbers indicate exposed sections of the contact against the sub-stratum.

4. De øvre skiferlag, bestående av vekslende skifer og tynne sandstenslag av lignende farver som de undre skiferlag. I disse lag fant Høltedahl *Platysolenites* øst for Alte-elven. Mektigheten varierer ganske meget, beroende på hvor dypt ned overskyvningene har gått. Alle disse 4 ledd er i alminnelighet til stede. Hvor skyvningene har gått høyt oppe, finnes også en ca. 0,5 m tykk, dolomittbenk langt oppe i de øvre skiferlag.

Den samlede mektighet av hele formasjonen er øst for Alte-elven i følge Høltedahl ca. 160 m, ved Lodiken ca. 100 m, 5 km vest for Lodiken ca. 70 m, ved Carajavrre neppe over 50 m. Mektig-

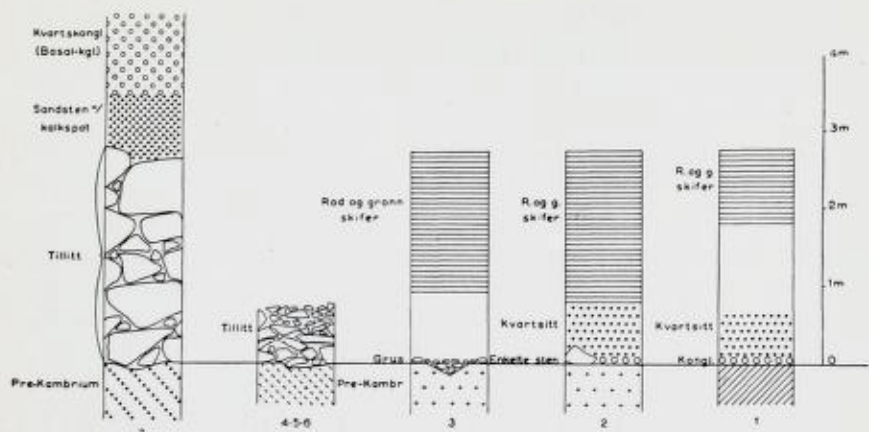


Fig. 2. Skjematiske profiler av hyolithus-sonens basale lag ved lokalitetene 1—7.
Columnar sections of the contact layers in localities 1—7.

heten av de enkelte ledd synes å variere temmelig nær proporsjonalt med den samlede mektighet.

Overflaten av det prekambriske underlag er stort sett meget jevn og faller mot nord-vest ca. 70 m pr. km.

Terrenget er sterkt overdekket i Finnmark, og det er bare få steder at de basale lag og kontakten mot prekambrium er synlig. Mellom Lodiken og grensen mot Troms fylke har jeg iaktatt kontakten 7 forskjellige steder, på kartskissen angitt ved tallene 1—7. Den kan muligens være synlig noen få steder til i den nordlige del.

Jeg skal nå gi en kort omtale av profilene de 7 steder hvor kontakten mot underlaget er synlig.

Lok. 1. er i en canyon-lignende sidedal til Aksojokka, ca. 5 km vest for Lodiken. Direkte på skråttstillet prekambrisk glimmer-skifer ligger en kvartsittplate, ca. 0,6 m tykk, som utgjør basal-laget på dette sted. Den underste desimeter er småkonglomeratisk utviklet, og svakt kisimpregnert med svovlkis og litt kobberkis. Over basalbenken er ca. 1 m av profilet overdekket, derover opptrer grønn skifer. Også det mellomliggende består ganske sikkert av skifer.

Lok. 2. er omkring sammenløpet mellom de to mindre elver Naâsajokka og Ruoððojokka, ca. 20 km vest for Lodiken. Også

her består basal-lagene av en kvartsittbenk ca. 0,6 m tykk østligst, mindre enn 0,5 m vestligst. Kvartsittbenken står markert frem i terrenget på begge sider av begge elver, til dels er der store flater blottlagt, skrånende svakt mot nord-vest. De underste få centimeter er noen steder utviklet som et småkonglomerat. Kontakten mot det prekambriske underlag, som her består av et eruptivkompleks, særlig granitt, er synlig på flere steder. Her og der sees enkelte store sten av kvartsitt liggende underst i basalbenken. Jeg oppfatter disse sten som erosjonsrester av Varanger-istidens morener, som jeg om kort skal komme tilbake til. Direkte over kvartsittbenken ligger grønn skifer, som oppover veksler med røde skiferlag. Profilet er blottet ganske sammenhengende langt oppover.

Lok. 3. er et område ca. 6 km lenger mot sørvest. Også her består underlaget av det samme granittkompleks, og den prekambriske overflaten er vakkert utmodellert i terrenget, idet store flater er renslyt av smeltevannløp. I små groper i granittoverflaten ligger sammenkittet grus og småsten, både av kvarts og feltspat, samt av underlagets granitt. Noe kvartskonglomerat forekommer neppe på dette sted, da det ikke er plass til det i den knapt 1 m overdekkede del av profilet. Rødbrun hyolithus-skifer ligger nærmest over granitten og gruskonglomeratet.

Lok. 4 og 5. er ved øst- og sørsiden av fjellpartiet Juri. I dette området består den prekambriske fjellgrunn av grønnstensbergarter, og nærmest derover ligger en benk av morenekonglomerat rikt på blokker og grus av underlagets grønnstentypen, med en og annen større kvartsbit, sjelden kvartsitt eller andre fremmede blokktyper. Tillittbenken er ved lok. 4 et par meter tykk, ved lok 5 er tillitten blottet over en lang strekning langs en liten bekk som renner til Čarajavre. Tillitten danner her en heldende plate, (0,5—1,0 m tykk) hvis overflate er meget jevn, og som på undersiden fyller ut små groper i den prekambriske overflaten. Hva som overleirer tillittbenken er tvilsomt, idet den nederste del av hyolithus-skiferen er overdekket.

Lok. 6. ligger ved Sallejokka, elven som renner ut av Čarajavre. Den ligner helt lokalitetene 4 og 5, og det eneste som er blottet er en grønnstensmorene liggende direkte på et grønnstensunderlag.

Lok. 7. ligger også ved Sallejokka, ca. 1 km nedenfor lok. 6 ved en liten foss. Her er en fullstendigere lagrekke synlig. Underlaget består av kvartsitt, en formasjon som har stor feltutbredelse



Fig. 3. Lokalitet 5. Tillitt hvilende diskordant på prekambrisk grønnsten. Tillittens blokkmateriale består vesentlig av underlagets grønnsten.
Greenstone-tillite resting discordantly on Pre-Cambrian greenstone.



Fig. 4. Lokalitet 7. Tillitt med kanrundete kvartsitt-blokker som stammer fra det lokale underlag.
Tillite with rounded material, consisting of the Pre-Cambrian quartzite from the substratum below.

sørover. Dens overflate er ujevn. Direkte på denne ligger 2—4 m tykk grovblokket morene hvis blokkmateriale så godt som utelukkende består av kvartsitt av underlagets type. Blokker på over 1 m tverrmål forekommer. Materialet er sterkt kantslitt og bærer preg av å være vannslitt (strandgrus?)

Også moreneoverflaten er ujevn, idet enkelte kvartsittblokker rager opp. I mellomrommet mellom disse, og over morenen, ligger en karbonatførende standsten 0,5—1,0 m tykk på det tykkeste. Oppover går denne sandsten over i et kvartskonglomerat av ca. 1 m tykkelse med nøttestøre kvartsrullestener. Dette kvartskonglomerat er sterkt kisimpregnert og forvitret merkelig lett. Det må oppfattes som hyolithus-sonens basalkonglomerat. Videre oppover i lagrekken er profilet overdekket, men smulder av rød og grønn skifer peker derhen at skiferen står i fast fjell videre oppover, som de andre steder.

Lok. 8. Det kan tilføyes ytterligere en lokalitet hvor tillitt forekommer under hyolithus-sonen, nemlig ved Aksoluobbal, straks øst for lok. 1. Intet er imidlertid blottet, men noen få løse blokker av rødbrun tillitt, tallrike blokker av et grovere kvartskonglomerat, ulikt basalkonglomeratet, og blokker av en nesten tett, sort kvartsitt, røper at det på dette sted er en grop i den prekambriske overflaten som gir plass til en liten eokambrisk serie.

Tillittlaget som opptrer under hyolithus-sonens basale lag ved lokalitetene 4—7, samt øyensynlig også ved 8, oppfatter jeg som Varanger-istidens moreneavleiring, eller rettere sagt, som erosjonsrester av den. Den beskjedne tykkelse og den påfallende lokale karakter gjør det sannsynlig at vi har for oss en i det vesentlige kontinental dannelse, i motsetning til tillittene i den serie lenger øst i Finnmark som Sven Føyn har studert inngående.

Summary

The basal layers of the «Hyolithus-zone» in western Finnmark.

The «Hyolithus-zone» is a term which has been attached to the autochthonous Cambrian substratum of the Caledonides which can be followed from Laksefjord in Finnmark southwards through Finland and northern Sweden. From Finnmark it has been described by O. Holtedahl (1918 and 1953). It is a characteristic formation, consisting of silty shales and sandstones. The geological age has

been determined as lower Cambrian on the account of the sparse fossils found (platysolenites). The formation consists of the following members from below:

1. The basal quartzitic and/or conglomeratic bed. Thickness to the east about 5 metres (Holtedah), to the west less than 1 metre.

2. The lower shale, consisting of green and reddish (silty) shale, interbedded with thin sandstone layers. Thickness to the east 80 metres, to the west 20—30 metres.

3. The sandstone beds, consisting of thick sandstone layers of pale greenish and reddish colours. Thickness to the east 17 metres, to the west 4 metres.

4. The upper shale, very similar to the lower shale. Thickness variable because of the different position of the thrust plane above.

All these members are present in every section, with the possible exception of the basal bed at locality 3 (see fig. 1.). The total thickness east of the Alte-elven river is about 160 metres (according to Holtedah), at the Lodiken mountain it is about 100 metres, five kilometres west of Lodiken about 70 metres, and immediate west of the Çarajavre lake it is scarcely more than 50 metres. The thicknesses of the single members seem to vary proportionally to the total thickness.

The surface of the Pre-Cambrian peneplane is very even, with a constant dip of nearly 7° to the north—west. At seven points within the area illustrated in fig. 1., the contact has been observed between the «Hyolithus-zone» and the Pre-Cambrian basement. The numbers refer to these points. Fig. 2 illustrates the geological sections at these localities, the sections 4, 5 and 6 being closely related.

The sections are interpreted as follows:

The basal layer of the «Hyolithus-zone» in western Finnmark is a thin bed of quartzite with conglomerate at its base, in places (lok. 7) conglomerate only. In most places this basal bed is situated directly on the Sub-Cambrian peneplane, as in locality 1. In the area around the Çarajavre lake, a thin bed of tillite underlies the «Hyolithus-zone». In another place, shortly south-east of locality 1, occur a few local erratics of tillite and a number of conglomeratic ones. This conglomerate is different from the basal conglomerate of the «Hyolithus-zone», suggesting the presence of a small and local Eo-Cambrian series in this place also.

The tillite is correlated with the well-known Eo-Cambrian tillite, described by S. Føyn (1937). Contrary to the marine tillite of eastern Finnmark, the tillite in western Finnmark is supposed to be of continental origin, due to its local occurrence and its block composition. Around the Čarajavre lake, in the localities 4—7, it can be studied how the block material of the tillite consists almost exclusively of rocks from the local substratum.

O. Kulling (1942, p. 315) has proposed the chronostratigraphic term «the Varanger ice age» for the geological age of the tillite formation in question, Varanger being the locality from which the tillite was first described by H. Reusch (1891). The present author makes this proposal his own one.

Litteratur

- Føyn, S.* 1937. The Eo-Cambrian series of the Tana district, Northern Norway. Norsk geologisk tidsskrift, Bd. 17.
- Holte dahl, O.* 1918. Bidrag til Finnmarkens geologi. Norges geologiske undersøkelse Nr. 84.
- 1953. Norges geologi. Norges geologiske undersøkelse Nr. 164.
- Kulling, O.* 1942. Grunddragen av fjällkedjerandens bergbyggnad inom Västerbottens län. Sveriges Geologiska Undersökning Ser. C. No. 445.
- Reusch, H.* 1891. Skuringsmerker og morenegrus eftervist i Finmarken fra en periode meget eldre enn «istiden». Norges geologiske undersøkelse Årbok 1891, s. 78—85.

**Some notes on the Lille Kufjord layered gabbro,
Seiland, Finnmark, northern Norway**

BY

M. G. OOSTEROM

With 6 text-figures

In 1953 an expedition, sponsored by Norges Geologiske Undersøkelse and under the leadership of Prof. T. F. W. Barth, was sent to the coastal district of Vest-Finnmark. As a member of the team I spent a fortnight on the investigation of the layered basic rocks of Lille Kufjord in the southwestern part of the island of Seiland. In 1952 this locality with its conspicuously banded and possibly intrusive rocks had been visited by Barth and Neumann of the Geological Museum in Oslo. Preliminary investigation of their thin sections showed the layered complex to be of gabbroic composition with intercalated peridotite bands.

My original task was to look for possible ore deposits, especially of chromium and nickel. As no important ore bodies were detected, most attention was paid to the interesting rocks of the layered complex.

I wish to express my gratitude to Prof. Barth, who stimulated the work both in the field and the laboratory. To the director of the Survey, Mr. S. Føyen, I am grateful for the facilities so generously accorded in this research. Further I wish to thank all colleagues at NGU for their help and friendly cooperation during my stay in Norway.

General geology

The basic petrological province of Vest Finnmark shows a great variety of basic and ultrabasic rock types. Surveys over large areas by Barth (2) and Krauskopf (6) have revealed that an explanation of the origin of these interesting rocks will meet with severe problems. One of the main difficulties is the close association of basic rocks of igneous appearance and basic rocks of obvious metamorphic origin. This is also the case at Lille Kufjord.

The gabbro of the Lille Kufjord area is well exposed, showing a pronounced layering of bands with different compositions. There are a great number of individual layers, ranging in thickness from less than half a meter to several meters.

On the basis of field observations a geological map was drawn (see fig. 1). At its western boundary the layered complex is adjoined by garnet-gneisses, the contact being almost parallel with the eastern side of Lille Kufjord. The distinct foliation of the gneiss has the same orientation as the layering of the basic rocks. The dip of the last decreases from 60° to 30° going from the contact to the top of Kufjordtind, but more to the N. E. the dip becomes steeper again and reaches a value of 70° — 80° , corresponding to the dip of the adjoining rocks (basic granulites with acid lenses).

The lower slopes along the Lille Kufjord valley are heavily covered by talus, so only a few outcrops of the contact between the garnet-gneiss and the gabbro could be detected. At the contact the gneiss contains graphite in a zone of at least 10 meters wide. In the valley of Lille Kufjordelv several blocks of gneiss (2 to 4 meters across) are exposed with their foliation clearly bent indicating a deformation of the nearby contact. In brook A the gneiss shows mylonitization at the contact.

The gabbroic rock between the contact and the P 1 peridotite layer seems to be an almost homogeneous rock with about 40 percent of plagioclase. It is granular and of medium grain, without any mineral orientation. It shows slightly more melanocratic schlieren and under the peridotite layer there is a faint banding. Here the gabbro contains disseminated grains of sulphides, at certain places amounting to a few percent. A remarkably fresh peridotite band of about 20 meters thickness overlies the gabbro with a sharp border. In this peridotite layer P 1 there is some plagioclase arran-

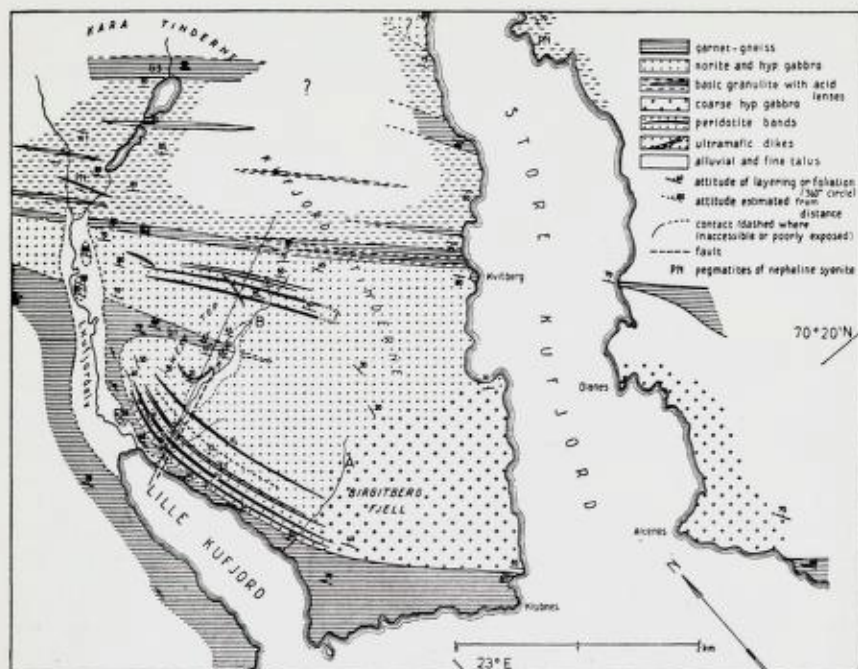


Fig. 1. Geologic map of the Lille Kuffjord Area.

Geologisk kart over Lille Kuffjord-området.

