



Norges Geologiske
Undersökelse

Nr. 165

KARSTHULER
I NORDLAND

AV

† GUNNAR HORN

MED 33 TEKSTFIGURER, 21 PLANSJER OG SUMMARY

—0—

OSLO 1947

KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

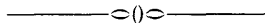
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE NR. 165.

KARSTHULER I NORDLAND

AV

† GUNNAR HORN

MED 33 TEKSTFIGURER, 21 PLANSJER OG SUMMARY



OSLO 1947

KOMMISJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI A/S

I mai 1945 kom dr. Gunnar Horn til oss med sitt ferdige manuskript til denne avhandling, N. G. U. nr. 165. Det var store vanskeligheter med trykking så like etter krigen, derfor ble manuskriptet liggende noen tid. Sommeren 1946 reiste dr. Horn til Svalbard som leder av en ekspedisjon og døde der 15. juli 1946. Avhandlingen måtte derfor trykkes uten hans medvirkning. Korrekturlesingen ble utført av fru *Alfhild Horn*. Hun ber meg opplyse at klisjéene ble laget for flere år siden, og det ble da benyttet den dagjeldende rettskrivning, og derfor er rettskrivningen på figurene ikke i overensstemmelse med den rettskrivning som er benyttet i avhandlingen for øvrig. Jeg tror fru Horn har greid det på den beste måte og takker henne for det store arbeid hun har gjort.

For geologene var det et stort tap å miste denne fremragende geolog i en så ung alder. Han var født 25. juni 1894.

Dr. Horn har gjort en stor innsats i den geologiske forskning. På området karsthuler var han stor spesialist. Dr. Horn vil minnes som en dyktig, elskverdig og stillfarende mann.

Norges geologiske undersøkelse, 27. juni 1947.

Carl Bugge.

Innhold.

	Side
Forord	5
Innledning	7
Karsthuler i Nordland fylke	15
Nord-Rana herred	15
Huler mellom Langvatnet og Svartisen	16
Stokkvikgrotten	18
Tørrbekkeng-grotten	18
Tukthuset	20
Hamarnesgrotten	20
Nordre Hamarnesgrotte	27
Pallangrottene	29
Ravnågrotten	30
Bjørnpallgrotten	32
Fisktjørngrotten	33
Pikhaug-grottene	34
Andre huler og underjordiske vannløp	36
Huler i strøket Rødvassdalen—Reingardslivatnet	37
Grønligrotten	37
Setergrotten	39
Reingardslivatnet	42
Larshullet	45
Olavsgrotten	49
Lapphullet	50
Reingardsligrotten	53
Meløy herred	55
Grotte nr. 1	55
Grotte nr. 2	56
Oversikt over hulenes lengde	57
Dannelsen av hulene	58
Botanikk	65
Zoologi	67
Arkeologi	68
Naturfredning	69
Andre nordnorske karsthuler	69
Litteratur	71
Summary	75

Forord.

I tiden 1933—39 har jeg en kortere tid hver sommer undersøkt de viktigste kalksteinshuler i Nord-Rana og Meløy herred i Nordland fylke. Disse huler er dannet ved at vannet har oppløst kalken, og de er en ytring av en prosess som kalles forkarstning (se s. 7). De kalles derfor gjerne for karst-huler for å skille dem fra huler som er dannet på helt andre måter, f. eks. ved havets brenning. Slike huler finnes også i Nordland, men de blir ikke omtalt her (om hav-huler, se: Oxaal, John. Trænlandet. — Det norske geografiske selskaps aarbok. 25. 1913—14. S. 59—76). Arbeidet var opprinnelig tenkt å skulle omfatte alle de nordlandske karst-huler, men dette viste seg å bli for vidløftig, så jeg har måttet nøye meg med å undersøke de viktigste. Ennskjønt arbeidet således ikke er fullstendig, så turde det allikevel gi et brukbart bilde av våre viktigste karst-huler og være grunnlag for videre undersøkelser. Det ville være ønskelig at en eller annen ville fortsette dette arbeid.

Jeg har hatt bidrag fra Sulitelmafondet, Roald Amundsens Fond og det svenske Andréefond. For denne støtte og til alle som har hjulpet meg under arbeidet, sier jeg min beste takk. Jeg vil også få takke N. G. U. for at arbeidet kan trykkes i denne publikasjonsserie.

Oslo, 28. mai 1945.

Gunnar Horn.

Innledning.

Hvor berggrunnen består av kalkstein eller andre bergarter som er oppløselige i vann, vil den falne nedbøren etter hvert løse opp steinen på overflaten og langs kløfter og sprekker, og regnvannet vil renne ned i fjellet. Vannets avløp blir før eller senere underjordisk; og terrenget får, så vel i sine større trekk som i detaljene, et karakteristisk morfologisk preg og en eiendommelig topografi: en naken, forreven fjelloverflate med furer, kløfter, sprekker og natursjakter, traktformige fordypninger og lukkede, kjelformige daler. Elver og bekker på overflaten forsvinner og får et underjordisk løp. Langt vekk kommer de til syne igjen. Huler¹ (grotter), ofte meget utstrakte og forgrenede, er alminnelig.²

Et slikt landskap kalles et *karstlandskap*, topografien eller karstytring *karsttopografi* og de hithørende foreteelser *karstfenomener*.³ Man kan også også si at karstlandskapet er et *oppløsningslandskap*, i motsetning til erosjonslandskapet. Selve prosessen — oppløsning av steinen og overgangen fra det horisontale overflateforløp av vannet til mer eller mindre vertikal underjordisk vannsirkulasjon — kalles *førkarstning* (karsting). Overalt hvor der forekommer vannoppløselig fjell, opptrer karstytringene. *Karst* (tysk, der Karst) er egentlig den geografiske betegnelse for det platåformige høydedrag innenfor Trieste og Istria ved bunnen av Adriaterhavet. Det italienske navn er *Carso*. Der nede er karstytringene sterkt iøynefallende og først

¹ Jeg har foretrukket å bruke det norske ord hule fremfor grotte, men i alle navn på hulene har jeg beholdt grotte da folk i distriktet aldri taler om annet enn Hamarnesgrotten, Grønligrotten osv.

² Læren om de naturlige huler, særlig karsthulene, deres form, innhold og dannelse kalles for speleologi (av gresk, spēlaion = hule).

³ På norsk kan en vel si karstytringer.

studert. Men i alle verdensdeler og i alle høyder over havet finnes områder som viser lignende topografiske og hydrografiske trekk og eiendommeligheter som den adriatiske karst; og slike områder sies da å være utviklet som karst, ha karst-topografi osv. Karst er således blitt et generelt geografisk og morfologisk begrep. Forat forkarstning skal kunne finne sted, er det nødvendig at (1) bergarten er oppløselig i vann, og (2) at fjellet er kløftet eller har passasjer som vannet kan trenge ned i. Vannoppløselig fjell er karbonatbergartene kalkstein (marmor, mangel) og dolomitt, sulfatene gips og anhydritt, og endelig steinsalt. Den siste forekommer så uhyre sjelden ved overflaten at den ingen betydning har som karstbergart. Bre-isen er naturligvis lett »oppløselig«; og på flate og helst stasjonære isbreer kan en derfor se »karst«-fenomener; men disse forhold er så spesielle at de ikke kan behandles sammen med de vanlige karstfenomener, skjønt studiet av »iskarsten«s mange former er av betydelig interesse, da »oppløsnings«-prosessen — som her selv sagt er termisk — foregår meget hurtig, så å si for ens øyne. Solstrålingen og varm luft understøtter for øvrig vannets arbeid. »Iskarsten« er behandlet av Sieger (1895) og Popoff (1936). Den fra Argentina og andre steder bekjente »nieve de los penitentes« er snemasser som av sol og vind er oppløst i uregelmessige figurer som pyramider, kammer og lign. og kan minne om karstens former, men på grunn av den egenartede dannelsesmåte bør de allikevel ikke sammenlignes (Troll 1942).