Garnet gneiss — *granatgneis*, norite and hyp. gabbro — *noritt og hypersthengabbro*, basic granulite with acid lenses — *basisk granulitt med sure (kiselsyrerike) linser*, coarse hyp. gabbro — *grovkornet hypersthengabbro*, peridotite bands — *olivensteinsbånd*, ultramafic dykes — *ganger av ultrabasiske bergarter*, alluvial and fine talus — *elveavsetninger og skredjord*, attitude of layering etc. — *strøk og fall av lag- og skifrihetsflater*, attitude estimated etc. — *strøk og fall anslått fra avstand*, contact etc. — *grense mellom bergarter (med brutte streker hvor utilgjengelig eller dårlig blottet)*, fault — *forkastning*, PN — *nefelinsyenitt-pegmatitt*.

ged in parallel ledges, but not so much that a banding results. Like most other peridotite bands the P 1 layer is marked by a dark brown weathering colour.

The gabbro between the P 1 and the P 2 layers in its lower part shows rather narrow bands (10—30 cm wide), varying in amount of mafic minerals. Upwardly there are broader bands of more homogeneous gabbroic rock with about 45 percent of plagioclase.

The P 2 peridotite layer (thickness 40 m) is more serpentinized than the P 1 layer and in its upper part has alternating bands, about

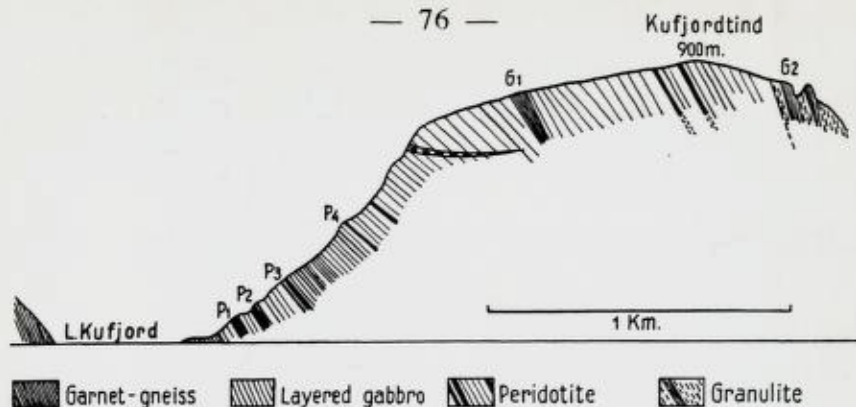


Fig. 2. Section over west top of Kufjordtind.

Profil over vesttoppen i Kufjordtind. Garnet-gneiss — granat-gneiss, layered gabbro — lagdelt gabbro.

1 meter broad, of plagioclase-free and plagioclase-bearing ultrabasic rocks. At the footwall the peridotite-layers have very sharp borders with the gabbro. The border at the hanging wall is more gradational.

The gabbro immediately above the P 2 layer is fairly homogeneous and contains about 50 percent of plagioclase. Higher up it has a very pronounced layering with bands, generally a few meters wide, which vary considerably in their content of mafic minerals.

Seen from a distance there is another thick ultrabasic band about 100 meters above the P 2 peridotite layer. On closer inspection it proved to be less homogeneous than the P 1 and P 2 layers as there were much lighter bands of 1 to 2 meter thickness between the ultrabasic layers. But all was painted dark by grey, brown and sometimes greenish weathering colours. At the base of this complex there are about 10 meters of peridotite, the P 3 layer. At its footwall it contains at places up to 5 percent of sulphides. Higher up in this layer, however, hardly any sulphide is visible with the naked eye. In the P 1 and P 2 layers only an occasional grain of sulphide could be detected.

A diagrammatic sketch of the type of banding of the lower part of the profile is given in fig. 3.

Above P 3 no more sampling could be done. The slope is very steep here and covered by dangerous talus. About 150 meter higher than P 3 there is another thick peridotite layer, P 4. Between

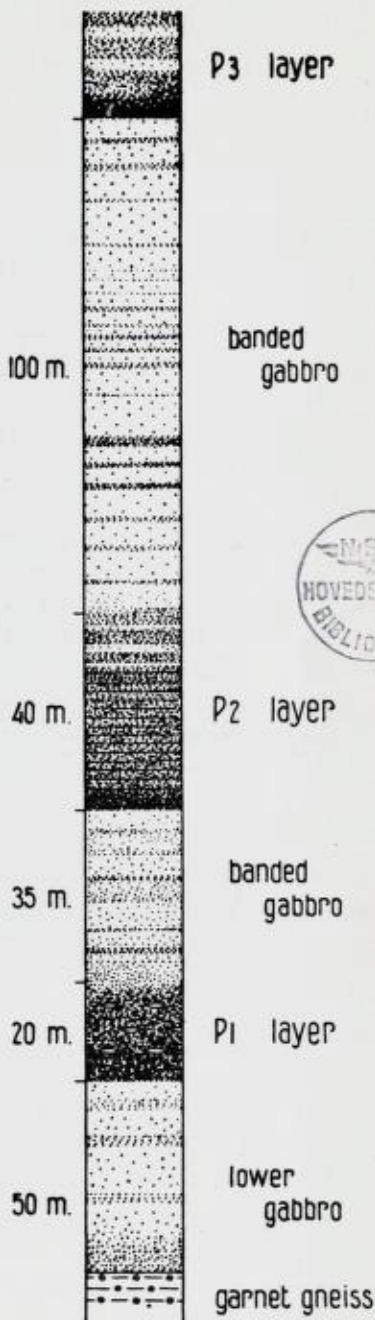
the P 3 and P 4 layers occurs banded gabbro with a few thin dark bands, probably peridotite. The impression was gained that the gabbro higher up becomes more leucocratic. Above the P 4 layer thin ultrabasic layers are still intercalated in the gabbro. Fig. 4 gives an impression of the rock sequence described so far.

The eastern part of the cross-section of fig. 2 was studied in the upper part of brook B and the E-slope of Lille Kufjord valley. Peculiar is the protruding «finger» G 1 of the gneiss into the gabbro. The garnet-gneiss is the same rock as at the fiord side; it also contains graphite at its borders with the gabbro. N. E. of G 1 the rock is again layered owing to a changing ratio of leucocratic and melano-catic minerals. The gabbro here contains 50 to 60 percent of plagioclase. It is much finer grained, however, and shows a faint foliation, which was lacking at the fiord side. Here, too, ultramafic layers are intercalated in the gabbro, but these are only 5 to 10 meters thick. N. E. of these peridotite layers, at G 2, the gabbro shows a concordant contact with a rock-complex consisting of amphibolites and garnet-gneisses.

The layered basic rocks described

Fig. 3. Diagrammatic sketch of the lower part of the layered basic rocks.

Diagram av den undre del av de lagdelte basiske bergarter.



in literature usually have their most basic component at the base. The Stillwater intrusive has ultrabasic rocks at its lower contact and then banded anorthosite and norite (8). In the Bushveld too the pyroxenite layers occur only in the lower part of the formation. In the Lille Kufjord area there is no overall differentiation with ultrabasites at the base and less mafic rocks at the top. Here is rather an interlayering of ultrabasic and basic rock types throughout the whole complex.

The rhythmically repeated banding and gravity stratification described by Wager and Deer from the Skaergaard (12) is also lacking here. It has been pointed out already, that the footwall of the peridotite-layers has a sharp and the hanging wall a more gradational border. This is perhaps also the case with some of the gabbro layers, but a general rule could not be detected.

It may be mentioned, that the gabbro at the fiord side contact is finer grained than the lower gabbro in general. It has more plagioclase and the graphite, which is present in the garnet-gneiss all along the contact, occurs also in the extreme contact-gabbro. The phenomena described could perhaps be explained as a chilled margin of a gabbro intrusion. Remarkable then is the fact, that there is no noticeable contact-metamorphism.

Another peculiarity of this layered gabbro is that the banding does not continue all through the occurrence. In the southern slope of Kufjordtind, towards Birgitbergfjell, the layering disappears gradually in a coarse grained and structureless rock, which also exists along the coast of Store Kufjord and at the other side of the fiord near Altenes. Only along the contact with the gneiss could faint indications of parallelly arranged schlieren be seen. Further north in the fiord at Kvitberg is a rounded outcrop of white rock. It looks like an intrusive plug. In thin section it proved to consist of a slightly schistose pegmatitic rock (85 % quartz, 13 % orthoclase, 2 % garnet).

To the N. E. the layered gabbro is in contact, without appreciable discordance, against a highly metamorphic rock of basic composition. This metamorphic rock shows bands or lenses of acid gneisses with sharp borders. Immediately at the contact is a very sheared and crushed zone G 2, about 100 meters wide, of a quartz-albite-garnet-sillimanite rock. In the field it was marked by its pronounced rusty colour in all shades of brown and yellow. On inspection it contained about 10 percent of sulphides.



Fig. 4. View of the west slope of Kufjordtind with the two lower peridotite bands and the composite third peridotite band (x).

Vesthellingen av Kufjordtind med de to underste og det tredje sammensatte olivinsteinsbånd (x).

The main rock in this formation is a fine grained, distinctly foliated rock of dark appearance with about 40 percent of leucocratic minerals. The dark constituents are pyroxene, hornblende and biotite. In the field it was named «gabbro-gneiss» as it macroscopically does not differ so very much from a gabbro. There are a few lenses in it that are richer in feldspar. Very similar rocks were found by Krauskopf at the west-coast of the Øksfjord peninsula (6).

It should be added that ultramafic dikes, rich in hornblende, cut through the gabbro and the gneisses at several places. Such a dike was met, e. g. at the top of W. Kufjordtind (see fig. 2). The dikes of nepheline-syenite pegmatite, which are so characteristic for other parts of the Seiland-area (1), are not abundant here.

Thin sections were made of representative samples, both of the layered and of the other rocks.

As a whole the gabbroic rocks, described above, are very fresh and have as essential minerals plagioclase, clinopyroxene, orthopyroxene, olivine and hornblende. Accessory minerals are spinel, sulphides, ilmenite and rarely apatite. The amount of dark minerals varies from about 50 to about 60 percent. Depending on the ratio of clinopyroxene and orthopyroxene the different layers are olivine-gabbros to meta-olivine-gabbros or olivine-norites to meta-olivine-norites.

The rocks are of equigranular texture and of medium grain. The plagioclase is lath-shaped or irregular; the mafic minerals are subhedral. The latter, gathered to small clusters, are slightly cataclastic and show sometimes an irregular extinction.

The gabbro between the contact against the gneiss and the P 1 layer somewhat unexpectedly shows an upward increase in orthopyroxene, olivine and spinel, whereas the clinopyroxene decreases. Clinopyroxene is the most abundant mafic mineral in the layers between P 1 and P 2; the rock immediately above P 2 has a predominance of orthopyroxene.

N. E. of G 1 the rock does not contain any olivine and shows an abundance of orthopyroxene over clinopyroxene. Compared to the lower gabbro at the fiord side, it is finer grained and shows more foliation. It also contains more ilmenite and small amounts of biotite.

The ultramafic layers contain 70 to 80 percent of partly serpentinized olivine; other essential minerals are clinopyroxene,

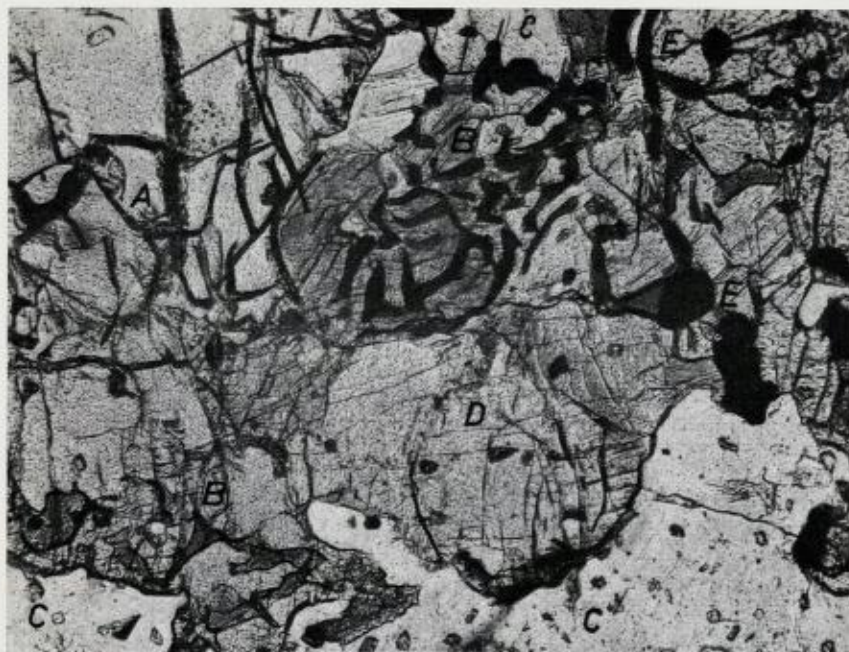


Fig. 5. Olivine-bearing norite with spinel — pyroxene myrmekite (75x) A — olivine, B myrmekite, C — plagioclase, D — orthopyroxene, E — interstitial sulphide.

Mikrofoto av polerslip som viser sulfidkorn (erts) i grunnmassen i P3-laget.

orthopyroxene and hornblende. The accessory minerals are biotite, plagioclase, green spinel and sulphides. The rocks are relatively coarse grained with rounded olivine crystals often embedded in much larger pyroxenes. From the base of a peridotite layer to its top there seems to be a decrease in olivine content, the plagioclase being more abundant in the upper part of such a peridotite layer. The thinner ultramafic bands between G 1 and G 2 contain 40 to 50 percent of remarkably fresh olivine and show more orthopyroxene than the layers at the fiord side.

The plagioclase of the layered gabbro is very fresh, generally twinned, and locally it shows slightly zonal extinction. In the thin sections preliminary determinations of the composition were made only for the feldspar, on albite twins. In the layered gabbro the feldspar varies from lime-rich andesine in the gabbro near the fiord side

to labradorite in the gabbro above G 1. The plagioclase in the peridotite layers shows a higher content of anorthite than the plagioclase in the gabbro layers.

Characteristic are the reaction rims around the mafic minerals in the layered gabbro. For example, the olivine is usually surrounded by a rim of orthopyroxene. The clinopyroxene shows marginal replacement by hornblende. Where the olivine is in contact with plagioclase coronas of a peculiar myrmekitic aggregate of green spinel and pyroxene are formed (see fig. 5). Barth describes this as a reaction in the solid state (1). The myrmekite is typical for this rock, most of the spinel occurs as such. There are, however, also big individual grains of spinel and more seldom swarms of very small spinel grains not related to any myrmekite.

The basic metamorphic rock, indicated as granulite on the map, has as essential minerals plagioclase, augite, orthopyroxene, hornblende and biotite. Accessory minerals are ilmenite, magnetite and apatite. The plagioclase varies from sodium-rich to lime-rich andesine.

This rock can be considered as of basaltic bulk composition, whereas the acid lenses with the essential minerals quartz, plagioclase, antiperthite and garnet are of granitic bulk composition. In the latter accessory minerals are sillimanite, biotite, pyrrhotite, rutile and graphite.

Neither from field nor from laboratory evidence can conclusions be made as to whether the metamorphic rocks are of igneous or of sedimentary origin. Both petrologically and mineralogically they show similarity e. g., with the granulites from Lapland, described by Eskola (4). The difference is that in Lapland basic lenses occur in a hostrock of granitic composition.

Ore-mineralization.

At many places the gabbro and peridotite layers contain sulphide grains visible with the naked eye. Special concentrations occur in the gabbro immediately below the P 1 layer and at the base of the P 3 layer. Here there is in zones less than 50 cm wide about 5 percent of interstitial sulphides. This is, of course, not an ore of economic importance and the chance seems small — although it cannot be totally excluded — that layers richer in sulphides will be found here.

X-ray investigation showed pyrrhotite, chalcopyrite and pent-

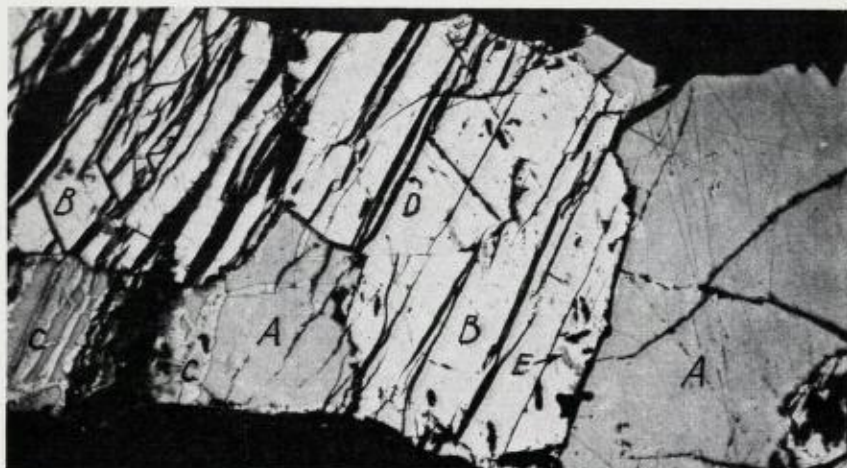


Fig. 6. Sulphide grains in the base of the P3-layer (100x). A — pyrrhotite, B — pentlandite, C — chalcopyrite, D — sphalerite, E — valleriite.

Mikrofoto av polerslip som viser sulfidkorn (erts) i grunnmassen i P3-laget. Pyrrhotite — *magnetkis*, chalcopyrite — *kopperkis*, sphalerite — *sinkblende*.

landite to be present, a result that promised a high copper and nickel percentage. Therefore spectroscopic and chemical gravimetric analyses were carried out on ore concentrates from some hand specimens. The results of these analyses were rather different. No final conclusion can yet be obtained, but the indications are that the sulphide concentrate contains 3—4 percent of Ni and 4—6 percent of Cu.

In polished surfaces pyrrhotite, pentlandite, chalcopyrite and sphalerite could be indentified. These sulphides are interstitial, so they must be of later origin than the silicates. The pentlandite appears as well defined crystals and does not seem to be an exsolution product of the pyrrhotite. The chalcopyrite occurs mostly in the pyrrhotite as orientated lamellae. Vein-like sphalerite cuts through all the other sulphides (see fig. 6). It should be added that the pentlandite has small inclusions of an anisotropic, strongly reflection-pleochroic mineral, much stronger pleochroic than pyrrhotite. According to Uytendogaardt this could be valleriite, a copper mineral (10).

The mineral association is typical for ores occurring in basic intrusions. Pentlandite is not always found in nickeliferous sulphides, but it occurs generally in the Norwegian deposits (7).

The total of the Ni- and Cu-percentages is higher than that of other occurrences in Norway. For example the Lillefjellklump occurrence (3) has 1.77 percent Cu and 3.85 percent Ni, a sample from Mølland (5) 3.78 percent Ni and 0.98 percent Cu in the concentrate.

Big grains of pyrite occur in hydrothermal veins (about 20 cm wide) cutting through the layering; this pyrite contains up to 4 percent of Co, less than 1 percent of Ni and very little Cu. That Ni is concentrated in pyrrhotite and Co in pyrite is in agreement with known data (9).

Traces of platinum could not be detected in the spectroscopic work, but the element might be present in the usual amount of 2 to 20 g/ton in Ni-rich sulphide-concentrate (5).

As stated before, there is up to 10 percent of sulphide in the G 2 zone and in other layers of the «gabbro-gneiss». A rapid spectroscopic analysis showed the sulphide to have low contents of Ni, Co and Cu (each in the order of $\frac{1}{8}$ percent). It did not seem encouraging enough to do more work on it.

At certain places the gabbro layers contain visible concentrations of oxidic ore-minerals up to a few percent. The coarse grained gabbro at Birgitberg is rich in such minerals. X-ray determination of some specimens showed ilmenite to be present.

Trace elements.

Spectroscopic analyses of some mafic rock-types were made in order to determine the amounts of traces of certain metals, characteristic for basic intrusions.

From these preliminary results one might conclude that the magnitude for Cr is approximately $x/10$, for Ni $x/10$, for Co $x/100$ and for Cu $x/1000$ percent. Remarkable is that Cr, usually the more abundant element (9), does not come higher than Ni.

Sample	Rock-type	% Cr ₂ O ₃	% NiO	% Co O	% CuO
1	gabbro above P ₂	±1/10	±1/10	±1/100	±1/1000
2	peridotite P ₁	±1/10	x/10	x/100	±1/100
3	gabbro below P ₁	x/10	x/100	x/100	x/1000

Sample 1 was split by heavy liquid separation in specific gravity fractions > 4 , $4-2.9$, ± 2.9 and < 2.9 each being analyzed spectroscopically.

		%Cr ₂ O ₃	%NiO	% Co O	%CuO
sp. gr. fraction	> 4	—	x/10	x/10	$\pm 1/10$
sp. gr. fraction	$4-2.9$	x/10	x/10	x/100	x/100
sp. gr. fraction	± 2.9	x/10	x/100	x/100	x/1099
sp. gr. fraction	< 2.9	$\pm 1/10$	x/100	$\pm 1/100$	$\pm 1/1000$

The Ni, Co and Cu are concentrated in the heaviest fractions, probably because minor sulphide grains occur amongst the other heavy minerals. The two lightest fractions consist of plagioclase with impurities of mafic minerals.

Most of the Cr, as well as part of the Ni, are found in the $4-2.9$ fraction, which consists of olivine and pyroxene. The Cr content $1/10$ % is normal or even low, as in a spinel rich rock there is not more than $1/10$ % of Cr.

According to Goldschmidt, a normal amount of Cr in ultrabasic rocks should be 3400 g/ton; according to Sahama, about 2000 g/ton (9). Common augite and hornblende may contain 1400 g/ton, in olivine there may be 1000 g/ton (9). A Cr — rich gabbro of the Skaergaard (Greenland) contains 1500 g/ton. (12).

Ni need not necessarily be present in such rocks to the amount of $x/10$ %. Goldschmidt gives for the Ni-content in a peridotite 3160 g/ton, but Sahama found in an ultrabasic rock only an amount of 800 g/ton (9). Olivine and orthopyroxene may contain up to 0.5 percent of Ni (9); usually there is much less. A Ni-rich rock of the Skaergaard gabbro contains 750 g/ton of Ni, a Co-rich rock 100 g/ton of Co (12).

The indications are that the silicate-minerals from Lille Kufjord have a moderate Cr content, but it seems evident that both the sulphides and silicates in the rock are relatively rich in Ni and Co.

A correlation between the amount of trace elements in the ordinary rock-forming minerals, and the accompanying ore deposits rock has been sought by various workers but no rule of general application has yet been found.

Sammendrag

Om den lagdelte gabbro-bergart i Lille Kufjord, Seiland, Vest-Finnmark.

Nyere undersøkelser ved Lille Kufjord på Seiland har vist at vi her har et bergartskompleks av lagdelt (båndet) gabbro med innleirete lag av ultrabasiske bergarter (olivinstein) i den midtre og øvre del av komplekset. Se fig. 2, 3 og 4.

Båndingen i komplekset går parallelt (konkordant) med strøket i de tilgrensende bergarter. Disse er granatgneiser og omvandlede gabbroide bergarter (granulitter).

Mikroskopiske undersøkelser har vist at den båndete gabbro-bergart er hypersthenførende olivingabbro.

Lagdelt basiske eruptivbergarter av lignende type som de vi har på Seiland har mange steder i verden ellers vist seg å inneholde malmforekomster av stor økonomisk verdi. Av den grunn ble undersøkelsen av Seiland-bergartene tatt opp på NGU's program.

Den båndete olivingabbro og olivinsteinene inneholder mange steder korn av sulfidiske ertsmineraler. Noen lag er forholdsvis rike på sulfider og inneholder opp til 5 % av magnetkis, pentlanditt, kopperkis og sinkblende (fig. 6).

Innholdet av metaller i fremstilte konsentrater av ertsmineralene er 4—6 % kopper, 3—4 % nikkel og 0.2—0.4 % kobolt. Platina kunne ikke påvises i konsentratene.

De beskrevne forekomster er små og ertsmineralene utgjør bare en liten prosentdel av bergarten. De må derfor anses for å være av liten økonomisk verdi.

Innholdet av sporstoffer i bergartene ble undersøkt ved spektografiske metoder. Disse ga som resultat at de bergartsdannende mineraler er forholdsvis rike på nikkel og kobolt.

List of references

- Barth, T. F. W. 1927. Die Pegmatitgänge im Seiland-Gebiete. Det Norske Vidensk. Akad. Mat. Nat. Klasse no. 8, pp. 14—19.
- 1954. The layered gabbro series at Seiland, Northern Norway. N.G.U. Årbok 1952 Nr. 184, pp. 192—194.
- Bjørlykke, H. 1947. Flåt nickel mine. N.G.U. nr. 168, p. 21.
- Eskola, G. 1952. On the Granulites of Lapland. Am. Journal of Science. Bowen. Vol. Part I, pp. 136—140 and 144—146.

- Foslie, S. and Høst, M. J.* 1932. Platina i sulfidisk nikkelmalm. N.G.U., nr. 137, pp. 17 and 51.
- Krauskopf, K. B.* 1954. Igneous and Metamorphic Rocks of the Øksfjord Area, West Finnmark. N.G.U. Årbok 1953, Nr. 188, pp. 34—36.
- Oftedal, I.* 1948. Oversikt over Norges mineraler. N.G.U. nr. 170, p. 13.
- Peoples, J. W.* 1933. Gravity stratification as a criterium in the interpretation of the structure of the Stillwater complex, Montana. Int. Geol. Congress U.S.A. Rep. of XVI session. pp. 355—356.
- Rankama, K. and Sahama, Th. G.* 1949. Geochemistry. The Un. of Chicago Press, pp. 678—679 and 681—682.
- Uytenbogaardt, W.* 1951. Tables for microscopic identification of ore minerals. Princeton Un. Press, p. 112.
- Wager, L. R. and Deer, W. A.* 1933. Geological investigations in East Greenland. Part III. Medd. om Grønland Bd. 105, nr. 4, pp. 36—45.
- Wager, L. R. and Mitchell, R. L.* 1944. Preliminary observations on the distribution of trace elements in the rocks of the Skaergaard Intrusion, Greenland. Min. Mag. Vol. XXVI, no 180, pp. 286—288.

NORGES GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE

ÅRSBERETNING FOR 1955

VED

SVEN FØYN
DIREKTØR

Innhold.

	Side
Styre	91
Personale	92
Regnskap og budsjett	94
Geologisk kartlegging	95
Undersøkelse av malmer og andre nyttbare mineraler, bergarter og løse avleiringer	98
Anleggsgeologi	104
Skredundersøkelser	104
Hydrogeologi	104
Lokaler	105
Bibliotek	106
Bergarkiv	106
Laboratorier	106
Publikasjoner	108
Undervisning. Utstillinger	110
Internasjonale geologmøter. Studiereiser i utlandet	110

Årsberetning for 1955.

Styre.

Styret for Norges geologiske undersøkelse hadde ved årets begynnelse følgende sammensetning:

Direktør C. W. Eger, formann,
stortingsmann Nils Jacobsen, varaformann,
professor Tom. F. W. Barth,
professor Thorolf Vogt,
direktør Sven Føyn,

med

professor Arne Hofseth, 1. varamann,
konservator Johannes A. Dons, 2. varamann.

Dette styret hadde 1 møte i året 1955.

Ved kgl. resolusjon av 29. mai 1955 ble styrets medlemmer og varamenn løst fra sine verv. Ved samme resolusjon ble på grunnlag av Stortings-vedtak 8. mars s. å. oppnevnt følgende styremedlemmer:

1. Bergingeniør Karl Ingvaldsen, formann,
2. Professor Jens A. W. Bugge,
3. Konservator Johannes A. Dons,
4. Professor Arne Hofseth,
5. O.r.sakfører Arne Kr. Meedby.

Styret har valgt professor Jens A. W. Bugge til varaformann.

Dette styret er også styre for Geofysisk Malmleting og Statens råstofflaboratorium.

Det nye styre har hatt 4 møter.

Personale.

Avskjed:

Geolog i midlertidig stilling, magister Martinus Gerrit Oosterom sluttet 15. februar 1955.

Tegner II Unn Hofseth sluttet 28. februar 1955.

Bud i midlertidig stilling, Hanna Bakke sluttet 31. mars 1955.

Teknisk assistent I Reidar Kongsgård sluttet 30. juni 1955.

Statsgeolog II Rolf Selmer-Olsen sluttet 31. august 1955.

Kontorassistent II Unni Andersen sluttet 30. november 1955.

Statsgeolog II Johannes Færden sluttet 31. desember 1955.

Tilsettinger:

Fru Hallfrid Vikholt ble pr. 1. mars 1955 ansatt som tegner II.

Fru Ida Tscherning ble pr. 12. april 1955 ansatt i midlertidig stilling som bud og kontorassistent.

Anleggstekniker Sigurd Lunestad ble pr. 4. juli 1955 ansatt som teknisk assistent I.

Svakstrømstekniker Knut Erikson ble pr. 21. juli 1955 ansatt i midlertidig stilling som teknisk assistent I.

Cand. mag. Harald Skålvoll og stud. real. Ole K. Ihle ble pr. 1. oktober 1955 ansatt midlertidig som vitenskapelige assistenter i halv post.

Frk. Randi Hjerpseth ble pr. 1. desember 1955 ansatt som kontorassistent II.

Tjenestefrihet:

Statsgeolog Olaf Anton Broch har hele året hatt tjenestefrihet uten lønn mens han er midlertidig professor ved Universitetet i Panjab, Pakistan.

Statsgeolog Johannes Færden har hele året hatt tjenestefrihet uten lønn for å utføre oppdrag for A/S Norsk Bergverk.

Statsgeolog dr. Tore Gjelsvik ble innvilget tjenestefrihet uten lønn i 1 år fra 1. oktober 1955 for å arbeide i Tyrkia under United Nations Technical Assistance Program.

Ved utgangen av året 1955 hadde NGU følgende personale i hovedstilling:

Direktør:

Føyn, Sven, cand. real., a. 13. september 1951.

Statsgeologer I:

Broch, Olaf Anton, cand. real., a. 1. juli 1930. Tj.fri.

Strand, Trygve, dr. philos., a. 15. januar 1936.

Poulsen, Arthur O., cand. min., a. 1. juli 1937.

Holmsen, Per, cand. real., a. 1. juli 1939.

Gjelsvik, Tore, dr. philos., a. 1. juli 1952. Tj.fri.

Statsgeologer II:

Oftedahl, Christoffer, dr. philos., a. 1. mars 1952.

Skjeseth, Steinar, cand. real., a. 1. juli 1952.

Midlertidige geologer:

Holmsen, Gunnar, dr. philos.

Dietrichson, Brynjulf, bergingeniør.

Padget, Peter, dr. philos.

Vokes, Frank M., M.Sc.

Siggerud, Thor, cand. real.

Pehkonen, Eero, fil. mag.



Vitenskapelig assistent:

Larssen, Kari Egede, cand. real., a. 1. juli 1953.

Laboratorieingeniør:

Bruun, Brynjolf, sivilingeniør, a. 1. januar 1951.

Kontorsjef:

Bertheau-Hansen, Chr., cand. min., a. 1. januar 1948.

Tekniske assistenter:

Christensen, Erna, kjemitekniker, a. 16. august 1952.

Wilhelmsen, John Willy, a. 23. juli 1954.

Lunestad, Sigurd, a. 4. juli 1955.

Erikson, Knut, midl.

Preparanter:

Jacobsen, Knut, a. 1. januar 1943.
Bruun, Knut, midl.

Laborant:

Larssen, Rolf, a. 1. oktober 1952.

Tegnere:

Engelsrud, Dagny, a. 15. oktober 1925.
Vikholt, Hallfrid, a. 1. mars 1955.

Kontorfullmektig:

Møller, Laura, a. 15. oktober 1940.

Kontorassistenter:

Øverland, Signe, a. 1. januar 1953.
Hjerpseth, Randi, a. 1. desember 1955.

Bud og kontorassistent:

Tscherning, Ida, midl.

Den oppførte dato for ansettelsen angir det tidspunkt da funksjonæren ble knyttet til NGU i hovedstilling.

NGU har ennvidere i deltidstilling eller timelønn: 1 vaktmester, 2 rengjøringskvinner, 4 kontorassistenter, 2 vitenskapelige assistenter.

En del geologer ved andre institusjoner og viderekomne studenter samt 1 bergingeniør har vært knyttet til NGU som vitenskapelige medarbeidere under sommerens markarbeid.

Regnskap og budsjett.

Statsbudsjettets kap. 2506.	<i>Regnskap</i>	<i>Budsjett</i>
Inntekter:	<i>1954/55</i>	<i>1955/56</i>
1. Salg av bøker	kr. 1 032,45	kr. 1 000,00
2. Inntekter av oppdrag	» 4 112,65	» 5 000,00
	<hr/>	<hr/>
	kr. 5 145,10	kr. 6 000,00

Statsbudsjettets kap. 531.	<i>Regnskap</i>	<i>Budsjett</i>
Utgifter:	<i>1954/55</i>	<i>1955/56</i>
1. Lønninger	kr. 309 314,55	kr. 315 200,00
2. Kontorutgifter	» 70 959,59	» 75 000,00
3. Markarbeid	» 80 039,97	» 85 000,00
4. Trykning av kart og publi- kasjoner	» 61 661,36	» 50 000,00
5. Anskaffelser av instrumen- ter, inventar	» 41 971 50	» 10 000,00
6. Driftsutgifter ved labora- toriene m. m.		» 22 000,00
7. Ymse		» 8 000,00
	<hr/> kr. 563 946,97	<hr/> kr. 566 200,00

Statsbudsjettets kap. 535 og 1198.

Utgifter:		
Malmundersøkelser m. v.	kr. 414 851,97	kr. 354 000,00
Overført til 1955/56	» 40 000,00	» 40 000,00
	<hr/> kr. 454 851,97	<hr/> kr. 394 000,00

Geologisk kartlegging.

Den geologiske kartlegging ved NGU utføres dels som ledd i det systematiske arbeid med utgivelsen av geologiske kart i målestokk 1 : 100 000 eller i 1 : 250 000, dels som undersøkelser av spesielle geologiske formasjoner. Kartverket i målestokken 1 : 100 000 (rektangel- og gradteigbladene) er kombinerte berggrunns- og løsavleiringskart, mens de kart som NGU for tiden utgir i 1 : 250 000 (landgeneralkart) danner et spesielt kartverk over de løse avleiringer. Kartene utgis med beskrivelse (jfr. NGU's liste over publikasjoner og kart).

I 1955 har NGU gjort geologisk kartlegging innen følgende rektangel- og gradteigkart:

Audnedal (Vest-Agder) ved prof. dr. Tom. Barth.

Kragerø (Telemark) ved statsgeolog dr. Arne Bugge.

Rjukan (Telemark) ved konservator J. A. Dons.

Hamar (Hedmark og Oppland) .Kartleggingen av kambro-silur-områdene er fullført av statsgeolog Steinar Skjeseth, og kartlegging av grunnfjells-området i den sørlige del av kartbladet ble påbegynt av stud. real. Audun Hjelle etter anvisning av statsgeolog Skjeseth.

Den kvartærgeologiske detaljkartleggingen er fortsatt under ledelse av statsgeolog Rolf Selmer-Olsen, med vitenskapelig assistent Kari Egede Larssen, teknisk assistent John Wilhelmsen, cand. mag. Harald Skålvoll, stud. real. Ole K. Ihle og stud. real. Halldis Bollingberg som medarbeidere. Markarbeidet innen rektangelbladet er nå i det vesentlige fullført, og undersøkelserne ble utvidet noe nordover.

Essandsjø (S. og N. Trøndelag) ved stud. real. Knut Bryn.