Den uten sammenligning viktigste karstbergart er kalkstein; og kalsiumkarbonatets oppløselighetsforhold er derfor av særlig interesse. Er luft og vann fritt for kulldioksyd, løses følgende vektmengder kalsiumkarbonat i 10 000 vektdeler vann (etter Lehmann 1932, s. 29): Ved 8,7° C: 0,1; 16°: 0,13; 25°: 0,143. Ved høyere temperatur blir altså mer oppløst enn ved lavere. Luft holder imidlertid 0,03 volumprosent (0,04 vektprosent) kulldioksyd; og da kulldioksyd er temmelig lett oppløselig i vann (ved 20° og 1 atmosfære løser 1 liter vann 0,98 liter kulldioksyd, og ved 0° nøyaktig det dobbelte), vil alt naturlig forekommende vann inneholde kulldioksyd oppløst. Vannets innhold av kulldioksyd er av stor betydning for oppløseligheten av kalsiumkarbonat, idet der da også blir dannet hydrogenkarbonat som

er lettoppløselig: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Under atmosfæriske forhold er oppløseligheten av kalsiumkarbonat i vann (Wells, sitert hos Lehmann 1932, s. 31): Ved 0°: 0,81; 5°: 0,75; 10°: 0,70; 25°: 0,56. Correns (1939) s. 189 refererer følgende tall for oppløseligheten av kalsiumkarbonat i rent vann og under atmosfærens kulldioksydtrykk: 0° C: 0,94; 10°: 0,73; 20°: 0,58; 30°: 0,47 vektdeler CaCO_3 i 10 000 deler vann. Av tabellen sammesteds ser en videre at oppløseligheten i sjøvann (35 ‰ salter) er nesten den samme: henholdsvis 0,80; 0,65; 0,50 og 0,35). Oppløseligheten *synker* med stigende temperatur, idet altså kulldioksyd lettere løses i kaldt enn i varmere vann. Øker luftens innhold av kulldioksyd, vil vannet også måtte holde mer kulldioksyd; og mer kalsiumkarbonat vil gå i oppløsning. Er vannet helt mettet med kulldioksyd (under atmosfæretrykk), kan 10 000 vektdeler vann ved 16° oppløse 10 vektdeler kalsiumkarbonat.

Dolomitt (kalsium-magnesiumkarbonat) er noe mindre løselig enn kalsiumkarbonat; men der foreligger få undersøkelser på dette felt.

Et spørsmål av særlig interesse i forbindelse med den subglasiale forkarstning er innholdet av kulldioksyd i sne og isvann. Fuggers (sitert hos Lindner 1930, s. 68 og Cramer 1937, s. 64) angir at sne holder mer kulldioksyd enn snevann som kan ha en femtedel av luftens kulldioksydinnhold. Vann som dannes under et snedekke, vil holde mer kulldioksyd da gassen ikke kan unnvike. Der er for øvrig få nøyaktige data om disse forhold.¹

Vannets innhold av kulldioksyd — og dermed dets oppløsende evne — kan bli sterkt øket etterat vannet har gått gjennom et humusdekke, hvor nemlig bakterievirksomhet frigjør kullsyre, som løses opp i vannet. Også organiske syrer dannes på denne måte (Thiel 1927, Lehmann 1932, s. 34).

Anhydritt og gips er betydelig lettere oppløselig enn kalkstein, henholdsvis med 20 og 25 deler på 10 000. Ved 0° C

¹ Se for øvrig Buch (1932) og det allerede nevnte arbeid av Correns (1939).

løses en del gips i 415 deler vann og ved 24° i 378 deler. Steinsalt løses med 3500 deler på 10 000 vektdele vann.

Av fundamentai betydning for karstprosessen er fjellets kløfter og spalter. Finnes ingen sådanne — er fjellet helt »kompakt« —, vil det bare løses opp på overflaten, men har det kløfter og fuger, vil vannet trenge ned i disse og ved oppløsning etterhvert utvide dem, så der blir passasje for større og større mengder. Lehmann påpeker i sitt arbeid (1932) — som for øvrig er grunnleggende og som enhver karstforsker bør studere — at kløftene må ha en viss størrelse for å kunne slippe vannet igjennom, dvs. være hydrografisk »farbare«. Vannet må dessuten strømme med så stor hastighet at det ikke blir mettet med kalsiumkarbonat. Blir det mettet og vannet fordunster, vil karbonatet felles ut og kløften bli tilstoppet. Kløfter og passasjer som er »farbare« for vannet, er en betingelse for at forkarstningsprosessen kan komme i gang.

Ved vannets oppløsning av steinen fremkommer karakteristiske morfologiske former og trekk i landskapet. Er kalksteinen krystallin (marmor), kan de enkelte krystallindivider bli angrepet forskjellig av oppløsningsmidlet, og vi kan få en etsert eller korrodert overflate (»filigran-overflate«). Infiltrasjoner i kalk av glimmer, kvarts, innleiringer av skifer, vil stå fram som ribber eller kanter og vil kunne gi et mål for oppløsningens dybde. I nesten alle karstland er det imidlertid de såkalte *karren*¹ som først tiltrekker seg oppmerksomheten. Det er mer eller mindre parallelle renneformige groper, oftest på skrånede flater (pl. 6, fig. 2), fra noen få centimeter til flere desimeter dype og skilt ved ofte skarpe kanter. De kalles også kanneleringer, idet de minner om rillene på en søyle. Karren er også navnet på de langstrakte groper som er dannet ved oppløsning etter kløfter og sprekker (kløftekarren). Også oppløsningsutvidelser etter skiktningen kommer inn under betegnelsen karren. Utførligere om Karren se Maull (1938). Tučan (1911) har pekt på betydningen av kalksteinens struktur for karrenformene. En krystallinsk kalkstein med kalkspatindivider som griper tannhjulaktig inn i hverandre, får etter oppløsningen en glatt, kompakt overflate og med karren. Dolomitten med sin kornige

¹ Die Karren (flertall).

struktur smuldrer derimot opp og får en ru og løs overflate. At denne strukturforskjell bevirker at dolomitten lettere smuldrer opp, nevner for øvrig Vogt (1890, s. 59). Klima og vegetasjonsdekke er også viktige faktorer.

En oversikt over karrenformenens systematikk er gitt av Cramer (1935 a). *Doliner* (*dolina* i slaviske språk = dal) kalles de større eller mindre traktformige terrengfordypninger som er så karakteristiske for karstlandskapene. En doline kan ha form som en skål, men er oftest meget dypere. Diameteren er fra få meter til over 100 m, og dybden opp til et par ti-meter. Blir dolinens sider meget steile, får man overganger til natursjakten. Cramer (1941) deler dolinene etter dannelsesmåten i (1) innstyrtningdoliner med åpen forbindelse til karsthuler under dolinens bunn, (2) jordfall, fremkommet ved at dypere liggende hulesystemer er styrtet sammen, og ved at senkningen har forplantet seg til overflaten, hvor løse avleiringer er sunket ned trakt- eller skålformig, (3) doliner karakterisert som en innsynkning over et større eller mindre område som følge av oppløsning og borttransport av den underliggende karstbergart, (4) oppløsningsdoliner, hvor den traktformige eller uregelmessige fordypning er fremkommet ved oppløsning av karstbergarten etter en sprekk eller sprekkekryss eller annen åpning for vannet. Snedekket spiller en rolle ved dannelsen av (4), som er de mest alminnelige og utbredt i alle karstområder. Særlig i tropene antar oppløsningsdolinene storartede former. I det nevnte arbeid av Cramer finnes en utførlig liste over dolinelitteratur. I karstlandskapene treffer man også større, lukkede topografiske områder, oftest med flat bunn. De kalles gjerne med et slavisk ord for *polje* (= mark). Etter sterke regnskyll og om våren vil vann stige opp gjennom kanaler under poljen og oversvømme dens flate bunn. Det er alminnelig å innskrenke betegnelsen polje til former som er av tektonisk opprinnelse og dannet ved innsynkninger. En topografisk form som kan ligne poljen, er de lukkede, kjelformige daler (Késseltal). De har ingen forbindelse med de tektoniske forhold og kan være dannet ved en forening av brede doliner.

Karakteristisk for karstområder i tropiske og varme strøk er en rødfarget jord, *terra rossa*. Kalken er oppløst og ført bort; og tilbake er blitt en leiraktig jord, farget rød av jern-

oksyd (rødjernstein). I karstområder i kalde klimater finnes ikke terra rossa; der opptrer jernet som jernoksydhydrat (brunjernstein). Ved fordunstning av vannet blir avsatt kalksinter. I hulene er dryppstein en karakteristisk og velkjent avsetning av kalk. De dryppsteiner som henger ned fra taket, er *stalaktitter*;¹ og det som er vokset opp fra gulvet, er *stalagmitter*.² Da luften i hulene som regel er fuktig, kan fordunstningen ikke være det avgjørende for utskillelsen av kalk. Ved den trykkforminskelse som det kalkholdige vann blir utsatt for når det forlater den sprekk det har passert, vil oppløseligheten av karbonatet synke, og det vil bli utskilt. Man kunne tenke seg at dryppstein ville vise eiendommeligheter som var brukbare for bestemmelsen av alderen; men slike er det ikke lyktes å påvise.