Hattfjelldal (Nordland) ved cand. mag. Håkon Lien. Arbeidet ledes av statsgeolog dr. Trygve Strand.

Tromsø (Troms) ved direktør Kåre Landmark.

Bearbeidelsen av statsgeolog Steinar Foslies etterlatte materiale fra Grong-feltet er ført videre ved statsgeologene dr. Trygve Strand og Chr. Oftedahl. Supplerende observasjoner i marken er gjort av dr. Strand innen kartbladet *Namsvatnet* og av dr. Oftedahl innen kartbladene *Trones*, *Tunnsjø* og *Sanddøla*. Forarbeidet til trykning av *Namsvatnet med en del av Frøyningfjell* nærmer seg fullføring, og kartbeskrivelsen ved dr. Strand foreligger i manuskript, slik at en kan vente dette geologiske kartblad med beskrivelse ferdig trykt i løpet av 1956. En oversikt over Grong-feltets skjerp og kisforekomster på grunnlag Foslies observasjoner er under utarbeidelse. I årboken for 1955 vil det bli trykt en oversikt av dr. Oftedahl om de tektoniske forhold i Grong-feltet.

Malmundersøkelser i Grong-feltet 1955, se s. 100.

Geologisk kartlegging i den vestlige del av Finnmarksvidda blir omtalt under kapitlet «Undersøkelser av malmer og andre nyttbare mineraler, bergarter og løse avleiringer», s. 99.

Arbeidet med kvartærgeologisk kartverk i målestokk 1 : 250 000 har fortsatt innen landgeneralkartene Østerdalen og Ljørdalens område under ledelse av pensj. statsgeolog dr. Gunnar Holmsen, assistert av cand. real. Fredrik Huseby og Morten Sivertsen. Det foreligger nå fullstendig materiale til tegning av kvartærgeologisk blad *Ljørdalen*, men for blad *Østerdalens* vedkommende er ennå en del supplerende iakttagelser ønskelig.

Til hjelp for beskrivelsen av blad *Røros* har dr. Holmsen foretatt en 14 dagers reise i kartområdet.

Landgeneralkart *Hallingdal* med beskrivelse er i årets løp utgitt, forberedelse til trykning av *Røros* nærmer seg fullføring og kartbeskrivelsen er under arbeid.

Undersøkelse av spesielle formasjoner.

Vitenskapelig assistent Kari Egede Larssen har, foruten arbeid på kartbladet Hamars område, samlet prøver og utført pollenanalytiske bestemmelser av materiale fra Vestfold, og utført pollenanalyse av materiale fra Leksvik og Selbu i Trøndelag. Arbeidet i Vestfold har vært gjort i samarbeid med Universitetet i Bergen og delvis med bidrag fra Norges almenvitenskapelige forskningsråd, arbeidet i Trøndelag i samarbeid med den arkeologiske avdeling ved Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab Museet, Trondheim.

Stud. real. Chris. Gillette og stud. real. Carl Mathiesen har foretatt detaljert kartlegging og profilopptagelser langs grensen mellom Sparagmitt-avdelingen og underliggende gneis i den vestlige del av kartbladet *Vågå*, etter anvisning av statsgeolog dr. Strand.

Cand. real. Knut Heier har påbegynt en geologisk undersøkelse på Langøya i Vesterålen (kartblad *Øksnes*), med særlig sikte på å klarlegge de der opptredende ilmenitt-magnetittmalms genesis, i første rekke Selvåg-forekomsten.

Cand. mag. Jens Hysingfjord har fullført den geologiske kartleggingen av vestre del av Stjernøy i Vest-Finnmark (innen kartbladene *Sørøen* og *Øksfjord*). Arbeidet er en videreføring av de undersøkelser NGU har foretatt de foregående år i Seiland-Stjernøy-Øksfjord-området. (Se NGU's årbok for 1954, s. 123—124.)

Direktør Sven Føyn har gjort stratigrafiske og tektoniske undersøkelser sør for Laksefjorden i Finnmark (kartbladene *Laksefjordvidda* og *Lebesby*).

Undersøkelser av malmer og andre nyttbare mineraler, bergarter og løse avleiringer.

Birtavarre. (Kopperkisførende magnetkis.)

Programmet for feltarbeidet sommeren 1955 omfattet først og fremst diamantboring på den elektriske anomali mellom den gamle Sabetjok-gruve og Birtavarre høyfjell-skjerpet. Geolog ved undersøkelsene var bergingeniør Frank M. Vokes, med teknisk assistent Sigurd Lunestad som medarbeider. Boringen ble utført av Geofysisk Malmleting, Trondheim, med diamantborformann Johannes Bratli som teknisk leder.

Høyden over havet og klimaet gjør at feltsesongen ved Birtavarre høyfjell er kort, og gjennomføring av programmet forutsatte to diamantbormaskiner i drift. Boringen begynte 19. juli, men med én maskin. Maskinen var slitt og gjentatte ganger utsatt for maskinskade. 22. august måtte den settes ut av drift for godt for sesongen. Den annen maskin ankom til Birtavarre den 25. august og ble straks satt i drift. 12. september ble det konstatert at den hadde en skade som var pådratt den før den kom til Birtavarre. Arbeidet ble da stoppet for godt, idet reparasjon av maskinen ville ta så vidt lang tid at det ikke ville bli aktuelt å fortsette arbeidet i Birtavarre, idet man etter den tid når som helst risikerte å bli stoppet av frosten.

Etter programmet skulle det bores i alt ca. 1500 meter. Det oppnådde resultat var 1259 meter, en i og for seg respektabel ytelse av personalet under så vanskelige forhold. Det ble boret 15 hull mellom Sabetjok og Birtavarre høyfjell, og et kort hull i selve Birtavarre høyfjell-skjerpet.

Det var på forhånd klart at selv om programmet hadde kunnet gjennomføres fullt ut, ville antall hull vært for lite til å gi et fullstendig bilde av malmen, og antallet ville ikke vært tilstrekkelig til å tilfredsstillende kravene til beregning av «påvist» eller «sannsynlig» malm. Men det gjennomførte arbeid gir opplysninger nok til å gi et begrep om størrelsesorden av «mulig» malm. Og denne størrelsesorden er ikke oppmuntrende, idet så vel mengde som gjennomsnittstykkelse og gjennomsnittsgjennomsnittsgehalt er i underkant eller under de krav som må stilles til en drivverdig forekomst. Beregningene, som selv sagt gis med atskillig forbehold, gir for «malm» tykkere enn 1 meter en mengde på ca. ½ million tonn med gjennomsnittskoppergehalt på vel 1 % (beregningen lyder på 1,16 %). I en del av feltet må en

også regne med lavere gehalter enn 1 %. En må etter dette trekke den slutning at Sabetjok-Birtavarre høyfjell-feltet i alle fall ikke selvstendig kan danne grunnlag for drift.

En hadde ansett det ønskelig i forbindelse med det øvrige arbeid å få gjort et par prøveboringer i Monte Carlo-feltet, for å få nærmere rede på malmens art og gehalt der. Av grunner som det er redegjort for ovenfor, lot dette seg ikke realisere. Det man på forhånd vet om Monte Carlo-feltet er imidlertid ikke tilstrekkelig lovende til at en finner å kunne gå til boring på dette felt isolert.

Sammenholdt med resultatene fra tidligere år blir konklusjonen at Birtavarre-området som helhet ikke inneholder tilstrekkelige konsentrasjoner av malm til å gi grunnlag for drift. En finner det ikke forsvarlig å foreslå ytterligere midler til malmundersøkelser i området.

De stratigrafiske og strukturelle forhold i Birtavarre-området er behandlet av dr. Padget og utgitt i 1955 som nr. 192 i NGU's serie. Det malmgeologiske materiale er under bearbeidelse av bergingeniør Vokes, og en samlet fremstilling av de malmgeologiske data og vurderinger vil bli trykt når bearbeidelsen er ferdig.

Finnmarksvidda.

Sommeren 1954 begynte NGU en geologisk oversiktskartlegging av vestre del av Finnmarksvidda, nærmere betegnet som «det vestlige suprakrustalområde». Dette område er stort sett grunnfjellområdet begrenset av Kautokeino—Alta-elva i øst og de yngre bergarter tilhørende den kaledonske fjellkjede i vest. Denne oversiktskartlegging er første trinn i en systematisk undersøkelse av Finnmarksvidda, og gjøres for å få kjennskap til hovedtrekkene i den geologiske bygning, som grunnlag for mere detaljerte undersøkelser. Kartleggingen i «det vestlige suprakrustalområde» ble satt i verk med så mange geologer at en håpet på å kunne gjennomføre den i løpet av to feltsesonger.

I løpet av somrene 1954 og 1955 har det i det store og hele lyktes å gjennomføre den planlagte oversiktskartlegging av området. De geologiske undersøkelsene 1955 har vært utført av geologene dr. Peter Padget og Eero Pehkonen og statsgeologene dr. Tore Gjelsvik og Per Holmsen, samt stud. real. G. C. McCandless og bergingeniør H. W. Stuedahl. Blant de anvendte metoder inngikk geokjemisk feltprospektering, vesentlig ved analyse av bunnprøver fra bekker (den

såkalte «silt-metode»). I dette arbeidet har medvirket laboratorieingeniør Brynjolf Bruun, stud. real. Dag Risdal samt 2 laboranter som assistenter ved NGU's mobile feltlaboratorium.

I forbindelse med oversiktskartleggingen ble det gjort detaljert geologisk kartlegging omkring kopperkisforekomsten ved Bidjovagge (i fjellpartiet Časkias). Koppermineralisering ble også konstatert i enkelte lokaliteter mellom Stuorajavrrevassdraget og Čaravarre. En uranførende syenittisk bergart ble oppdaget i Njallaavčee, en sidedal til Reisadalen i Nordreisa.

Det innsamlede materiale av observasjoner og prøver er under bearbeidelse, med sikte på at et geologisk oversiktskart med beskrivelse og vurdering av de geologiske forhold skal bli trykt.

En kortfattet oversikt over erfaringene ved de feltgeokjemiske arbeider NGU har utført i 1954 og 1955 på Finnmarksvidda og andre steder i landet foreligger i manuskript og vil bli trykt i skrifter fra den XX Sesjon av den Internasjonale geologkongress i Mexico 1955.

Programmet for NGU's undersøkelse på Finnmarksvidda 1956 vil naturlig gå ut på dels en regional utvidelse av oversiktskartleggingen, dels en mer intensiv undersøkelse av visse begrensede områder innen for «det vestlige suprakrustalområde». Utvidelsen regionalt er planlagt mot sørøst langs grensen mot Finland og mot nordøst i retning mot og fram til området sør for Porsangerfjorden. Mer detaljerte undersøkelser bør gjøres i området mellom Časkias og Čaravarre, og dessuten i Njallaavčee-distriktet.

Grong-feltet.

I forbindelse med de generelle geologiske undersøkelsene (se s. 96) har statsgeolog dr. Chr. Oftedahl ledet mer spesielle malmundersøkelser i Grong-feltet. Blokkleting ble utført av fire mann fra distriktet i et tidsrom av seks uker. To oppgaver ble i første omgang søkt løst. Den ene gjaldt spørsmålet om hvor man finner Joma-forekomstens blokkvifte. Den annen gjaldt den store samling av kisblokker i nedre løp av Sidesvannselva (omtalt i NGU's Årbok for 1954, side 123). Resultatet tyder på at storisen under istiden har ført Joma-blokkene langt avsted, omtrent i vestlig retning, slik at det ikke finnes blokker i Jomas umiddelbare nærhet. Med hensyn til Sidesvannselvas blokkforekomst viser det seg at det nesten ikke

finnes kisblokker utenfor elveleiet. Det sannsynligste er at kilden til de store blokker er å finne i den brede grønnstenssone sørvest for blokkene.

Geokjemisk feltundersøkelse ble utført av laboratorieingeniør Brynjolf Bruun, assistert av stud. real. Viggo Wiik, i samarbeid med dr. Oftedahl. Metoden var undersøkelse av bunnprøver fra bekker («silt-metoden»).

For øvrig ble strukturforholdene i Joma-området og i Jomafjell studert, med sikte på nærmere forståelse av malmens oppptreden.

Overdekket som berggrunnen mye er i Grong-feltet, med de muligheter dette felt har for å inneholde ennå ukjente malmforekomster, bør videre malmundersøkelser fortsette, og derunder blokkleting.

Uranundersøkelser.

De første måneder av året gikk med vesentlig til bearbeidelse av materialet fra feltundersøkelsen 1954 (Oslo-feltets alunskifer), og til radiometrisk undersøkelse av ca. 8500 prøver fra skjerp og gruver representert i Geologisk museums samlinger.

Radiometriske undersøkelser har vært utført av NGU i tre igangværende gruvebedrifter. En rekke enkelte lokaliteter, for det meste skjerp eller mineralforekomster, er blitt besøkt i løpet av feltsesongen, delvis fordi vinterens målinger av prøver fra vedkommende lokaliteter hadde vist anomalier.

Et av de områder som pekte seg ut ved unormal høy radioaktivitet under gjennomgåelsen av Museets prøvesamlinger, var koboltforekomstene i Modum. Området ble derfor gjort til gjenstand for feltmessige målinger utover sommeren og høsten. Under feltarbeidet ble det påvist en omfattende uranmineralisering, som i det vesentlige knytter seg til koboltmineraliseringen. De rikeste prøvene viser gehalter på 0,2 og 0,3 % uran, enkelte ennå mer, men gjennomsnittsgelalten er åpenbart betydelig lavere. Internasjonalt sett er forekomsten altså lavprosentig. Uranmineraliseringen synes imidlertid å ha adskillig utbredelse i området, og spesielt kombinasjonen med kobolt gjør at forekomsten må betraktes som så vidt lovende at der bør settes i verk nærmere undersøkelser.

De mer regionale feltundersøkelser var henlagt til Trøndelags kambro-siluriske sedimenter. Undersøkelsene er utført ved å re-

gistrere radioaktiviten i bergartene og løsmassene med Cargoutstyret (Land Rover-automobil med Geiger-Müller-teller) og måling av spesielle lokaliteter med håndinstrumenter. Undersøkelsen må betraktes som å være av orienterende art, og naturlig nok vesentlig knyttet til vegskjæringer.

Undersøkelsene ble lagt opp i samråd med professor Th. Vogt som velvillig stilte til disposisjon sin viten om geologien i disse områdene. Han stilte også upublisert materiale fra Rørostraktene til rådighet. Røros Kobberverk ga adgang til gruvene og hjalp til med kartmateriale og opplysninger.

Hovedresultatet er kort og godt at det ikke noen steder ble funnet radioaktive anomalier i Trøndelag, bortsett fra en enkelt lokalitet med mørk skifer ved Nordaunevoll innenfor kartbladet Holtålen. Radioaktiviteten var heller ikke der særlig høy, og radiometriske analyser viser at den svarer til 60 gram U_3O_8 pr. tonn. En del av radioaktiviteten skriver seg imidlertid sikkert fra kalium. Uraninnholdet er i alle tilfelle uten praktisk betydning.

Langs vegene i Trøndelag kan store strekninger av fjellet være dekket av løsmateriale. Derfor kan det godt finnes uranforekomster uten at de blir oppdaget ved en slik rekognosering som vesentlig er blitt utført pr. bil. Men det er ikke sannsynlig at det skal finnes stratigrafiske lag med urangehalt svarende til de rikeste lagene i Oslo-feltets alunskifre. Videre undersøkelser etter uran i Trøndelag må etter dette gå ut på å undersøke om det finnes forekomst av uran i forbindelse med intrusivbergarter, med malmineraliseringene, eller i gneisbergartene i nordvest.

Uranundersøkelsene forestås av NGU's geolog cand. real. Thor Siggerud, med Knut Erikson som teknisk assistent.

Under systematisk geologisk kartlegging i den vestlige del av Finnmarksvidda konstaterte statsgeolog dr. Tore Gjelsvik sommeren 1955 i Nordreisa herred i Troms en syenittisk bergart som ga til dels meget høye radioaktive utslag (se s. 100). Bergarten opptrer som en eller to vertikale ganger i en breksjesone, og det radioaktive element er åpenbart hydrotermalt tilført. Laboratoriemessige analyser viser at radioaktiviteten skyldes uran, og de rikeste prøver har en radioaktivitet som svarer til 0,5 % U_3O_8 . Det er imidlertid klart etter måling i feltet at gjennomsnittsgehalten i de blottede deler av bergarten ligger vesentlig lavere. Forekomsten bør gjøres til gjenstand for nærmere undersøkelse.

Blyglans i kvartsitt.

Den blyglansførende eokambrisk-kambriske stratigrafiske sone i Engerdal og omkring Femunden ble fulgt opp med geokjemiske undersøkelser i løpet av en fjorten dagers periode, etter at en forberedende reise i området var gjort av statsgeologene Per Holmsen og Steinar Skjeseth. Leder av undersøkelsene var Steinar Skjeseth, med laboratorieingeniør Bruun, teknisk assistent Erna Christensen og to hjelpere for øvrig som medarbeidere. Detaljerte prøver etter «silt-metoden» (bunnprøver i bekker) ble gjort ved Lille Engeren, fra Drevsjø til Vurrusjø og omkring Tufsingdal gamle sølvgruve. Metoden viste seg her som andre steder hvor den er blitt prøvd av NGU, å være brukbar ved detaljundersøkelser. Man kunne følge sonen også i sterkt overdekket terreng. Positive anomalier fantes over en flattliggende kvartsitthorisont på begge sider av Nord Engerdal, nord for Vurrusjø og nedenfor Tufsingdal sølvgruve. Resultatene av undersøkelsene er imidlertid vanskelige å tolke på grunn av den sterke overdekning. En boring gjennom lagene ved Vurrusjø, der det underkambriske lag danner fjellgrunnen, vil være av betydning for forståelsen av stratigrafien i traktene og derved for det videre arbeid med bly-sink-prospekteringen i Femundstraktene. Området videre nordover fra Vurrusjø bør undersøkes i første omgang ved geokjemisk metode.

Diverse malm- og mineralforekomster.

På anmodning til NGU fra Jennestad Grafittverk A/S har bergingeniør Vokes og dr. Padget foretatt en detaljert geologisk undersøkelse av så vel grunnstoll og orter som av overflaten i det aktuelle område ved Jennestad Grafittverk.

Dr. Padget besøkte noen dager det gamle gruveområdet ved Ulveryggen ved Repparfjord i Finnmark. Bergartsformasjonen, som hører til Raipas-avdelingen, ble studert først og fremst for sammenligning med bergartene i den vestlige del av Finnmarksvidda. Visse likheter ble konstatert.

På anmodning til NGU fra kommuner på Sørlandet har statsgeolog Arth. O. Poulsen foretatt befarings av feltspatbrudd og forekomster av nikkellholdig malm. Samtidig ble manganforekomster studert av hensyn til NGU's bidrag til en internasjonal oversikt over manganforekomster, en oversikt som skal trykkes blant skriftene i

forbindelse med den XX Sesjon av den Internasjonale geologkongress, Mexico 1956.

NGU's geologer har som vanlig under sine reiser leilighetsvis foretatt befaringer av forskjellige slags forekomster etter anmodning fra offentlige organer og private. NGU har dessuten i årets løp besvart en rekke forespørsler og avgitt uttalelser om prøver av malm og andre bergarter og løse avleiringer som er blitt innsendt eller innlevert til NGU.

Under en inspeksjonsreise i 1955 besøkte direktør Sven Føyn spesielt Bidjovagge (Časkias) i Kautokeino, Njallaavžee i Nordreisa og Birtavarre.

Anleggsgeologi.

NGU har som vanlig foretatt en rekke befaringer og avgitt uttalelser av anleggsgeologisk art, dels for Forsvaret i forbindelse med dets anleggsvirksomhet, dels for kommuner og for private. Befaringene er utført av direktør Sven Føyn og statsgeologene Per Holmsen, Chr. Oftedahl, Rolf Selmer-Olsen og Steinar Skjeseth.

Skred-undersøkelser.

Etter avtale mellom NGU, Norges geotekniske institutt og Landbruksdepartemenet (Naturskademidlene) er den systematiske forskning vedrørende fjellskredd overtatt av Norges geotekniske institutt. Skredundersøkelser foretas av NGU derfor bare i forbindelse med andre geologiske arbeider i området, mens henvendelser om skredundersøkelser for øvrig blir oversendt til Geoteknisk institutt.

Hydrogeologi.

Anmodninger til NGU om assistanse ved vannforsyningsanlegg kommer i stadig økende omfang, og NGU har vanskelig for å etterkomme dem alle. Arbeid med vannforsyningsspørsmål har gjennom hele året tatt det vesentlige av tiden for en av statsgeologene, Steinar Skjeseth. Over 500 steder er blitt besøkt i årets løp. Befaringene har omfattet enkelt- og fellesanlegg og samlet planlegging av grunnvannsforsyning i enkelte bygder. De fleste reiser er foretatt på Østlandet og Sørlandet. En enkelt befarings er gjort på Vestlandet og en orienterende reise i Stavanger-traktene. Befaringene er i størst

mulig utstrekning utført sammen med de lokale planleggere og borfirmaene.

Foruten boringer i fjell har en fulgt opp boringer i løsavleiringer. I den forbindelse er det foretatt noen forutgående prøveboringer og laboratorieundersøkelser av vannførende lag.

Landbruksdepartementets kontor for stønad til vannverk sender opplysninger til NGU om de borebrønnanlegg som staten får søknad om stønad til.

Henvendelser om assistanse ved vannforsyningspørsmål kommer dels fra private, dels fra boringsfirmaer, og dels fra offentlige organer, blant annet Forsvaret. Sammen med den rådgivende virksomhet går studium av grunnvannets opptreden i fjell og jord i de forskjellige distrikter. Alle opplysninger som fremkommer ved geologenes arbeid og ved innsendte meldinger, blir samlet og registrert i NGU's vannboringsarkiv. Resultater fra de tre siste års hydrogeologiske undersøkelser vil bli trykt i Årbok for 1955 ved Steinar Skjeseth.

Ansvarshavende for vannboringsarkivet er statsgeolog Per Holmsen.

Lokaler.

NGU hadde før krigen lokaler i Kronprinsensgt. 6, 8 og 10. Etter bombingene i 1942 måtte institusjonen flytte derfra og fikk da midlertidig administrasjonskontorer i Wergelandsveien 2 (Grotten) med en del kontor- og lagerplass i kjelleretasjen i St. Olavsgt. 35.

I 1946 flyttet NGU til Klingenberggt. 7. I 1947 måtte institusjonen igjen flytte og ble anvist lokaler i Josefinesgt. 34, hvor den nå holder til.

Josefinesgt. 34 består av en to etasjers murbygning med en sidebygning. Det samlede gulvareal er ca. 500 m² netto. Lokalene er lite hensiktsmessige. Fra 1. september 1952 har NGU enn videre fått leie laboratorieplass og 4 provisoriske kontorrom i Universitetets geologiske museum, Tøyen (ca. 200 m²). Til magasinering av bergartsprøver har NGU et kjellerrom i Sommerrogt. 15 og et loftsrom i Trondheimsveien 132. En del av boksamlingen er magasinert i Josefinesgt. 37. Gjennom et transportbyrå har NGU leiet en del lagerplass i Kampens lagerhaller på Kampen.

Leiekontrakten for lokalene i Josefinesgt. 34 utløper 1. juli 1957, og for lokalene i Geologisk museum 1. september 1957.

Bibliotek.

I årets løp har NGU overtatt en mindre boksamling etter avdøde bergmester C. O. Damm.

Biblioteket viser en samlet tilgang på 1616 bøker og tidsskriftnummer.

Som bibliotekar har fungert statsgeolog Arth. O. Poulsen.

Bergarkiv.

Bergarkivet har hatt en jevn økning i året som gikk, og våre samlinger består i dag av 2775 rapporter og 2342 kart. Tilveksten skyldes hovedsakelig bergingeniør H. H. Smiths samling som NGU overtok for et par år siden og som nå er gjennomgått og registrert. Av Bergarkivets rapportsamling omfatter 2390 nummer malmforekomster og 385 nummer forekomster av industrielle mineraler og bergarter. Årets tilvekst er 318 nummer, hvorav henholdsvis 285 vedrørende malmforekomster og 33 vedrørende industrielle mineraler og bergarter.

Samlingen av gruvekart og tracinger utgjør for tiden henholdsvis 1219 og 1093, med en tilvekst i 1955 på henholdsvis 57 og 275.

Inntegningen av forekomster av malmer og mineraler på kart i målestokk 1:100 000 er fullført, slik at Bergarkivet dermed har et kartarkiv som gir en så komplett kartmessig oversikt over landets nyttige malmer og mineraler som det er mulig å gi. Nye forekomster og eventuelle forandringer inntegnes etter hvert som institusjonen får opplysning om dem.

Ansvarshavende for Bergarkivet er statsgeolog Arth. O. Poulsen.

Laboratorier.

NGU's kjemiske laboratorium har lokaler i Geologiske museum. I løpet av året er det utført 32 fullstendige silikatanalyser og 223 andre analyser og oppdrag.

Av nyanskaffelser av utstyr kan nevnes et elektrolyseapparat med likeretter, og med innebygget magnetiske rørere, innrettet til utførelse av fire parallelle analyser, vesentlig av metaller.

I juli og august deltok NGU's mobile kjemiske laboratorium i de geologiske undersøkelser i Femunds-trakten, Grong-feltet og på Finnmarksvidda.

Spektralanalysene er blitt utført ved Sentralinstitutt for industriell forskning.

Leder av det kjemiske laboratorium er laboratorieingeniør Brynjolf Bruun.

I *Jordartslaboratoriet* (Josefinesgt. 34) er i det forløpne år foretatt 190 differensialtermiske analyser. Av korngraderinger og andre mekaniske analyser er det foretatt 350. Dette arbeidet har for det vesentligste vært knyttet til kartbladbearbeidelsene.

Jordartslaboratoriet og dets spesielle apparatur har i det forløpne år vært til nytte for en rekke studenter og geologer i andre etater, både for undervisning og service.

Leder av Jordartslaboratoriet var statsgeolog Rolf Selmer-Olsen inntil han sluttet ved NGU 1. september. Som ansvarshavende for laboratoriet har etter den tid fungert teknisk assistent J. W. Wilhelmssen. I høsthalvåret har to viderekomne studenter vært knyttet til Jordartslaboratoriet som vitenskapelige assistenter i halvdagspost.

Radiometrisk laboratorium er innredet i Josefinesgt. 34, og i løpet av året blitt utstyrt med den nødvendige apparatur til radiometriske analyser. Foruten undersøkelse av NGU's eget innsamlede materiale, har laboratoriet undersøkt en hel del innsendte prøver. En mengde forespørsler er blitt besvart. Et koplings skjema for en enkel Geiger-Müller-teller er utarbeidet og sendes som svar på henvendelser.

Autoradiografi er helt ut tatt opp som ledd i undersøkelsene. Det samme er papirkromatografi for påvisning av uran. Utstyr for å undersøke inntil 50 meter dype sjakter eller vannboringshull er laget.

Selv om den utbygging av laboratoriet som har skjedd, må anses for tilfredsstillende når man tar den korte tid den er utført på i betraktning, må videre anskaffelse av utstyr til laboratoriet anses for nødvendig.

NGU har avtale med Institutt for atomenergi om undersøkelse i forbindelse med eventuelt kjøp av norsk produsert uranmalm. Kjemiske analyser av uranførende bergartsprøver utføres ved IFA.

Leder av det radiometriske laboratorium er geolog Thor Siggerud.

Publikasjoner.

I NGU's serie er i 1955 utkommet:

- Nr. 147. Steinar Foslie †. *Kisdistriktet Varaldsøy-Ølve i Hardanger og bergverksdriftens historie*. Tillegg og Summary ved Brynjulf Dietrichson. 106 s.
- Nr. 190. Gunnar Holmsen. *Hallingdal*. Beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneralkart. (S.) Med kart. 55 s.
- Nr. 191. *Årbok 1954*. (Innhold: Gunnar Henningsmoen: *Om navn på stratigrafiske enheter*. (S.) Henrich Neumann: *Kobberforekomstene på Straumsheia*. (S.) Brynjulf Dietrichson: *Spessartite and Pseudotachylite from the Thrusting-Zone of East-Jotunheimen*. Sammendrag: Spessartit og pseudotachylit fra øvre Jotunruptivdekkets bevegelsessone i Øst-Jotunheimen.) Trygve Strand: *Sydøstligste Helgelands geologi*. (S.) Henning Sørensen: *A Petrographical and Structural Study of the Rocks at Engenbræen, Holandsfjord*. (Sammendrag: Bjergarterne omkring peridotiten ved Engenbræen, Holandsfjord.) F. M. Vokes: *Observations at Raipas Mine, Alta*. (Sammendrag: Iakttagelser ved Raipas gruve i Alta.) Direktør Sven Føyn: *Norges geologiske undersøkelse. Årsberetning for 1954*. Fortegnelse over Norges geologiske undersøkelses publikasjoner og kart.) 152 s.
- Nr. 192. Peter Padget: *The Geology of the Caledonides of the Birtavarre Region, Troms, Northern Norway*. (Sammendrag: Birtavarre-områdetets geologi.) 107 s.

Under trykning i A. W. Brøggers boktrykkeri er:

- Nr. 193. Kartkatalog Norges berggrunn. Av J. A. Dons.
- Nr. 196. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart Namsvatnet med en del av Frøyningsfjell. Av Steinar Foslie † og Trygve Strand.

Under trykning hos Emil Moestue A/S er:

- Nr. 194. Beskrivelse til de geologiske rektangelkart Ytre Rendal og Stor-Elvdal. Av Per Holmsen og Chr. Oftedahl.

Følgende geologiske manuskriptkart er under teknisk forberedelse til trykning i Norges geografiske oppmåling:

Rektangelbladene Namsvatnet, Trones, Tunnsjø, Sanddøla, Nordli, Jævsjø, Bjørkvassklumpen. Av Steinar Foslie.
Det kvartærgeologiske landgeneralkart Røros. Av Gunnar Holmsen.

Kartene skal etter programmet trykkes i løpet av 3-års perioden 1955—1957.

Følgende geologiske manuskriptkart er under trykning hos Emil Moestue A/S:

Rektangelbladene Ytre Rendal og Stor-Elvdal. Av Per Holmsen og Chr. Oftedahl.

Kartene vil foreligge trykt våren 1956.

I andre tidsskrifter er det i 1955 trykt 9 avhandlinger eller artikler av medlemmer av NGU's stab:

1. Gunnar Holmsen: *Norske jordarter og geotekniske problemer knyttet til dem.* (S.) Norges geotekn. inst. Publ. nr. 7. 1955. 5 s.
2. Per Holmsen: *Trekk av Opdalsfeltets geologi.* Norsk geol. tidsskr., b. 35, 1955, s. 135—150.
3. Per Holmsen: *Innlandsisens avsmeltningsforløp nord og syd for vannskillet på Dovrefjell.* Norsk geol. tidsskr., b. 35, 1955, s. 179—187.
4. Per Holmsen: *Om den siste isrestens beliggenhet i de østlandske dalfører.* Norsk geol. tidsskr., b. 35, 1955, s. 197—204.
5. Per Holmsen: *Grensen mellem Trondhjemsfeltet og sparagmittområdet i sydøst.* Geol. Fören. Stockh. Förh., b. 77, h. 3, 1955.
6. Kari Egede Larssen: *Den pollenanalytiske undersøkelse av Leksvikskoene.* Det Kgl. N. Vid. Selsk. Museet, Årbok 1954, s. 106—107.
7. Chr. Oftedahl: *On the sulphides of the alum shale in Oslo.* Norsk geol. tidsskr., b. 35, 1955, s. 117—120.
8. G. Kullerud, P. Padget og F. M. Vokes: *The temperature of deposition of sphalerite-bearing ores in the Caledonides of Northern Norway.* Norsk geol. tidsskr., b. 35, 1955, s. 121—127.
9. Steinar Skjeseth: *The Middle Ordovician of the Oslo Region, Norway. 5. The Trilobite Family Styginidae.* Norsk geol. tidsskr., b. 35, 1955, s. 9—28.

Undervisning. Utstillinger.

NGU deltok med en stand ved Blindern-utstillingen 31. august—4. september. Standen viste noen av NGU's arbeidsoppgaver, blant annet kartlegging av fjell og løse jordlag, malmundersøkelser og hydrogeologi.

NGU's geologer har i løpet av året ved flere leiligheter ledet ekskursjoner for forskjellige skoler og institusjoner, blant annet for Oppland skogskole, brønnborere, Norsk lektorlag.

Statsgeolog Steinar Skjeseth deltok 1. og 8. november i et kringkastingsprogram: «Fra ønskekvist til elektrisk vannleting», og «Vi finner vann».

Internasjonale geolog-møter. Studiereiser i utlandet.

Statsgeolog dr. Trygve Strand deltok i tiden 7.—18. august som NGU's representant i en internasjonal ekskursjon, arrangert av l'Association pour l'Etude Geologique des Zones Profondes de l'Ecorce Terrestre. Ekskursjonen fant sted i Egersunds-feltet under ledelse av professor P. Michot (Liège, Belgia) og i strøket omkring Kristiansand, Arendal og Risør under ledelse av professorene Tom. Barth og Jens Bugge.

Geolog Thor Siggerud deltok i Genève 8.—20. august som rådgiver for de norske utsendinger ved De Forenede Nasjoners konferanse om den fredelige utnyttelse av atomenergien.

Direktør Sven Føyen og statsgeolog Steinar Skjeseth foretok 4.—11. oktober en studiereise til Danmark. Hensikten med reisen var for direktør Føyens vedkommende vesentlig å sette seg inn i organisasjons- og administrasjonsordning ved Danmarks Geologiske Undersøgelse, for statsgeolog Skjeseths vedkommende vesentlig å studere de hydrogeologiske arbeider ved denne institusjon.

Direktør Sven Føyen og geolog Thor Siggerud deltok som gjester i Svenska Gruvföreningens årsmøte i Stockholm 26. november. Møtet var viet atomkraft og råvarer for fremtidens atomkraft. I samband med møtet var det arrangert en utstilling av instrumenter og radioaktive mineraler. AB Atomenergis anlegg i Stockholm ble besøkt.