Vannets underjordiske sirkulasjon og de større eller mindre hulrom som derved blir dannet, er dominerende trekk i karstområdene. Karsthydrografi og hulenes utstrekning (kartografi), morfologiske former og avleiringer henger nøye sammen og inntar en sentral stilling i karststudiet.

Grund (1903) oppfattet det underjordiske vann i karstområdene som en slags grunnvann. Dette »karstvann« (med oppløst kuldioksyd), var sammenhengende og fylte alle fjellets sprekker og fuger opp til en viss høyde. Det var i langsom bevegelse over det egentlige og stagnerende grunnvann. Lovene for vannsirkulasjon i løse masser kunne overføres til karstfjellet. Fra overflaten renner vannet ned til »karstvannet« (= det strømmende grunnvann), som altså etter Grund danner hulene. Denne teori behersket helt karstforskningen i begynnelsen av dette århundre.

Den motsatte oppfatning ble hevdet av Katzer (1909) og Bock (1913). Ifølge disse befant vannet i karstfjellet seg i rask bevegelse som underjordiske »elveløp« og stod under høyt trykk. Mekanisk erosjon skulle spille en vesentlig rolle ved dannelsen av hulene, og denne »trykkerosjon« (eller »efforasjon«, av lat. efforare = bore ut) frembrakte de sirkulære tverrsnitt. Vann som var i langsom bevegelse, opptrådte bare lokalt.

¹ Av gresk stalaktós = som dryppes.

² Av gr. stálagma = dråpe.

Cvijić (1918) har en karstteori som forutsetter tre hydrografiske soner: nær overflaten en sone som bare leilighetsvis fører vann, under den en sone som er avvekslende tørr og vannfylt, og dypest en sone som alltid er fylt med vann. Denne teori ligner således den Grundske.

Davis (1930) har fremsatt en teori om dannelsen av huler i horisontale kalklag, etter hvilken hulene er fremkommet ved oppløsning av steinen *under* grunnvannets nivå (uten at han dog vil hevde at så skjer i *alle* tilfelle). Ved en senere heving av landet synker grunnvannspeilet, og hulene blir tørrlagt; sinter og dryppstein avsettes, og bekker tar sitt løp gjennom hulrommene. Ettersom overflaten tæres ned, når hulene til slutt overflaten og går over i dennes former, for endelig å bli helt ødelagt av denudasjonen. Det er den daviske cyclusteori anvendt på huledannelsen («two-cycle caverns in dense, level-bedded limestone»).

Lehmann (1932) har utarbeidet en karsthydrografi hvori han bl. a. tar avstand fra både Grund og Katzer. Fjelllets kløfter og kløftsystemer er de viktigste faktorer ved utviklingen av vannets underjordiske avløp. Kløftene må ha dimensjoner som tillater vannet å trenge inn og renne fritt, uhindret av kapillarkrefter. Kløftnettet kan foreligge tett eller åpent, og uregelmessig som regel; partier av fjellei kan også være helt fritt for kløfter. Sjelden er kløftnettet utviklet på en slik måte at en sammenhengende vannmasse er mulig. Kløftene danner rørforgreninger hvori vannet følger de hydrostatiske lover; og der er i et område ikke bare ett slikt system, men mange, alle med *forskjellige trykknivåer*, som ikke kan forbindes til et bestemt »grunnvann«-nivå. Lehmann erkjenner karstgrunnvann og Katzers »elver« bare som grensetilfelle. Han tillegger vannets hvirvelbevegelse (turbulens) stor betydning for dannelsen av fordypninger og utvidelser av hulrommene; men disses absolutte størrelse mener han har sin forutsetning i kløftenes *opprinnelige* dimensjoner. Vannfylte hulrom kan tørrlegges helt eller delvis ved en forandring av nedbørforholdene eller fordi vannets utløpsåpning er blitt større eller er flyttet til et lavere nivå.

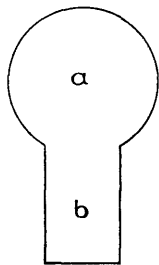


Fig. 1. Trykkledningsprofil (a) og bekkeløpsprofil (b).

Biese (1933, s. 99) har påpekt betydningen av ras (nedfall av blokker fra taket) for utformingen av huleprofilet. Ved ras nærmer profilet seg mer og mer en statisk stabil form (hvelvet).

Cramer (1935 b) har resymert de forskjellige teorier. Der er to former for vannsirkulasjon: (1) helt vannfylte hulrom eller *trykkledninger*, og (2) hulrom som bare delvis er fylt med vann; dette renner da som en bekk (*bekkeløp* («Sohlengerinne»), gravitasjonsløp). (1) Alle hulrom er vannfylt *under* erosjonsbasis (hvorved vi her forstår det *skrånende* nivå (water table) som vannet beveger seg ned imot, og som skjærer den nærliggende topografiske overflate hvor denne er dyppest innskåret).¹ Vannfylte trykkledninger kan også finnes *over* erosjonsbasis. Vannet i disse rør står under trykk; men dets bevegelse vil ofte være meget langsom, særlig i de store tverrsnitt. Vannets bevegelse er turbulent og skjer etter hydraulikkens lover. Huledannelsen foregår ved oppløsning av steinen, ikke ved erosjon.² De helt vannfylte passasjer får gjerne et sirkel- eller ellipseformig tverrsnitt (a, fig. 1).

Når derimot det rørformige hulrom opphører å være vannfylt, og vannet altså ikke lenger flyter under trykk, får vi (2) bekkeløpet. Vannet renner på bunnen av røret og virker på

¹ Erosjonsbasis i denne betydning blir således ikke helt det samme som »base level«, hvorved man jo forstår det horisontale plan over hvilket subaerisk erosjon kan finne sted (se forøvrig: Johnson (1929).

² Om analogier mellom erosjon og oppløsning se V. Goldschmidt (1914).

underlaget både ved oppløsning og ved erosjon, så vi får et nedskåret erosjonsprofil (b, fig. 1). Det er klart at (2) bare kan forekomme *over* erosjonsbasis. Vi får altså: over erosjonsbasis bekkeløp (hulrommet delvis vannfylt), men også trykkledninger (hulrommet helt vannfylt); under erosjonsbasis: *bare* trykkledninger.

Hvis et hulrom først har vært vannfylt og deretter har gjennomgått bekkeløpsstadiet, vil dette også komme til uttrykk i profilet, idet vi får et sammensatt profil som fig. 1, med trykkledningsprofil (a) oventil og bekkeløpsprofil (b) nedentil. Eksempler fra de norske Ranahulene er fig. 20, 1 og 28, 1. Rene trykkledningsprofiler viser fig. 10 og 28, 2. Oftest er disse profiler lette å identifisere; men da ikke alle trykkledninger nødvendigvis er runde, således ikke alltid etter spalter, kan det i enkelte tilfelle være vanskelig. Et profil som fig. 3 (spaltehule) er muligens et sammensatt profil; men det kan også for den vesentligste del være dannet under hel vannfylling av spalten.

Den geografiske utbredelse av karstfenomenene skal ikke berøres her; men den er selvsagt knyttet til utbredelsen av karstbergarten, som nesten alltid er kalkstein. Karstlandskaper kan forekomme i alle formasjoner, og doliner og huler er morfologiske former som vi finner overalt. Karstyttringer er utviklet under alle himmelstrøk: I tropene, i den tempererte sone, og i arktiske strøk savnes de heller ikke.

Karsthuler i Nordland fylke.

Nord-Rana herred.

De huler som er beskrevet i det følgende, opptrer alle i lag av kalkstein (marmor) i den nord-norske glimmerskiferavdeling. Ved disse huler forekommer bare kalkstein; dolomitt kunne jeg ikke finne. En serie huler (og karstfenomener) finnes i det kalksteinsdrag som strekker seg fra Langvatnet nord for bunnen av Ranfjorden og opp til Svartisen. I et kalksteinsdrag litt østenfor, fra Grønli til Reingardslivatnet, er andre til dels meget store huler. En oversikt over de geologiske forhold er gitt av Holmsen (1932).

Ved *kartlegningen* har jeg lagt vekt på å få fram hulens forløp i dets hovedtrekk samt detaljer av geologisk interesse. Kartene i denne avhandling er opptatt med det velkjente Brunton-kompass og målebånd. Brunton-kompasset er særlig egnet til oppmåling av huler på grunn av sin speilanordning, hvorved signalet (en lampe) og kompassnålen kan betraktes samtidig. Med kompassets klinometer kan finnes *høydedifferansene*. Større høydedifferanser er målt med aneroidbarometer. Ved gjentatte målinger kan man med dette få brukbare resultater. Ved kartlegningen av hovedrommene i Setergrotten, hvor det er god høyde, er brukt en liten Hildebrand-teodolitt med kompass. Målebåndet (10 eller helst 20 m) må være av rustfritt stål. Notisbok med millimeterpapir (helst 2 mm ruter) er bra. Som *lyskilde* under målingen ble brukt en karbidlampe av umagnetisk materiale (messing). Et stearinlys med f. eks. en kobberskjerm kan også brukes.

Med hensyn til *fotografering* anbefales det også å ta stereoskopiske bilder. Til bildene på pl. 21 er brukt to like kameraer, stilt opp med en avstand av 30—40 cm mellom objektivene. Avstanden til det fotograferte er ca. 8 m, så forholdet blir ca. 1 : 25. Ved denne overdrevne stereoskopiske effekt kommer alle formdetaljer meget tydelig fram; og man kan ved betraktning av det stereoskopiske bilde bli oppmerksom på forhold som på grunn av den mangelfulle belysning har unngått en under selve arbeidet.

Der kan være tilfelle hvor det er ønskelig å påvise vannets sirkulasjon. Tilsettes vannet noen kilogram salt, påvises dette senere med sølvnitrat.

Huler mellom Langvatnet og Svartisen.

I de store kalksteinlag som krysser Langvatnet og strekker seg helt opp til Svartisen, finnes mange huler, som vil bli beskrevet i det følgende.

Fig. 2. Kart over strøket Rana — Glomfjorden. Etter Norges Geologiske Undersøkelse: Geologisk Generalkart i 1 : 250000. Blad Rana (Holmsen 1932). Skravert: kalkstein. Rødt: huler. (Deres beliggenhet i forhold til kalkdragets grenser er alle overalt helt nøyaktig.)

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Nr. 1. Stokkvikgrotten. | Nr. 10. Pikhauggrottene. |
| » 2. Tørrbekkeng-grotten. | » 11. Grønliggrotten. |
| » 3. Tukthuset. | » 12. Setergrotten. |
| » 4. Hamarnesgrotten. | » 13. Larshullet og Olavsgrotten. |
| » 5. Nordre Hamarnesgrotte. | » 14. Lapphullet. |
| » 6. Pallangrottene. | » 15. Reingardsliggrotten. |
| » 7. Ravnåggrotten. | » 16. Glomfjorden. Grotte nr. 1. |
| » 8. Bjørnpallgrotten. | » 17. —>--- —> 2. |
| » 9. Fisktjørngrotten. | |

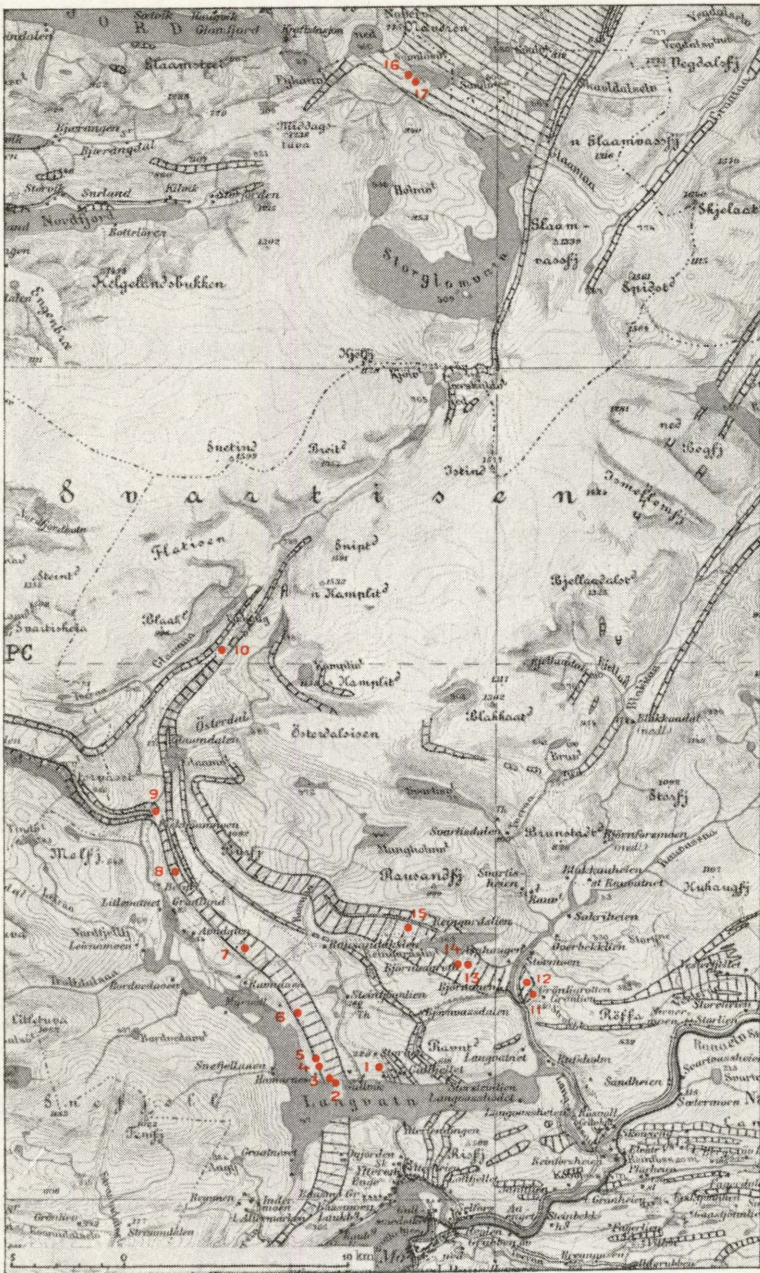


Fig. 2.

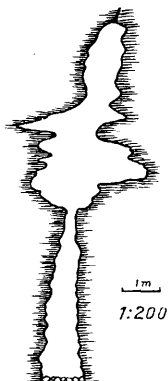


Fig. 3. Stokkvikgrotten.
Ser mot grottens utgang
(retning ca. N 85° W).
Se også pl. 2, fig. 2.

Stokkvikgrotten.

Denne hule ligger i et mindre lag litt lenger øst (fig. 2, nr. 1), i en høyde av ca. 170 m o. h. eller ca. 125 m over Langvatnets ¹ nivå. Den er omtalt av Natvig (1923). Hulen følger retningen ca. N 80°—85° W og er en typisk *spaltehule*. Etter måling av gårdbruker Nils O. Ravnaa i 1923 skal lengden være ca. 400 m. Profilet fig. 3 (målestokk 1 : 200) og fotografiene på pl. 2 gir et godt begrep om denne hules karakter. Pl. 2, fig. 1 og tekstfig. 3 er fra samme sted.

Tørbekking-grotten.

Dette er den sydligste hule i det nevnte store kalksteinlag (fig. 2, nr. 2). Besøk i hulen er omtalt av Natvig (1923) og Holmsen (1931). Den nøyaktige beliggenhet er vist på fig. 4, og fig. 5 viser et kart av hulen i målestokken 1 : 2000.² Inngangen ligger ca. 25 m over Langvatnets nivå eller 71 m o. h. Lengden er ca. 240 m. Hulen følger sprekkesystemer N 10°—20° E og W 10° N. Den har usedvanlig store mengder rullestein. I dens midtre del er der en bekk som utvilsomt er den

¹ Som dettes høyde over havet er brukt 46 m, ikke 47 som på kartet.

² Samtlige hulekart i dette arbeid er gjengitt i denne målestokk. Originalkartene er tegnet i 1 : 500. Profilene er alle tegnet i 1 : 200.