FORTEGNELSE OVER
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSES
PUBLIKASJONER OG KART

Norges geologiske undersøkelse

har utgitt i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. i Oslo:

1. Aarvog for 1891 (Indhold: *K. O. Bjørlykke*: Graptolitførende skifere i vestre Gausdal. *Th. Münster*: Foreløbige meddelelser om reiser i Mjøsegnene udførte for den geologiske undersøgelse sommeren 1889. *Joh. C. Andresen*: En nyfundet flek av primordial i Hennungbygden, Grans prestegjæld. *Hans Reusch*: En dag ved Åreskutan. *S. A. Hougland*: Bergarts-gange ved Sand i Ryfylke. *G. E. Stangeland*: Bemærkninger om endel myrstrækninger i Bergs og Rakkestads prestegjælde i Smålenene samt om myrene paa Jæderen. *J. Johnsen*: Svenningsdals sølvgruber. *J. P. Friis*: Feldspat, kvarts og glimmer, deres forekomst og anvendelse i industrien. *Hans Reusch*: Granitindustrien ved Idefjorden. *Hans Reusch*: Skuringsmærker og morænegrus eftervist i Finmarken fra en periode meget ældre end »istiden«. (S.) Kr. 1,50.
2. *C. H. Homan*. Selbu. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Selbus omraade. (S.) 1890. Kr. 1,00.
3. *J. H. L. Vogt*. Salten og Ranen, med særligt hensyn til de viktigste jernmalm- og svovelkis-kobberkis-forekomster samt marmorlag. (Z.) 1890. Utsolgt.
4. *Hans Reusch*, med bidrag af *Tellef Dahll* og *O. A. Corneliussen*. Det nordlige Norges geologi. (S.) 1891. Utsolgt.
5. *G. E. Stangeland*. Torvmyrer inden kartbladet Sarpsborgs omraade. (S.) Med kart. 1891. Kr. 1,00.
6. *J. H. L. Vogt*. Om dannelsen af de viktigste i Norge og Sverige representerede grupper af jernmalforekomster. (Z.) Utsolgt.
7. *J. H. L. Vogt*. Nikkelforekomster og nikkelproduktion. (Z.) 1892. Utsolgt.
8. *G. E. Stangeland*. Torvmyrer inden kartbladet Nannestads omraade. (S.) med kart. 1892. Kr. 1,50.
9. *Amund Helland*: Jordbunden i Norge. (S.) 1893. Utsolgt.
10. *Amund Helland*. Tagskifere, heller og vekstene. 1893. Kr. 3,00.
11. *W. C. Brøgger*. Lagfølgen på Hardangervidda og den såkalte »høifjeldskvarts«. (Z.) 1893. Kr. 2,50.
12. *Carl C. Riiber*. Norges granitindustri. (S.) 1893. Kr. 1,00.
13. *K. O. Bjørlykke*. Gausdal. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Gausdals omraade. (S.) 1893. Kr. 1,00.
14. Aarvog for 1892 og 93. (Indhold: *H. Reusch*: Strandflaten, et nyt træk i

- Norges geografi. (Med kart.) *H. Reusch*: Mellem Bygdin og Bang. *H. Reusch*: Har der existert store, isdæmmende indsjøer paa østsiden af Langfjeldene? *K. O. Bjørlykke*: Høifjeldskvartsens nordøstligste udbredelse. *J. P. Friis*: Utvinding af feldspat og glimmer i Smaalenene. *Amund Helland*: Dybderne i nogle indsjøer i Jotunfjeldene og Thelemarken. *E. Ryan*: Undersøgelse af nogle torvprøver. *Amund Helland*: Opdyrkning af lerfaldet i Værdalen.) 1894. Kr. 2,50.
15. *J. H. L. Vogt*. Dunderlandsdalens jernmalmfelt i Ranen, Nordlands amt, lidt søndenfor polarkredsen. (Z.) 1894. Kr. 2,00.
 16. *Amund Helland*. Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt. 1894. Kr. 3,00.
 17. *J. H. L. Vogt*. Nissedalens jernmalforekomst. (I Thelemarken.) (Z.) 1895. Kr. 1,25.
 18. *Amund Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. I. Den almindelige del og herredene i Søndmør. 1895. Utsolgt.
 19. *Amund Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. II. Herredene i Romsdalen og Nordmør. 1895. Utsolgt.
 20. *G. E. Stangeland*. Om torvmyrer i Norge og deres tilgodegjørelse. I. (S.) 1896. Utsolgt.
 21. Aarbo for 1894 og 95. (Indhold: *H. Reusch*. Geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95.) 1896. Kr. 2,00.
 22. *J. H. L. Vogt*. Norsk marmor. (Z.) 1897. Kr. 5,00.
 23. *Amund Helland*. Lofoten og Vesteraalen. 1897. Kr. 2,50.
 24. *G. E. Stangeland*. Om torvmyrer i Norge og deres tilgodegjørelse. II. (S.) 1897. Kr. 2,50.
 25. *K. O. Bjørlykke*. Geologisk kart med beskrivelse over Kristiania by. 1898. Kr. 2,50.
 26. *K. O. Bjørlykke*. Norges Geologiske Undersøgelsses udstilling i Bergen. (S.) 1898. Kr. 0,50.
 27. *J. P. Friis*. Terrænundersøgelser og jordboringer i Stjørdalen, Værdalen og Guldalen samt i Trondhjem i 1894, 95 og 96. (S.) 1898. Kr. 1,00.
 28. Aarbo for 1896 til 99. (Indhold: *Andr. M. Hansen*: Skandinaviens stigning. (S.) *A. Helland*: Strandlinjernes fald. (S.) Med kart. *J. Rekstad*: Løse afleiringer i øvre Foldalen. (S.) *J. Rekstad*: Om periodiske forandringer hos norske bræer. (S.) *Adolf Dal*: Geologiske iagttagelser omkring Varangerfjorden. (S.)) 1900. Kr. 2,00.
 29. *J. H. L. Vogt*. Søndre Helgeland. Morfologi. Kwartærgeologi. Svenningdalens sølvvertsgange. (Z.) 1900. Kr. 2,50.
 30. *Ths. Münster*. Kartbladet Lillehammer. Tekst (Z.) 1900. Kr. 1,00.
 31. *W. C. Brøgger*. Om de sen-glaciale og post-glaciale nivåforandringer i Kristianifeltet. (Molluskfaunaen.) (S.) 1900—01. Kr. 10,00.
 32. Aarbo for 1900. (Indhold: 9 avhandlinger av *H. Reusch*. Nogle optegnelser fra Værdalen. (Det store Værdalskred m. m.) Jordfaldet ved Mørset i Stjørdalen. Høifjeldet mellem Vangsmjøsen og Tisleia (Valdres). Listerlandet. Istidsgruset ved Lysefjordens munding. En forekomst af kaolin og ildfast ler ved Dydland nær Fløkkefjord. Skjærgaarden ved Bergen. Oplysninger til Blakstads jordbundskart over Trondhjems omegn. Nogle bidrag til forståelsen af hvorledes Norges dale og fjelde er blevne til.) (S.) 1901. Kr. 3,00

33. Aarbog for 1901. (Indhold: *H. Reusch*. Geologisk literatur vedkommende Norge 1896—1900.) 1902. Kr. 2,00.
34. Aarbog for 1902. (Indhold: *Johan Kiær*: Etage 5 i Asker. (S.) *Reusch, Rekstad* og *K. O. Bjørlykke*: Fra Hardangervidden. (S.) *J. Rekstad*: Iagttagelser fra bræer i Sogn og Nordfjord. (S.) *J. Rekstad*: Geologisk kartskisse over traktene omkring Velfjorden med beskrivelse. (S.)) 1902. Kr. 2,50.
35. *O. E. Schiøtz*. Den sydøstlige del af Sparagmit-kvarts-fjeldet i Norge. (S.) Med kart. Tillegg: *W. C. Brøgger*. *Agnostus gibbus*, Linrs. var. *Schiøtzii*. 1903. Kr. 3,00.
36. Aarbog for 1903. (Indhold: *J. P. Friis*: Andøens kulfelt. (S.) *H. Reusch*: Nogle optegnelser fra Andøen. (S.) *H. Reusch*: Fra det indre af Finmarken. (S.) *H. Kaldhol*: Suldalsfjeldene. (S.) *J. Rekstad*: Fra høifjeldstrøget mellem Haukeli og Hemsedalsfjeldene. (S.) *J. Rekstad*: Skoggrænsens og sne-liniens større høide tidligere i det sydlige Norge. (S.)) 1903. Kr. 3,50.
37. Aarbog for 1904. (Indhold: *Jens Holmboe*: Om faunaen i nogle skjælbanker og lerlag ved Norges nordlige kyst. (S.) *K. O. Bjørlykke*: Om oversiluren i Brumunddalen. (S.) *Andr. M. Hansen*: Litt om Mjøsjøkelen. (S.) *J. Rekstad*: Beskrivelse til kartbladet Dønna. (S.) *Johan Kiær*: Bemærkninger om oversiluren i Brumunddalen. (S.) *J. Rekstad*: Fra det nordøstlige af Jotunfjeldene. (S.) Med kart. *H. Reusch*: Nogle notiser fra Sigdal og Eggedal. (S.) *K. O. Bjørlykke*: Et kort tilsvaret til dr. Kiærs bemærkninger om oversiluren i Brumunddalen. (S.)) 1904. Kr. 3,50.
38. *G. E. Stangeland*. Om torvmyrer i Norge og deres tilgodegjørelse. III. (S.) 1904. Kr. 2,50.
39. *K. O. Bjørlykke*. Det centrale Norges fjeldbygning. (S.) Med kart. Tillegg: *Chas. Lapworth*. Notes on the Graptolites from Bratland, Gausdal, Norway. 1905. Utsolgt.
40. *Hans Reusch*. Voss. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Voss's omraade. (S.) 1905. Kr. 2,00.
41. *W. C. Brøgger*. Strandliniens beliggenhet under stenalderen i det sydøstlige Norge. (Z.) 1905. Kr. 4,00.
42. *A. W. Brøgger*. Øxer av Nøstvettypen. Bidrag til kundskaben om ældre norsk stenalder. (Z.) 1905. Kr. 2,00.
43. Aarbog for 1905. (Indhold: *K. O. Bjørlykke*. Om Selsmyrene og Lesjasandene. (S.) *K. O. Bjørlykke*: Om ra-ernes bygning. (S.) *J. H. L. Vogt*: Om relationen mellem størrelsen af eruptivfelterne og størrelsen af de i eller ved samme optrædende malmudsondringer. (Z.) *J. Rekstad*: Iagttagelser fra Folgefondens bræer. (Z.) *J. H. L. Vogt*: Om Andøens jurafelt, navnlig om landets langsomme nedsynken under juratiden og den senere hævnning samt gravforkastning. (Z.) *C. Bugge*: Kalksten og marmor i Romsdals amt. (S.) *J. Rekstad*: Fra Indre Sogn. (S.)) 1905. Kr. 3,50.
44. Aarbog for 1906. *Hans Reusch*. Geologisk literatur vedkommende Norge 1901—1905. 1907. Kr. 2,50.
45. Aarbog for 1907. (Indhold: *J. Rekstad*: Folgefonnshalvøens geologi. (S.) *C. Bugge*: Bergverksdriften i Norge 1901—1905. *H. Reusch*: Skredet i

- Loen 15de januar 1905. (S.) *C. Bugge*: Bemerkninger om norsk stenindustri. *Olaf Holtedahl*: Alunskiferfeltet ved Øieren. (Z.) 1907. Kr. 3,00.
46. *J. H. L. Vogt*: De gamle norske jernverk. (Z.) 1908. Kr. 1,50.
47. *Hans Reusch*. Tekst til geologisk kart over fjeldstrøkene mellem Jostedalbræen og Ringerike. (S.) Med kart. 1908. Kr. 2,50.
48. *K. O. Bjørlykke*. Jæderens geologi. (S.) 1908. Kr. 2,50.
49. Aarbog for 1908. (Indhold: *H. Reusch*: Den geologiske undersøgelses opgaver. *V. M. Goldschmidt*: Profilet Ringsaker—Brøttum ved Mjøsen. (Z.) *G. Holmsen*: Geologiske iagttagelser fra Børgefjeld. (S.) *J. Rekstad*: Geologiske iagttagelser fra Søndhordland. (S.) *H. Kaldhol*: Fjeldbygningen i den nordøstlige del av Ryfylke. (S.) *J. Rekstad*: Bidrag til kvartærtidens historie for Nordmør. (S.)) 1909. Kr. 4,50.
50. *Hans Reusch*: Norges Geologi. 1910. Utsolgt.
51. *J. H. L. Vogt*. Norges Jernmalforekomster. (Z.) 1910. Kr. 4,00.
52. *A. Grimnes*. Jæderens Jordbund. (S.) Beskrivelse til *A. Grimnes*: Kart over Jæderen 1 : 50 000. 1910. Med kart. Kr. 4,00.
53. Aarbok for 1909. (Indhold: *J. Rekstad*: Geologiske iagttagelser fra strøket mellem Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden. (S.) *W. Werenskiold*: Om Øst-Telemarken. (S.) *V. M. Goldschmidt*: Geologiske iagttagelser fra Tonsaasen i Valdres. (S.) *J. Oxaal*: Fjeldbygningen i den sydlige del av Børgefjeld og trakterne om Namsvandene. (S.) *J. Rekstad*: Beskrivelse til det geologiske kart over Bindalen og Leka. (S.) *Th. Vogt*: Om eruptivbergartene på Langøen i Vesteraalen. (Z.)) 1910. Kr. 4,00.
54. *Andr. M. Hansen*. Fra Istiderne. Vest-Raet. 1910. Kr. 3,50.
55. *Daniel Danielsen*. Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi. (S.) 1910. Kr. 2,00.
56. *Carl Bugge*. Rennebu. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Rennebus omraade. (S.) Med kart. 1910. Kr. 3,50.
57. Aarbok for 1910. (Indhold: *W. Werenskiold*: Fra Numedal. (S.) *A. Hoel*: Okstinderne. (R.) *J. Rekstad*: Geologiske iagttagelser fra ytre del av Saltenfjorden. *H. Reusch*: De formodede strandlinjer i øvre Gudbrandsdalen. (S.)) 1910. Kr. 3,50.
58. *W. Werenskiold*. Fornebolandet og Snarøen i Østre Bærum. (S.) Med kart. 1911. Kr. 2,00.
59. Aarbok for 1911. (Indhold: *J. Oxaal*: Fra Indre Helgeland. (S.) *J. Rekstad*: Geologiske iagttagelser fra nordvestsiden av Hardangerfjord. (S.) *C. W. Carstens*: Geologiske iagttagelser fra Mo prestegjæld i Nordlands amt. (Z.) *Rolf Marstrander*: Svartisen, dens geologi. (S.)) 1911. Kr. 3,50.
60. *W. Werenskiold*. Søndre Fron. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Søndre Frons omraade. (S.) Med kart. 1911. Kr. 3,50.
61. Aarbok for 1912. (Indhold: *Gunnar Holmsen*: Oversikt over Hatfjelddalens geologi. (Z.) *C. Bugge*: Lagfølgen i Trondhjemsfeltet. (S.) *J. Rekstad*: Fra øerne utenfor Saltenfjord. (S.) *J. Rekstad*: En mytilus-fauna under morænemasser i Smaalene. (S.) *J. Oxaal*: Norges eksport av sten i aarene 1870—1911 samt forsøk til en statistikk over det indenlandske forbruk av huggen sten. (S.)) 1913. Kr. 3,50.
62. *J. Rekstad*. Bidrag til Nordre Helgelands geologi. (S.) Med kart. 1912. Kr. 3,00.

63. *Olaf Holtedahl*. Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet. (S.) 1912. Kr. 2,50.
64. *Hans Reusch*. Tekst til geologisk oversiktskart over Søndhordland og Ryfylke. (S.) Med kart. 1913. Kr. 2,50.
65. *K. O. Bjørlykke*. Norges Kvartærgeologi. (S.) 1913. Utsolgt.
66. *W. Werenskiold*. Tekst til geologisk kart over strøkene mellem Setersdalen og Ringerike. (S.) Med kart. 1912. Kr. 2,50.
67. *J. Rekstad*. Fjeldstrøket mellem Saltdalen og Dunderlandsdalen. (S.) Med kart. 1913. Kr. 2,50.
68. Aarbok for 1913. (Indhold: *J. Oxaal*: Den hvite granit i Sogn. (S.) *O. E. Schjøtz*: Om isskillet i trakten omkring Fæmund. (S.) *H. Reusch*: Fra Trysil. (S.) *S. Foslie*: Ramsøy titanmalmsfelt i Solør og dets differentiationsprosesser. (S.)) 1914. Kr. 3,00.
69. Aarbok for 1914. (Indhold: *J. Rekstad*: Fjeldstrøket mellem Lyster og Bøverdalen. (S.) *J. Oxaal*: Kalkstenshuler i Ranen. (S.) *J. Rekstad*: Kalksten fra Nordland. (S.) *H. Reusch*: Nogen bidrag til Hitterens og Smø lens geologi. (S.) *O. Holtedahl*: Fossiler fra Smø len. (S.)) 1914. Kr. 3,00.
70. Fem avhandlinger, skrevne i anledning Norges Jubileumsutstilling 1914. (Indhold: *H. Reusch*: Norges Geologiske Undesøkelse. (S.) *W. Werenskiold*: Tekst til geologiske oversiktskart over det sydlige Norge. (S.) *Th. Vogt*: Geologisk beskrivelse til karter over Nordland. (S.) *J. H. L. Vogt*: Norges Bergverksdrift. (S.) *J. Oxaal*: Den norske stenindustri. (S.)) 1914. Kr. 1,00.
71. *Carl Fred. Kolderup*. Egersund. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Egersunds omraade. (Z.) Med kart. 1914. Kr. 3,50.
72. *J. H. L. Vogt*. Gronggruberne og Nordlandsbanen. (Z.) 1915. Kr. 2,00.
73. *Gunnar Holmsen*. Brædæmte sjøer i Nordre Østerdalen. (S.) Med kart. 1915. Kr. 4,00.
74. *Gunnar Holmsen*. Tekst til geologisk oversiktskart over Østerdalen-Fæmundsstrøket. (S.) Med kart. 1915. Kr. 2,50.
75. Aarbok for 1915. (Indhold: *O. Holtedahl*: Iagttagelser over fjeldbygningen omkring Randsfjordens nordende. (S.) *O. Holtedahl*: Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Alten i Finmarken. (S.) *J. Rekstad*: Kvartær tidsregning. Terrassen ved Moen i Øvre Aardal, Sogn. (S.) *H. Reusch*: Den formodede littorinasenkning i Norge. (S.) *J. Rekstad*: Helgelands ytre kystrand. (S.) *J. H. L. Vogt*: Om manganrik sjø malm i Storsjøen, Nordre Odalen. (Z.)) 1915. Kr. 4,00.
76. *John Oxaal*. Norsk granit. (S.) 1916. Utsolgt.
77. *V. M. Goldschmidt*. Konglomeratene inden høifjeldskvartsen. (Z.) 1916. Kr. 2,00.
78. *J. Holmgren*. Naturstenens anvendelse i husbygningen i Skotland. (S.) 1916. Kr. 1,50.
79. Aarbok for 1916. (Indhold: *G. Holmsen*: Rendalens bræsjø. (S.) *G. Holmsen*: Sørfolden-Riksgrænsen. (S.) Med kart. *J. Rekstad*: Kyststrøket mellem Bodø og Folden. (S.) *H. Reusch*: Litt om Jutullhugget. (S.)) 1917. Kr. 3,50.
80. *J. Rekstad*: Vega. Beskrivelse til det geologiske generalkart. (S.) Med kart. 1917. Kr. 6,00.
81. Aarbok for 1917. (Indhold: *H. Reusch*: Nogen bemerkninger i anledning av seterne i Østerdalen. (S.) *O. Holtedahl*: Kalkstensforekomster paa Sørlandet.