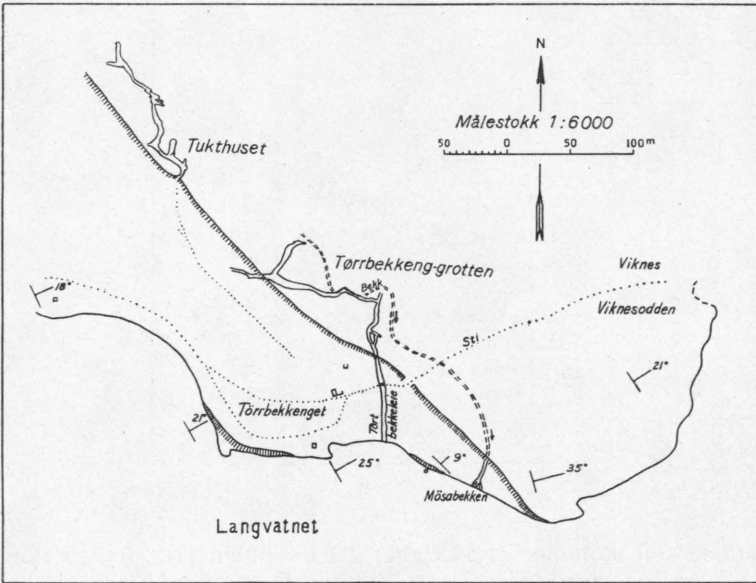


Fig. 4. Strøket omkring Tørrbekkenget ved Langvatnet.

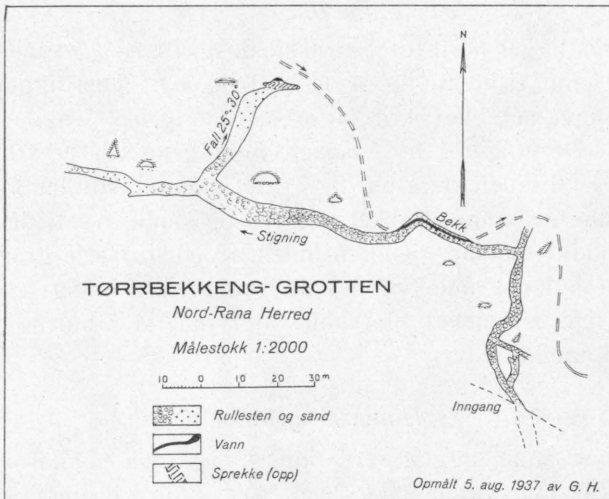


Fig. 5.

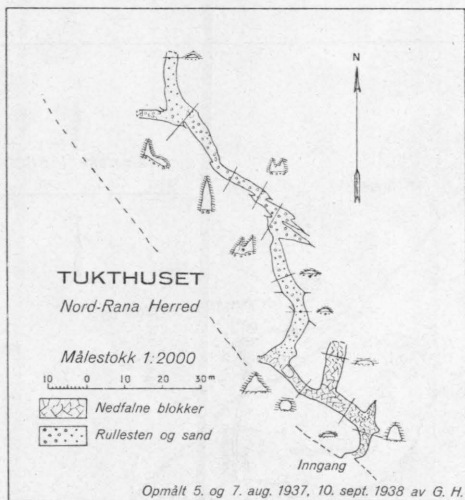


Fig. 6.

samme som kommer ut av fjellet øst for hulen (fig. 4). I flomtiden om våren øker vannføringen i bekken så meget at hulens ytre parti blir helt vannfylt, og vannet strømmer ut igjennom inngangen.

Tukthuset.

Hulen ligger nord for Tørrbekkeng-grotten og i samme nivå i kalken (fig. 2, nr. 3; fig. 4 og kart fig. 6). Den ligger 68 m over Langvatnet eller 114 m o. h. Gangenes lengde er ca. 200 m. De følger i hovedsaken retningene ca. N 10° E og W 30° N. I hulens ytre partier er det mange nedfalne blokker; lenger inne er bunnen dekket av grus og sand, avsatt den gang vannet hadde sitt løp gjennom hulen. Ved fortsatte gravninger nordligst i denne hule vil det utvilsomt være mulig å komme videre. Der er meget bløt kalksinter innerst i hulen (se avsnittet Botanikk s. 65).

Hamarnesgrotten.

Denne hule ligger rett opp for gården Hamarneset på østsiden av Langvatnet (fig. 2, nr. 4). Tidligere undersøkelser av Hamarnesgrotten er offentliggjort av Corneliusen (1891),

Oxaal (1915) og Natvig (1923). Hulen har 6 dagåpninger, som ligger i en høyde av 210—220 m o. h. eller 164—174 m over Langvatnets nivå (46 m o. h.). Dagåpningene ligger ved foten av en svær kalksteinskrent, Hamarnesflåget (pl. 3, fig. 1). Avstanden fra den nordligste til den sydligste dagåpning er ca. 700 m. Alle innganger ligger i samme kalksteinsone og atskillige 10-meter over kalksteinens undre grense mot glimmer-skiferen.

Hamarnesgrottens alminnelige forløp vil fremgå av kartene fig. 7—9.¹ De viser et enkelt og lite forgrenet hulesystem. Den samlede lengde er ca. 2200 m; herav er før oppmålt ca. 850 m. Bemerkelsesverdig er hulens rørformige karakter; tverrsnittet er gjerne 3—4 m, oftest sirkelrundt, men også mer ellipseformig (fig. 10). På enkelte steder (Galleriet og Kaffihallen, fig. 7) krysses de rørformige ganger av nord—sør-gående spalter. Etter disse fører betydelige hulrom (skorstein, chimney, Schlot) langt oppover, flere steder sikkert helt opp til overflaten (ca. 100 m). Med stiger og tau vil en sikkert kunne trenge langt oppover. Sprekker som forløper ca. N 15° E, forekommer også.² Hulrommenes retning bestemmes tillike av en strekningsretning ca. ESE. Partier av Hamarnesgrotten har også nordøstlige og andre retninger, uten at tydelige sprekker alltid er å finne i disse retninger. Da alle huleganger ligger i det samme kalksteinskikt, må man herav slutte at dette på grunn av sin struktur eller sitt mineralinnhold har vært lettere å angripe for det vann som har sirkulert på de mer eller mindre vertikale sprekker i fjellet. Dagåpningene ligger da også i et bånd av kalksteinen som har mer glimmerminerale enn vanlig.

Hulens avleiringer består i den nordlige del for for en stor del av sand, oftest avsatt i krumningene. Det er uten videre

¹ Den nordlige del av hulen (fra Oles grotte) bør ommåles. Kartet er ikke tilfredsstillende her. Oles grotte, etter gårdbruker Ole Ravnaa. På kartet (fig. 8) mangler delvis forbindelsen etter den store spalte fra Kaffihallen og sørover til Klingberget. Svend og Hans Hammernes har gått igjennom denne passasje.

² Om alle sprekkesystemene er av samme alder, vites ikke. Det er mulig at de N—S gående sprekker er yngre enn de andre. Undersøkelser herover foreligger ikke.

klart at denne sand må være avsatt av vann som har strømmet gjennom hulen. Sannsynligvis er det sand som er kommet utenfra; men noe kan også representere kalksteinens uopløselige rester. Sedimenter som er dannet samtidig med at kalksteinen er oppløst, kunne kalles syngenetiske; og er de brakt inn i hulen etterat denne i hovedsaken var ferdigdannet, kunne man tale om epigenetiske sedimenter (Horn 1937).

I Hamarnesgrottens midtre del finnes store mengder av steinblokker, som gjør fremkomsten meget besværlig. På kartet er disse steinmasser betegnet som »nedfalne blokker etc.«, og deres utbredelsesområde sees best av kartet. Blokkene består vesentlig av kalkstein; men fremmed materiale forekommer også. De er lite eller ikke avrundet; og flere steder er de dekket av et tynt lag med kalksinter. De opptrer som en »strøm« fra dagåpningene. Innenfor Oles grotte (fig. 7) og Nyrisahullet (fig. 9) når denne »strøm« langt inn, men i Sørgrotten bare ca. 50 m. Innenfor de to nordligste dagåpninger finnes ingen sådan »strøm«. Pl. 4, fig. 2 er foto. sta. 3 på kartet fig. 8 og viser blokkstrømmen fra Nyrisahullet. Disse blokkmasser kan umulig være vanntransportert, men må være glidd nedover den skrånende bunn fra inngangene. Blokkene er enten slett ikke eller lite avrundet; de er ikke blannet med grus og sand i mengder av noen betydning; og de finnes ikke innenfor de to nordligste dagåpninger, hvor hulegangen til å begynne med har et horisontalt forløp, og hvor altså ingen glidning nedover kan forekomme. Transportprosessen blir å sammenligne med den fra arktiske strøk velkjente solifluksjon. Når man ser de svære steinmasser i Hamarnesgrotten, synes det utrolig at de kan være transportert på denne måte. Men gangenes fall (10° — 20°), små temperaturdifferanser og et tidsrom som iallfall må spenne over flere tusen år, må være god nok forklaring. Strukturmark som er så alminnelig i arktiske klimater, har jeg ikke sett i de norske huler. Med deres jevne temperatur er det også vanskelig å forstå hvordan den skulle dannes.¹ Det som på kartet er kalt »rullestein og sand«, er vanntransportert materiale. Somme

¹ Imidlertid er det i en østerriksk hule iaktatt "Steinnetzboden" (Schadler 1931). Om dannelsen av strukturmark se for øvrig Orvin (1942).

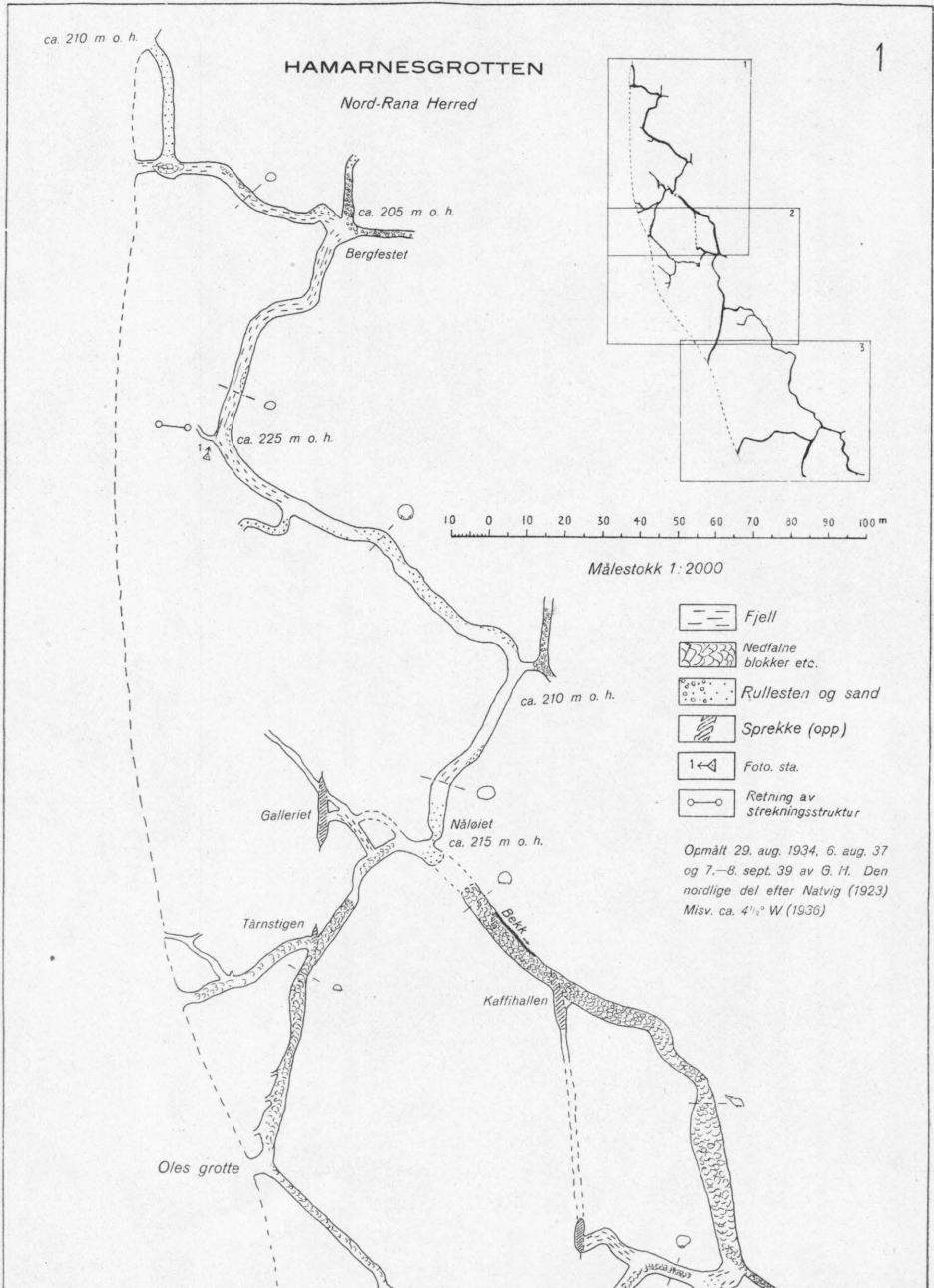


Fig. 7.

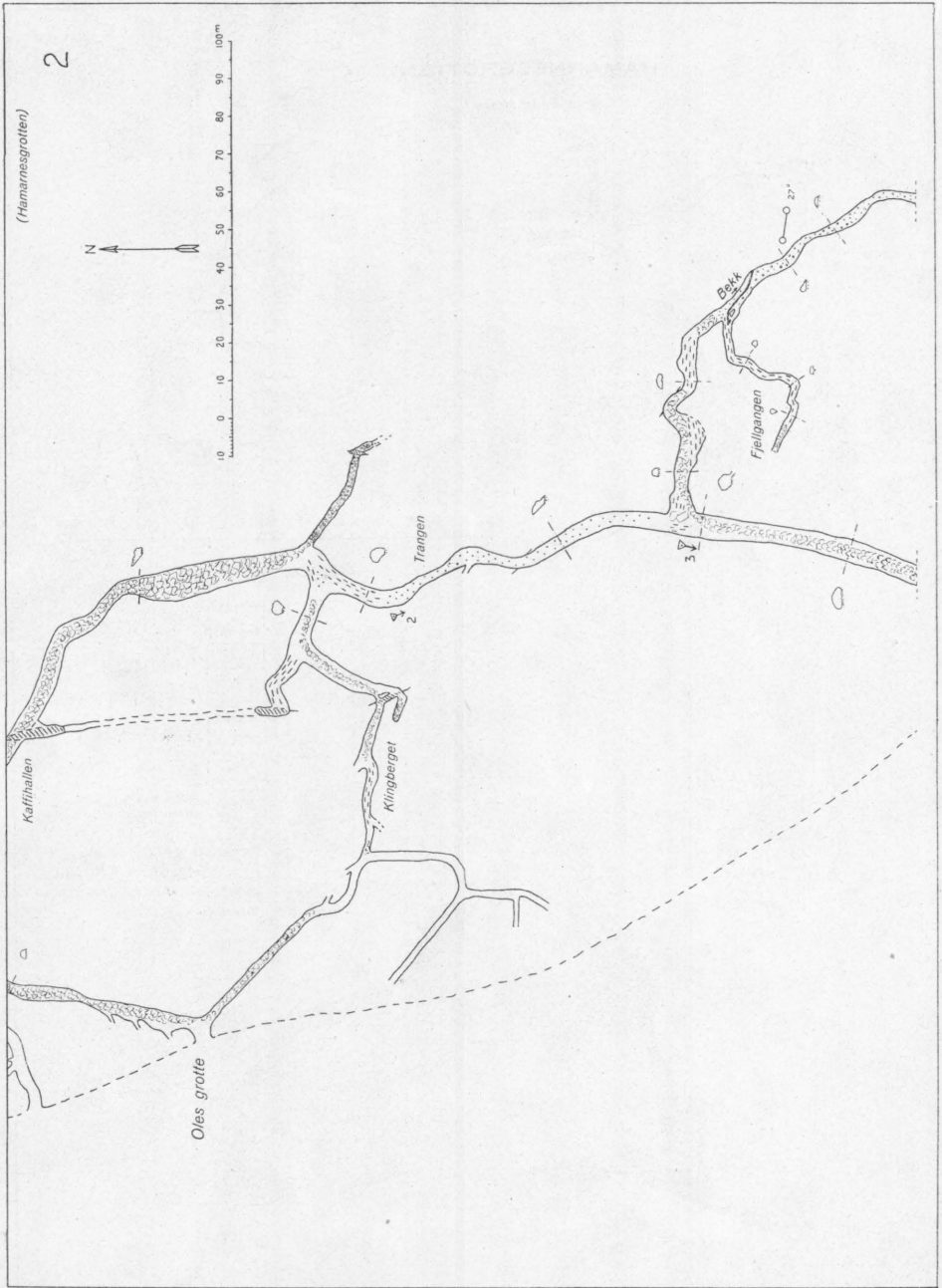


Fig. 8.