- (S.) *G. Holmsen*: Sulitjelmattrakten. (S.) Med kart. *J. Rekstad*: Fjeldstrøket Fauske—Junker dalen. (S.) 1917. Kr. 3,50.
82. *Carl Bugge*. Kongsbergfeltets Geologi. (S.) Med kart og plancher. 1917. Kr. 12,00.
83. Årbok for 1918 og 19. (Indhold: *G. Holmsen*: Gudbrandsdalens bræsjø. (S.) *C. W. Carstens*: Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn. (Z.) *H. Reusch*: Nogen kvartærgeologiske iagttagelser fra det Romsdalske. (S.) *J. Rekstad*: Geologiske iagttagelser fra strekningen Folla—Tysfjord. (S.) Med kart. *G. Holmsen*: Nordfollas omgivelser. (S.) 1919. Kr. 3,50.
84. *Olaf Holtedahl*. Bidrag til Finmarkens Geologi. (S.) 1918. Kr. 4,00.
85. *J. H. L. Vogt*. Jernmalm og Jernverk. Særlig om elektrisk jernmalmsmelting. 1918. Utsolgt.
86. *John Oxaal*. Dunderlands dalen. Fjeldbygningen inden gradavdelingskartet Dunderlandsdalens omraade. (S.) Med kart. 1919. Kr. 3,50.
87. Årbok for 1920 og 21. (Indhold: *O. Holtedahl*: Kalksten og dolomit i de østlandske dalfører. (S.) *Arne Bugge*: Nikkelgruber i Bamle. (S.) *S. Foslie*: Raana norifelt. Differentiation ved »squeezing«. (S.) *J. Rekstad*: Et fund av skjellførende leir i Lørenskog. (S.) *R. Falck-Muus*: Brynestensindustrien i Telemarken. (S.) *H. Reusch*: Efterhøst. (S.) *A. L. Rosenlund*: Fæø grube.) 1922. Kr. 5,00.
88. *J. Rekstad*. Eidsberg. De geologiske forhold innen rektangelkartet Eidsbergs område. (S.) Med kart. 1921. Kr. 3,50.
89. *Olaf Holtedahl*. Engerdalen. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Engerdalens omraade. (S.) Med kart. 1921. Kr. 3,50.
90. *Gunnar Holmsen*. Torvmyrenes lagdeling i det sydlige Norges lavland. (Z.) 1922. Kr. 6,00.
91. *J. Rekstad*. Kvartære avleiringer i Østfold. (S.) 1922. Kr. 1,00.
92. *J. Rekstad*. Grunnvatnet. 1922. Kr. 1,00.
93. *J. H. L. Vogt*. Tryktunneller og geologi. Med et avsnit: Spændinger i fjeldet ved tryktunneller, av *Fredrik Vogt*. (Z.) 1922. Kr. 2,00.
94. *Ole T. Grønlie*. Strandlinjer, moræner og skjælføremster i den sydlige del av Troms fylke. (S.) 1922. Kr. 1,00.
95. *Arne Bugge*. Et forsøk paa inndeling av det syd-norske grundfjeld. (S.) 1922. Kr. 0,75.
96. *J. Rekstad*. Norges hevning efter istiden. (S.) Med kart. 1922. Kr. 1,25.
97. *Olaf Holtedahl* og *Jakob Schetelig*. Kartbladet Gran. (S.) Med kart. 1923. Kr. 3,50.
98. Årbok for 1922. (Indhold: Direktørens årsberetning. Statsgeologenes innberetninger.) 1923. Kr. 2,00.
99. *Gunnar Holmsen*. Vore myrers plantedække og torvarter. (Z.) Med kart. 1923. Kr. 5,00.
100. *J. Rekstad*. Hans Reusch. Nekrolog og bibliografi. 1923. Kr. 1,00.
101. *Olaf Andersen*. Ildfaste oksydens fysikalske kemi. Oversikt over nyere præcisionsundersøkelser. (S.) Statens råstofkomite. Publ. nr. 1. 1922. Kr. 1,50.
102. *Olaf Holtedahl* og *Olaf Andersen*. Om norske dolomiter med bemerkninger om den praktiske anvendelse av dolomit. (S.) S. R. K. Publ. nr. 2. 1922. Kr. 1,00.

103. *Olaf Andersen*. En forekomst av ren kvarts i Krødsherred. (S.) S. R. K. Publ. nr. 3. 1922. Kr. 0,75.
104. *J. Bull*. Elektrisk Metalsmeltning. Forsøk og undersøkelser utført ved Marinens Torpedo- og Minefabrik i samarbeide med Statens Råstofkomite. (S.) S. R. K. Publ. nr. 4. 1922. Kr. 0,75.
105. *Thv. Lindeman*. Torv. (Z.) S. R. K. Publ. nr. 5. 1922. Kr. 0,75.
106. *Carl Bugge* og *Steinar Foslie*. Norsk arsenmalm og arsenikfremstilling. (S.) S. R. K. Publ. nr. 6. 1922. Kr. 1,00.
107. *V. M. Goldschmidt*. Om fremstilling av bariumlegeringer. (Z.) S. R. K. Publ. nr. 7. 1922. Kr. 1,00.
108. *V. M. Goldschmidt* og *E. Johnson*. Glimmermineralernes betydning som kalikilde for planterne. (Z.) S. R. K. Publ. nr. 8. 1922. Kr. 2,00.
109. *Erling Johnson*. Om tilgodegjørelse av kalifeltspatens kali-indhold. (S.) S. R. K. Publ. nr. 9. 1922. Kr. 2,00.
110. *Carl Bugge*. Statens apatitdrift i rationeringstiden. (S.) S. R. K. Publ. nr. 10. 1922. Kr. 1,00.
111. *J. Gram*. Undersøkelser over bituminøse kul fra Spitsbergen og Andøen. (Z.) S. R. K. Publ. nr. 11. 1922. Kr. 1,00.
112. *J. Gram*. Den kemiske sammensætning av Spitsbergen-Bjørnøykul. (S.) S. R. K. Publ. nr. 12. 1923. Kr. 1,00.
113. *Andreas Rødland*. Oljefremstilling av Kings Bay-kul og kul og skifer fra Andøen. (Z.) S. R. K. Publ. nr. 13. 1924. Kr. 1,00.
114. *B. Hansteen Cranner*. Om vegetationsforsøk med glimmermineralerne biotit og sericit som kalikilde. (Z.) S. R. K. Publ. nr. 14. 1922. Kr. 1,50.
115. *J. v. Krogh*. Undersøkelser over norske lerer. I. (S.) S. R. K. Publ. nr. 15. Kr. 1,00.
116. *Brynjulf Dietrichson*. Undersøkelser over norske lerer. II. (S.) S. R. K. Publ. nr. 16. 1923. Kr. 2,00.
117. *W. Guertler*. Kort oversikt over kobberets indflydelse paa jern og staa. Forkortet og bearbejdet av *J. Bull*. (S.) S. R. K. Publ. nr. 17. 1923. Kr. 1,00.
118. *J. Bull*. Prøver med en herdeovn for kulstofstaa. (Wild, Barfields patent.) Forsøk og undersøkelser utført ved Marinens Torpedo- og Minefabrik i samarbeide med Statens Raastofkomite. (S.) S. R. K. Publ. nr. 18. 1923. Kr. 1,00.
119. *J. v. Krogh*. Undersøkelser over norske lerer. III. (S.) S. R. K. Publ. nr. 19. 1923. Kr. 1,75.
120. *Brynjulf Dietrichson*. Undersøkelser over norske lerer. IV. (S.) S. R. K. Publ. nr. 20. 1924. Kr. 2,00.
121. *Thorolf Vogt*. Sulitelmafeltets geologi og petrografi. (S.) Med kart. 1927. Kr. 14,00.
122. Årbok for 1923. (Indhold: Direktørens årsberetning. Statsgeologenes årsberetningser.) 1924. Kr. 2,00.
123. *Gunnar Holmsen*. Hvordan Norges jord blev til. (S.) 1924. Utsolgt.
124. *J. Rekstad*. Hatfjeldalen. Beskrivelse til det geologiske generalkart. (S.) Med kart. 1924. Kr. 6,00.
125. *J. Rekstad*. Træna. Beskrivelse til det geologiske generalkart. (S.) Med kart. 1925. Kr. 6,00.

126. *Steinar Foslie*. Syd-Norges gruber og malmforekomster. Med kart i planformat. 1925. Utsolgt.
127. *Steinar Foslie*. Norges svovelkisforekomster. 1926. Utsolgt.
- 128a. *Olaf Andersen*. Feltspat. I. Feltspatmineralenes egenskaper, forekomst og praktiske utnyttelse med særlig henblikk på den norske feltspatindustri. (S.) 1926. Utsolgt.
- 128b. *Olaf Andersen*. Feltspat. II. Forekomster i fylkene Buskerud og Telemark, i flere herreder i Aust-Agder og i Hidra i Vest-Agder. *Tom F. W. Barth*. Feltspat. III. Forekomster i Iveland og Vegusdal i Aust-Agder og i flere herreder i Vest-Agder. (S.) 1931. Kr. 3,00.
129. *Gunnar Aasgaard*. Gruber og skjerp i kistraget Øvre Guldal-Tydal. (S.) 1927. Kr. 4,00.
130. *Arne Bugge*. En forkastning i det syd-norske grunnfjell. (S.) 1928. Kr. 3,00.
131. *J. C. Torgersen*. Sink- og blyforekomster på Helgeland. (S.) 1928. Kr. 2,00.
132. *Gunnar Holmsen*. Lerfaldene ved Kokstad, Grefnes og Braa. (S.) 1929. Kr. 1,50.
133. Årbok for femårsperioden 1924—28. (Indhold: Direktørens beretning om virksomheten ved N.G.U.. Statsgeologenes beretninger om arbeidet. *R. Falck-Muus*: Femårsberetning fra bibliotekaren. *C. Bugge*: Meddelelser om geologiske undersøkelser i Hallingdal og Valdres. *R. Falck-Muus*: Norske bergverksarkivalia III. *A. Bugge*: En oversikt over inndelingen av det syd-norske grunnfjell samt om Fahlbåndene i Kongsberg ertsdistrikt.) 1929. Kr. 3,00.
134. *J. Rekstad*. Salta. Beskrivelse til det geologiske generalkart. (S.) Med kart. 1929. Kr. 6,00.
135. *Gunnar Holmsen*. Grunnvandet i vore leravsetninger. (S.) 1930. Kr. 3,00.
136. *Gunnar Holmsen*. Rana. Beskrivelse til det geologiske generalkart. (S.) Med kart. 1932. Kr. 6,00.
137. *Steinar Foslie* og *Mimi Johnson Høst*. Platina i sulfidisk nikkelmalm. (Z.) 1932. Kr. 2,50.
138. *W. C. Brøgger*. Essexitrekkenes erupsjoner, den eldste vulkanske virksomhet i Oslofeltet. (Z.) 1933. Kr. 3,00.
139. *W. C. Brøgger*. Om rombeporfyrgangene og de dem ledsagende forkastninger i Oslofeltet. (Z.) 1933. Kr. 1,50.
140. *Gunnar Holmsen*. Lerfall i årene 1930—32. (S.) 1934. Kr. 1,50.
141. *Olaf Anton Broch*. Feltspat. IV. Forekomster i Akershus og Østfold øst for Glomma. (S.) 1934. Kr. 3,00.
142. *J. C. Torgersen*. Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. (S.) 1935. Kr. 2,00.
143. *Arne Bugge*. Flesberg og Eiker. Beskrivelse til de geologiske gradavdelingskarter F. 35 Ø. og F. 35 V. De løse avleiringer ved *A. Samuelsen*. (S.) Med kart. 1937. Kr. 6,00.
144. *Gunnar Holmsen*. Nordre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. (S.) Med kart. 1935. Kr. 4,00.
145. *Wolmer Marlow*. Foldal. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. (S.) Med kart. 1935. Kr. 4,00.
146. *Arne Bugge*. Kongsberg—Bambleformasjonen. (S.) 1936. Kr. 3,00.

147. *Steinar Foslie*. Kisdistriktet Varaldsøy—Ølve i Hardanger. Tillegg og Summary ved *Brynjulf Dietrichson*. (S.) Med kart. 1955. Kr. 8,00.
148. *Gunnar Holmsen*. Søndre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. (S.) Med kart. 1937. Kr. 4,00.
149. *Steinar Foslie*. Tysfjords geologi. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart Tysfjord. (S.) Med kart. 1941. Kr. 12,00.
150. *Steinar Foslie*. Hellemobotn og Linnajavre. Geologisk beskrivelse til kartbladene. (S.) Med kart. 1942. Kr. 6,00.
151. *Gunnar Holmsen*. Våre leravsetninger som byggegrunn. (S.) 1938. Kr. 3,00.
152. *Trygve Strand*. Nordre Etnedal. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart. (S.) Med kart. 1938. Kr. 4,00.
153. *Carl Bugge*. Hemsedal og Gol. Beskrivelse til de geologiske gradteigskarter E. 32 V. og E. 32 Ø. (S.) Med kart. 1939. Kr. 6,00.
154. *Harald Bjørlykke*. Feltspat. V. De sjeldne mineraler på de norske granitiske pegmatittganger. (S.) 1939. Kr. 3,00.
155. *Olaf Anton Broch*, *Fridtjov Isachsen*, *Orvar Isberg*, *Trygve Strand*. Bidrag til Skudenes-sedimentenes geologi. (S.) 1940. Kr. 1,50.
156. *K. O. Bjørlykke*. Utsyn over Norges jord og jordsmonn. (S.) Med oversiktsskarter av jordbunnsforholdene i Norge i to blader: Sør-Norge og Nord-Norge. Målestokk 1 : 2 000 000. 1940. Kr. 8,00.
157. *Brit Hofseth*. Geologiske undersøkelser ved Kragerø, i Holleia og Troms. (S.) Med kart. 1942. Kr. 3,00.
158. *Per Holmsen*. Geologiske og petrografiske undersøkelser i området Tynset—Femunden. (S.) 1943. Kr. 2,50.
159. *Trygve Strand*. Et gneis-amfibolitt-kompleks i grunnfjellet i Valdres. (S.) 1943. Kr. 3,00.
160. *Jens A. W. Bugge*. Geological and petrological investigations in the Kongsberg—Bamble formation. 1943. Kr. 5,00.
161. *Christoffer Oftedahl*. Om sparagmiten og dens skyvning innen kartbladet Øvre Rendal. (S.) 1943. Kr. 2,50.
162. *Henrich Neumann*. Silver deposits at Kongsberg. (The mineral assemblage of a native silver—cobalt—nickel ore type.) 1944. Kr. 4,50.
163. *Brynjulf Dietrichson*. Geologiske undersøkelser i Espedalen. Gradteig Vinstra og tilgrensende høifjell. (S.) 1945. Kr. 3,00.
164. *Olaf Holtedahl*. Norges geologi. Med 24 plansjer, derav et berggrunnskart og et glacialgeologisk kart over Norge, samt 485 tekstfigurer. Bind I—II. 1953. Utsolgt.
165. *Gunnar Horn*. Karsthuler i Nordland. (S.) 1947. Kr. 7,00.
166. *Gunnar Holmsen*. Lerfall og ras i årene 1933—1939. (S.) 1946. Kr. 3,00.
167. *Gunnar Holmsen* og *Per Holmsen*. Leirfall i årene 1940—1945. (S.) 1946. Kr. 4,00.
- 168a. *Tom. F. W. Barth*. The nickeliferous Iveland—Eveje amphibolite and its relation. Med kart. 1947. Kr. 5,00.
- 168b. *Harald Bjørlykke*. Flåt Nickel Mine. Med kart. 1947. Kr. 3,00.
169. *Steinar Foslie*. Melkedalen grube i Ofoten. Søndre Ofotens malmforekomster. I. (S.) Med kart. 1946. Kr. 7,00.