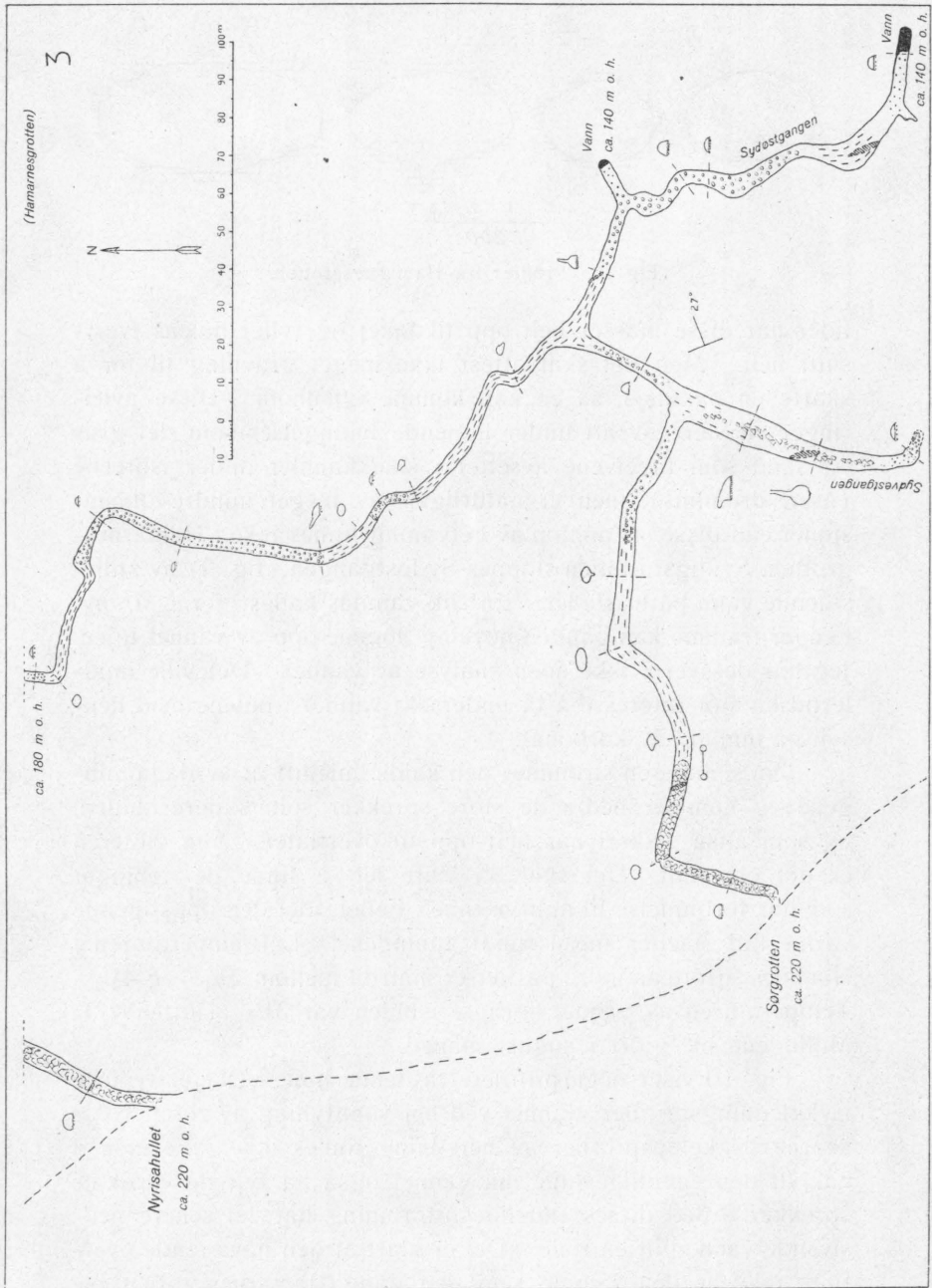


Fig. 9.

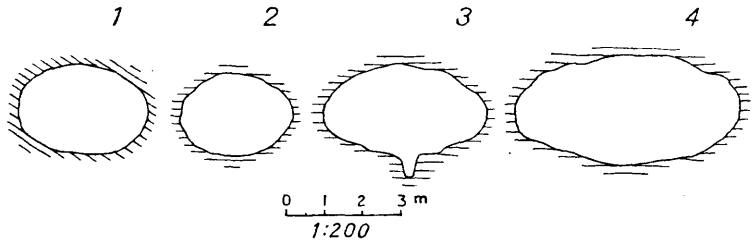


Fig. 10. Profiler fra Hamarnesgrotten.

tider når disse masser helt opp til taket og fyller hulens tverrsnitt helt. Men det skal oftest ikke meget gravning til for å skaffe en passasje, så en kan komme igjennom. Disse avleiringer vil være avsatt under lignende betingelser som det grus og sand som breelvene avsetter i sine kanaler under isbreene (åser, drumlins), men er naturligvis av meget mindre dimensjoner enn disse. Vannløp av betydning finnes ikke i Hamarnesgrotten. Sydligst i hulen stoppes Sydøstgangen (fig. 9) av stillestående vann på to steder. En slik vannlås kalles gjerne *sifong*. Lenger framme kan gangen bøye og komme opp av vannet igjen. Jeg har dessverre ikke noen analyse av vannet. Det ville imidlertid ha stor interesse å få undersøkt vannet i hulene med hensyn på innhold av karbonat.

Om sommeren strømmer den kalde huleluft ut av dagåpningene og kommer ned i de store sprekker som skjærer hulen, og som altså sikkert når helt opp til overflaten. Om vinteren er det omvendt. Det skal da være lett å finne de åpninger som har forbindelse til hulrom inne i fjellet, idet den oppstigende varme luft smelter sneen rundt åpningene. Lufttemperaturen i Hamarnesgrottens indre partier er målt til mellom $2\frac{1}{4}^{\circ}$ og $4\frac{1}{2}^{\circ}$. Temperaturen av vannet sørligst i hulen var $3\frac{1}{2}^{\circ}$ (luften 4°). Målingene ble gjort i august måned.

Fig. 10 viser noen profiler fra denne hule. Det er typiske trykkledningsprofiler, dannet ved hel vannfylling av røret. Nedskårne bekkeløpsprofiler av betydning finnes ikke. Foruten å ha fylt den egentlige hule må vannet også ha fylt de vertikale sprekker. Ved disses endelige utforming har vel senere nedrivende vann spilt en rolle. Det er klart at den nåværende overflate ikke er den samme som den gang Hamarnesgrotten ble

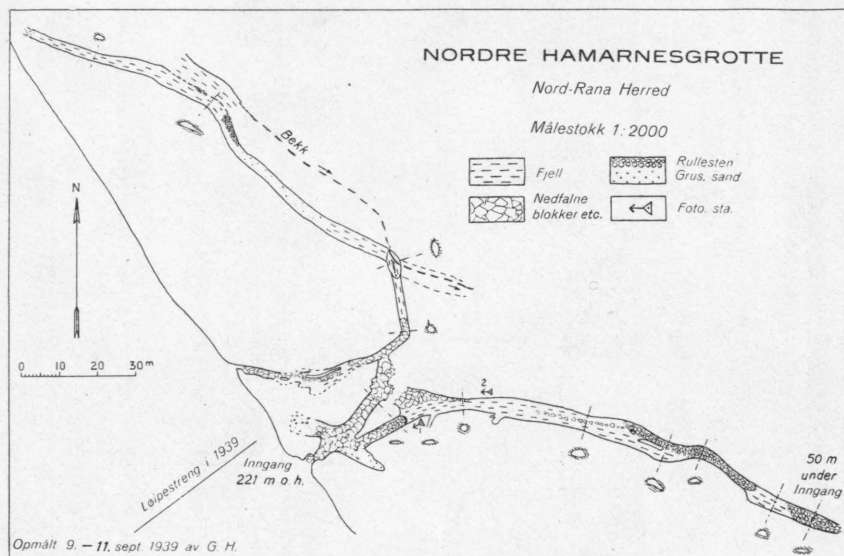


Fig. 11.

dannet. Det store kalksteinsflåget strakte seg da lenger ut; og de nåværende dagåpninger har derfor ikke vært de opprinnelige. Ved dagåpningen Oles grotte er det tydeligvis en bøyning av gangen som ble »slått hull« på da overflaten av bre-erosjonen var blitt senket til dette sted. Senere ras fra flåget har ytterligere skallet av overflaten og brakt hulen nærmere ut mot »dagen«.