170. *Ivar Oftedal*. Oversikt over Norges mineraler. (S.) 1948. Kr. 3,00.
171. *Jens A. W. Bugge*. Rana gruber. Geologisk beskrivelse av jernmalmfeltene i Dunderlandsdalen. (S.) Med kart. 1948. Kr. 12,00.
172. *Harald Bjørlykke*. Hosanger nikkelgruve. (S.) Med kart. 1949. Kr. 3,00.
173. *Trygve Strand*. On the Gneisses from a Part of the North-Western Gneiss Area of Southern Norway 1949. Kr. 3,00.
174. *Steinar Foslie*. Håfjellsmulden i Ofoten og dens sedimentære jernmanganmalmer. Søndre Ofotens malmførekomster II. (S.) Med kart. 1949. kr. 8,00.
175. *Per Holmsen og Gunnar Holmsen*. Tynset. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. (S.) Med kart. 1950. Kr. 5,00.
176. *Gunnar Holmsen*. Oslo. Beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneralkart. (S.) Med kart. 1951. Kr. 6,00.
177. *Chr. Oftedal og G. Holmsen*. Øvre Rendal. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. (S.) Med kart. 1952. Kr. 5,00.
178. *Trygve Strand*. The Sel and Vågå Map Areas. Geology and Petrology of a Part of the Caledonides of Central Southern Norway. Med kart. 1951. Kr. 6,00.
179. *Tore Gjelsvik*. Oversikt over bergartene i Sunnmøre og tilgrensende deler av Nordfjord. (S.) Med kart. 1951. Kr. 4,00.
180. *Trygve Strand*. Slidre. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart. (S.) Med kart. 1951. Kr. 5,00.
181. *Chr. C. Gleditsch*. Oslofjordens prekambriske områder. I. Innledende oversikt. Hurum. (R.) Med kart. 1952. Kr. 9,00.
182. *Chr. C. Gleditsch*. Oslofjordens prekambriske områder. II. Røyken og Håøy. (R.) Med kart. 1952. Kr. 7,00.
183. Årbok 1951. (Innhold: *Ivan Th. Rosenqvist*: Kaolin fra Hurdal. (S.) *Trygve Strand*: Biotitt-søvitt på Stjernøy, Vest-Finnmark. (S.) *Trygve Strand*: Raipas og kaledon i strøket omkring Repparfjord, Vest-Finnmark. (S.) *W. Weren-skiold*: Isrand-dannelser ved Atnesjø. (S.) Direktør *Sven Føyn*: Norges geologiske undersøkelse. Årsberetning for 1951. Fortegnelse over Norges geologiske undersøkelses publikasjoner og kart.) 1952. Kr. 4,00.
184. Årbok 1952. (Innhold: *Per Holmsen*: Meddelelser fra Vannboringsarkivet. Nr. 1. En orientering om arkivets arbeidsgrunnlag. Om samarbeide med boringsfirmaene. Den viktigste fennoskandiske faglitteratur. (S.) *Steinar Skjeseth*: Meddelelser fra Vannboringsarkivet. Nr. 2. Vannboringer utført i traktene omkring Mjøsa og Randsfjorden 1950—52. (S.) *Brynjulf Dietrichson*: Pseudotachylit fra de kaledonske skyvesoner i Jotunheimens forgårder, Gudbrandsdalen, og deres dannelsesbetingelser. (S.) *Tore Gjelsvik*: Det nordvestlige gneisområde i det sydlige Norge, aldersforhold og tektonisk-stratigrafisk stilling. (S.) *Per Holmsen*: Et langt fremskjøvet »jotundecke« i Rendalen. (S.) *Trygve Strand*: The Relation between the Basal Gneiss and the Overlying Meta-Sediments in the Surnadal District. *Trygve Strand*: Geologiske undersøkelser i den sydøstligste del av Helgeland. (S.) *Gunnar Kautsky*: Et fossilfynd i Susendalen, Nordland. (Z.) *Johs. Færden*: Sink-blyforekomstene ved Mikkelfjord, Hattfjelldal, Nordland. (S.) *Steinar Skjeseth og Henning Sørensen*: An Example of Granitization in the Central Zone of the

- Caledonides of Northern Norway. *Tore Gjelsvik*: Kort beretning om Norges geologiske undersøkelses ekspedisjon til Birtavarre gruvefelt i Troms 1952. *J. A. Dons*: Om elve-erosjon og en isdemt sjø i Birtavarre-området, Troms. (S.) *Tom. F. W. Barth*: The Layered Gabbro Series at Seiland, Northern Norway. Direktør *Sven Føyn*: Norges geologiske undersøkelse. Årsberetning for 1952. Fortegnelse over Norges geologiske undersøkelses publikasjoner og kart.) 1953. Kr. 10,00.
185. *Trygve Strand*. Aurdal. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart. (S.) Med kart. 1954. Kr. 6,00.
186. *Rolf Selmer-Olsen*. Om norske jordarters variasjon i korngradering og plastisitet. (S.) 1954. Kr. 7,00.
187. *Gunnar Holmsen*. Oppland. Beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneralkart. (S.) Med kart. 1954. Kr. 8,00.
188. Årbok 1953. (Innhold: *Christoffer Oftedahl*: Dekketektonikken i den nordlige del av det østlandske sparagmittområde. (S.) *Christoffer Oftedahl*: Noen isavsmeltningsfenomener i Østerdalen (S.) *Konrad B. Krauskopf*: Igneous and Metamorphic Rocks of the Øksfjord Area, Vest-Finnmark. *M. G. Oosterom*: En hornblenderik sone i Seiland-peridotitten. (S.) Direktør *Sven Føyn*: Norges geologiske undersøkelse. Årsbetning for 1953. Fortegnelse over Norges geologiske undersøkelses publikasjoner og kart.) 1954. Kr. 7,00.
189. *Carl Bugge*. Den kaledonske fjellkjede i Norge. (S.) 1954. Kr. 5,00.
190. *Gunnar Holmsen*. Hallingdal. Beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneralkart. 1955. Kr. 8,00.
191. Årbok 1954. (Innhold: *Gunnar Henningsmoen*: Om navn på stratigrafiske enheter. (S.) *Henrich Neumann*: Kopperforekomstene på Straumsheia. (S.) *Brynjulf Dietrichson*: Spessartite and Pseudotachylite Intruded on the Thrusting-Zone of the Upper Jotun Eruptive Nappe near Nautgardstind, East-Jotunheimen. *Trygve Strand*: Sydøstligste Helgelands geologi. (S.) *Henning Sørensen*: A Petrographical and Structural Study of the Rocks around the Peridotite at Engenbræ, Holandsfjord, Northern Norway. *F. M. Vokes*: Observations at Raipas Mine, Alta, Finnmark. Direktør *Sven Føyn*: Norges geologiske undersøkelse. Årsberetning for 1954. Fortegnelse over Norges geologiske undersøkelses publikasjoner og kart.) 1955. Kr. 7,00.
192. *Peter Padget*. The Geology of the Caledonides in the Birtavarre Region. 1955. Kr. 7,00.
193. *Johannes A. Dons*. Kartkatalog. Norges berggrunn. (S.) 1956. Kr. 8,00.
194. *Per Holmsen* og *Christoffer Oftedahl*. Ytre Rendal og Stor-Elvdal. Beskrivelse til de geologiske rektangelkart. (S.) Med kart. 1956. Kr. 15,00.
195. Årbok 1955. (Innhold: *Gunnar Holmsen*. De fem jordartregioner i Norge. (S.) *Steinar Skjeseth*: Geologi og vannboring. Kambro-silurbergartenes hydrogeologi i Mjøstraktene. (Medd. fra Vannboringsarkivet nr. 3.) (S.) *Per Holmsen*. Oppsprekning, topografi og vannføring i massive dypbergarter. (Medd. fra Vannboringsarkivet nr. 4.) (S.) *Trygve Strand*. Gabbrokonglomeratet i Sjødalen (S.) *Christoffer Oftedahl*. Om Grong-kulminasjonen og Grong-feltets skyvedekker. (S.) *Per Holmsen*. Hyolithus-sonens basale lag i Vest-Finnmark. (S.) *M. G. Oosterom*. Some notes on the Lille Kufjord

- layered gabbro, Seiland, Finnmark, northern Norway. Direktør *Sven Føyn*. Norges geologiske undersøkelse. Årsberetning for 1955. Fortegnelse over Norges geologiske undersøkelses publikasjoner og kart.) 1956. Kr. 7,00.
196. *Steinar Foslie* † og *Trygve Strand*. Namsvatnet med en del av Frøyningfjell. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. Under trykning.

Småskrifter.

Av denne serie er utkommet:

- Nr. 1. *Olaf Andersen*. Norges Geologiske Undersøkelse, dens oppgaver og virksomhet. 1922. Gratis.
- » 2. *Rolf Falck-Muus*. Avhandlinger og karter utgitt av NGU systematisk ordnet. 1922. Gratis.
- » 3. *Gunnar Holmsen*. Erfaringer om jordskaden ved innsjøreguleringer. 1927. Kr. 0,50.
- » 4. *Gunnar Holmsen*. Grunnvannbrønner. 1940. Kr. 0,50.

Thor Siggerud. Uran og uranleting. 1956. Kr. 5,00.

Oversikt over fargetrykte geologiske kart utgitt av
Norges geologiske undersøkelse.

	Kartets tryknings- år	Forfatter	NGU's publ. nr	Pris for:	
				Kart m. beskr.	Kart uten beskr.
Rektangel og gradteigskart					
Målestokk 100 000					
Aurdal	1954	Trygve Strand	185	Kr. 6.—	Kr. 3.55
Aursunden	1936	Rolf Falck-Muus			»
Dunderlandsdalen	1915	John Oxaal	86	» 3.50	»
Eidsberg	1919	J. Rekstad	88	» 3.50	»
Eiker	1935	Arne Bugge	143	» 6.— ¹	»
Engerdalen	1921	O. Holtedahl	89	» 3.50	
Flesberg	1935	Arne Bugge	143	» 6.— ¹	»
Foldal	1936	Wolmer Marlow	145	» 4.—	»
Gol	1939	Carl Bugge	153	» 6.— ²	»
Gran	1923	O. Holtedahl og J. Schetelig	97	» 3.50	»
Hellemobotn	1936	Steinar Foslie	150	» 6.— ³	»
Hemsedal	1939	Carl Bugge	153	» 6.— ²	»
Hønefoss	1917	W. C. Brøgger og J. Schetelig			»
Kongsberg	1927	W. C. Brøgger og J. Schetelig			»
Linnajavre	1936	Steinar Foslie	150	» 6.— ³	»
Moss	1926	W. C. Brøgger og J. Schetelig			»
Narvik	1950	Th. Vogt			»
N. Etnedal	1939	Trygve Strand	152	» 4.—	»
N. Femund	1936	G. Holmsen	144	» 4.—	»
Rennebu	1910	Carl Bugge	56	» 3.50	
Slidre	1950	Trygve Strand	180	» 5.—	»
S. Femund	1937	G. Holmsen	148	» 4.—	»
S. Fron	1911	W. Werenskiold	60	» 3.50	»
Tynset	1950	Per og Gunnar Holmsen	175	» 5.—	»
Tysfjord	1931	Steinar Foslie	149	» 12.—	
Tønsberg m. Larvik	1926	W. C. Brøgger og J. Schetelig			»
Voss	1905	H. Reusch	40		»
Øvre Rendal	1950	Chr. Oftedahl og G. Holmsen	177	» 5.—	»

¹ Med publikasjonen følger kartene Eiker og Flesberg.

² Med publikasjonen følger kartene Gol og Hemsedal.

³ Med publikasjonen følger kartene Hellemobotn og Linnajavre.

**Oversikt over fargetrykte geologiske kart utgitt av
Norges geologiske undersøkelse.**

	Kartets tryknings- år	Forfatter	NGU's publ. nr.	Pris for ;	
				Kart m. beskr.	Kart uten beskr.
Landgeneralkart					
Målestokk 1 : 250 000					
Hattfjelldal	1925	J. Rekstad	124	Kr. 6.—	Kr. 5.80
Rana	1932	G. Holmsen	136	» 6.—	
Salta	1930	J. Rekstad	134	» 6.—	
Træna	1925	J. Rekstad	125	» 6.—	»
Vega	1917	J. Rekstad	80	» 6.—	»
Oversiktskart over Kristianiafeltet					
Målestokk 1 : 250 000					
	1923	W. C. Brøgger og J. Schetelig			Kr. 5.80
Kvartærgeologiske landgeneralkart					
Målestokk 1 : 250 000					
Hallingdal	1954	G. Holmsen	190	» 8.—	»
Oppland	1954	G. Holmsen	187	» 8.—	»
Oslo	1949	G. Holmsen	176	» 6.—	»
Oversiktskart					
Målestokk 1 : 1 000 000					
Berggrunnskart over Norge	1953	O. Holtedahl og J. A. Dons	164		» 25.—
Glacialgeologisk kart over Norge	1953	O. Holtedahl og B. G. Andersen	164		» 10.—

Publikasjonene og kartene selges gjennom bokhandlene.
Omsetningsavgiften er inkludert i de oppgitte priser.

Følgende fargetrykte geologiske kart er utsolgt:

	Trykningsår	Forfatter
Rektangelkart		
Bergen	1880	Th. Hiortdahl, Th. Kjerulf og J. Friis
Eidsvold	1889	Ths. Münster, Th. Kjerulf og P. Krohn
Fet	1917	W. C. Brøgger og J. Schetelig
Gausdal	1891	K. O. Bjørlykke
Gjøvik	1884	Th. Kjerulf, P. Krohn og O. Hagen
Hamar	1884	Th. Kjerulf, Alfred Getz, P. Krohn, J. Vogt m. fl.
Haus	1880	Th. Hiortdahl og M. Irgens
Kristiania	1917	W. C. Brøgger og J. Schetelig
Levanger	1880—81	Th. Kjerulf og M. Bugge
Lillehammer	1899	Ths. Münster
Melhus	1879	Th. Kjerulf, M. Bugge, C. Schulz og J. Vogt
Meraker	1883	Th. Kjerulf, M. Bugge, O. Hagen m. fl.
Nannestad	1885	J. H. L. Vogt og T. Ch. Thomassen
Nannestad	1919	W. C. Brøgger og J. Schetelig
Rindal	1889	M. Bugge
Sarpsborg	1879	P. Mortensen, Th. Thomassen, J. Vogt og N. Wille
Selbu	1891	M. Bugge, K. Hauan, C. Homan og H. Reusch
Skjørn	1880—81	K. Hauan, Th. Kjerulf og M. Bugge
Stavanger	1921	V. M. Goldschmidt
Stenkjær	1883	M. Bugge
Stjørdal	1880—81	Th. Kjerulf og M. Bugge
Terningen	1875—82	Hauan, Kjerulf m. fl.
Trondhjem	1879	M. Bugge
Aamot	1887	Ths. Münster og P. Krohn
Oversiktskart		
Målestokk		
1 : 1 000 000		
Nord-Norge	1924	Th. Vogt
Syd-Norge	1915	W. Werenskiold

Ved henvendelse til Norges geologiske undersøkelse er det høve til å studere arkivseksemplarer av de utsolgte kartene.

Geologisk oversiktskart over Grongfeltet og Lierne

(den nordøstlige del av Nord-Trøndelag)

Geological map of the Grong region and Lierne

(northeastern part of Nord-Trøndelag)



- I. Oldendekket; prekambrium med rester av kambro-ordovisistiske lag.
1. Grov granitt og granittgneis. (Dertil Borgefjell-gneis ved kartets N-grense)
 2. Porfyr og leptitt, ofte gneisartet.
 3. Kvartsitt.
 4. Fyllitt.
 5. Kalk.
- A. Sevedekkets hovedskyveplan.
- II—V. Sevedekkets del-dekker.
- II. Østlige dekke; prekambrium og kambro-silur.
1. Grov granitt og granittgneis.
 2. Porfyr og leptitt, ofte gneisartet.
- B. Mulig skyveplan.
3. Kvartsitt.
 4. Fyllitt, glimmerskifer (i sydøst dels med granat). Svart: Serpentin.
 5. Grønnsten, delvis amfibolitt.
 6. Kalkfyllitt.
 7. Kvartsittkonglomerat (Voitja-egl.).
- C. Antatt skyveplan.
- III. Antatt vestlig kambro-silurskyvedekke.
1. Fyllitt.
 2. Grønnsten.
 3. Arkose.
 4. Grønnstenskonglomerat.
 5. Kalkglimmerskifer, dels konglomeratisk.
- D₂, D₁. D₁ er skyveplanet for Gjersvik-dekket; skjæres av det yngre skyveplan D₂.
- IV. Gjersvikdekket.
1. Grønnsten.
 2. Polymikt konglomerat, med trondhemitt og kalk.
 3. Intrusiv gabbro.
 4. Intrusiv trondhemitt.
- E. Hovedskyveplan.
- V. Det høymetamorphe skyvedekke.
1. Granittisk gneis.
 2. Granatglimmerskifer.
 3. Diorittisk gneis.
 4. Granodioritt, forgneiset.
 5. Porfyrblastisk, grov mikroklino-granitt.

- I. Olden nappe; pre-Cambrian with remnants of Cambro-Ordovician beds.
1. Coarse granite and granite gneiss. (In addition Borgefjell gneiss at northern map boundary.)
 2. Porphyry and leptite, often gneissic.
 3. Quartzite.
 4. Phyllite.
 5. Limestone.
- A. Main thrust plane of the Seve nappe.
- II—V. Nappes building up the main Seve nappe.
- II. Eastern nappe; pre-Cambrian and Cambro-Silurian.
1. Coarse granite and granite gneiss.
 2. Porphyry and leptite, often gneissic.
- B. Possible thrust plane.
3. Quartzite.
 4. Phyllite, mica schist (partly with garnet in the southeast). Black: Serpentine.
 5. Greenstone, partly amphibolite.
 6. Calcareous phyllite.
 7. Quartzite conglomerate (Voitja egl.).
- C. Supposed thrust plane.
- III. Supposed western nappe of Cambro-Silurian.
1. Phyllite.
 2. Greenstone.
 3. Arkose.
 4. Greenstone conglomerate.
 5. Calcareous mica schist, partly conglomeratic.
- D₂, D₁. D₁ is the thrust plane of the Gjersvik nappe; is cut by the younger thrust plane D₂.
- IV. Gjersvik nappe.
1. Greenstone.
 2. Polymictic conglomerate.
 3. Intrusive gabbro.
 4. Intrusive trondhemite.
- E. Main thrust plane.
- V. High metamorphic nappe.
1. Granitic gneiss.
 2. Garnet-mica schist.
 3. Dioritic gneiss.
 4. Granodiorite, partly gneissic.
 5. Microcline granite, coarse and porphyroblastic.