Nordre Hamarnesgrotte.

Grotten ligger som den store Hamarnesgrotte ved foten av kalksteinflåget og i samme geologiske posisjon (fig. 2, nr. 5). Der er to små dagåpninger, som ligger i en høyde av ca. 221 m o. h. eller 175 m over Langvatnet. Den samlede lengde er ca. 370 m. Gangenes forløp vil fremgå av kartet fig. 11. Hovedretningen er ca. N 60° W; men også nord—sørlige og ENE-retninger er bestemmende for hulens forløp. I de ytre partier er det meget nedrasat materiale og stein som er glidd innover på den skrånende hulebunn, på samme måte som beskrevet ovenfor under Hamarnesgrotten. Fronten av denne »blokkstrøm« er vist på

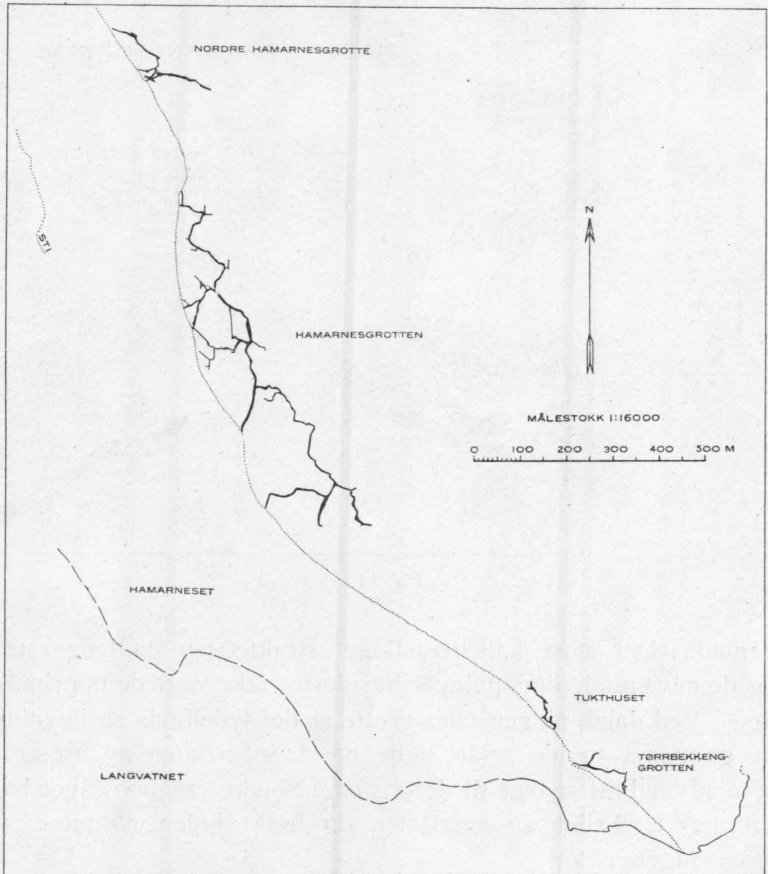


Fig. 12. Hamarnesgrotten og huler i nærheten.

pl. 5, fig. 1. Som man ser, er det forholdsvis usortert og lite eller ikke avrundet materiale. Lenger ned, hvor dette materiale ikke er nådd fram, har vi det hele profil godt synlig (pl. 5, fig. 2). Profilet her er meget likt det som er typisk for Hamarnesgrotten og må være dannet da hulegangen var helt vannfylt (trykkledning). Der finnes også vannavsatt materiale, som helt tilstopper den sørøstlige gren av hulen, hvor vi er ca. 50 m under inngangen. Ved fortsatte gravninger må man her kunne komme videre. I den nordlige del av grotten løper en liten bekk, og nordvestgangen når nesten helt fram til overflaten; det kan

ikke være mange meter som skiller. Der går om sommeren et sterkt lufttrekk ut dagåpningene.

På fig. 12 er de fire ovennevnte huler inntegnet; og det er uten videre klart at de er deler av et sammenhengende hulesystem. De målte huler har en samlet lengde av ca. 3000 m. Det må være ytterligere ca. 1000 m for å få den nødvendige forbindelse mellom dem; og regner vi 1000 m på sideganger, får vi en samlet lengde for *denne* Hamarnesgrotte, med alle dens forgreninger, av ca. 5 km. Det er således, hva lengde angår, et meget betydelig hulekompleks.

Pallangrottene.

Dette er 5 grotter som alle ligger i samme skikt i kalksteinen på østsiden av Langvatnet, men i et høyere nivå enn Hamarnesgrotten. Høyden over havet er ca. 300 m. På fig. 2 er de inntegnet som nr. 6. Natvig (1923) har gitt en kort beskrivelse av dem.

Nilsegrotten (nr. 1 av Pallangrottene, etter Nils Ravnaa) er den sørligste. En rørformig gang fører bratt nedover fra åpningen. Profilene er flere steder vakkert elliptiske og minner om Ravnågrottens (se s. 32). I hulen finnes eiendommelige sinterdannelser, en bløt, hvit kalkmasse, avsatt på veggene (ved A, fig. 13). Nr. 2 er også anlagt etter sprekkene og har elliptiske profiler. Nr. 3, eller »Ulvehiet«, følger en steil N—S strykende spalte. Profilet er også her elliptisk. Nr. 4, eller »Bjørnhiet«, og nr. 5 er mindre huler.

Pallangrottens totale lengde er ca. 330 m. Alle disse huler ligger i samme gulaktig forvitrende, glimmerholdige kalkstein. De er alle trykkledningshuler med de karakteristiske elliptiske profiler. Hulerommene følger kløftretningene N—S og en retning omtrent loddrett på denne. Det elliptiske profil viser at oppløsning alene har dannet hulene. Det har ikke vært noen erosjon av betydning, idet det innskyllede materiale av grus og stein bare har formådd å slipe ubetydelig etter bunnen i hulene. Ingen bekker har nå sitt løp i disse huler, som altså er morfologisk »døde«. De er til dels bare så vidt passerbare for men-

nesker. Skulle hulrommene være vesentlig mindre, kunne man ikke tale om »hule«, idet denne betegnelse forutsetter at hulrommet er av en sådan størrelse at det kan passeres.

Ravnågrotten.

Denne hule ligger ca. 1,4 km nord for gården Ravnå og i en høyde av ca. 335 m o. h. eller 255 m over Ravnå (fig. 2, nr. 7). Samlet lengde av hulen er ca. 90 m.

Kalksteinen faller ca. 30° N 30° E; hulen følger lagningen og ligger øyensynlig i et mer skifrig parti av kalksteinen. Det er mulig at Ravnågrotten og Pallangrottene opptrer i samme horisont av kalksteinen; men iakttagelsene er ikke tilstrekkelige til at man med sikkerhet kan si noe herom. Ved fortsatte undersøkelser bør bl. a. søkes brakt på det rene i hvilken grad hulene er bundet til bestemte lag eller horisonter i kalksteinen. Den vestre dagåpning (fig. 14) ligger på en sprekk omtrent loddrett strøket; og hulens hovedgang er dannet etter en sprekk som følger dette eller ca. E 30° S. Først faller den, og siden stiger den. I den grop som derved fremkommer, er avsatt grus og stein, som nesten når taket (fig. 15). Profilene er elliptiske, til dels med sprekkutvidelser flere meter oppover. I hulens østlige parti er der atskillig kalksinter; og dryppstein har der også vært. Luften strømmer om sommeren ut av den vestlige (laveste) dagåpning. Hos Natvig (1916) finnes en kartskisse av hulen og en beskrivelse, ledsaget av fotografier.

Ravnågrotten er en typisk trykkledningshule. Det regelmessig elliptiske profil kan bare være dannet ved oppløsning av steinen ved hel vannfylling av røret. Noen mekanisk erosjon med nedskjæring av hulens bunn ved et bekkeløp kan ikke påvises. Avsetningene av grus og stein er vanntransportert. Overgangen fra den helt vannfylte trykkledning til hel tørrlegning må være skjedd uten (eller med et meget kortvarig) bekkeløp-stadium, da et sådant ville vist seg ved et nedskåret profil.

Terrenget nord for Ravnågrotten har en rekke kalksteinrygger. Fordypningene mellom disse er ikke sjelden også lukket i lengderetningen og må derfor ha avløp for vannet i bunnen.

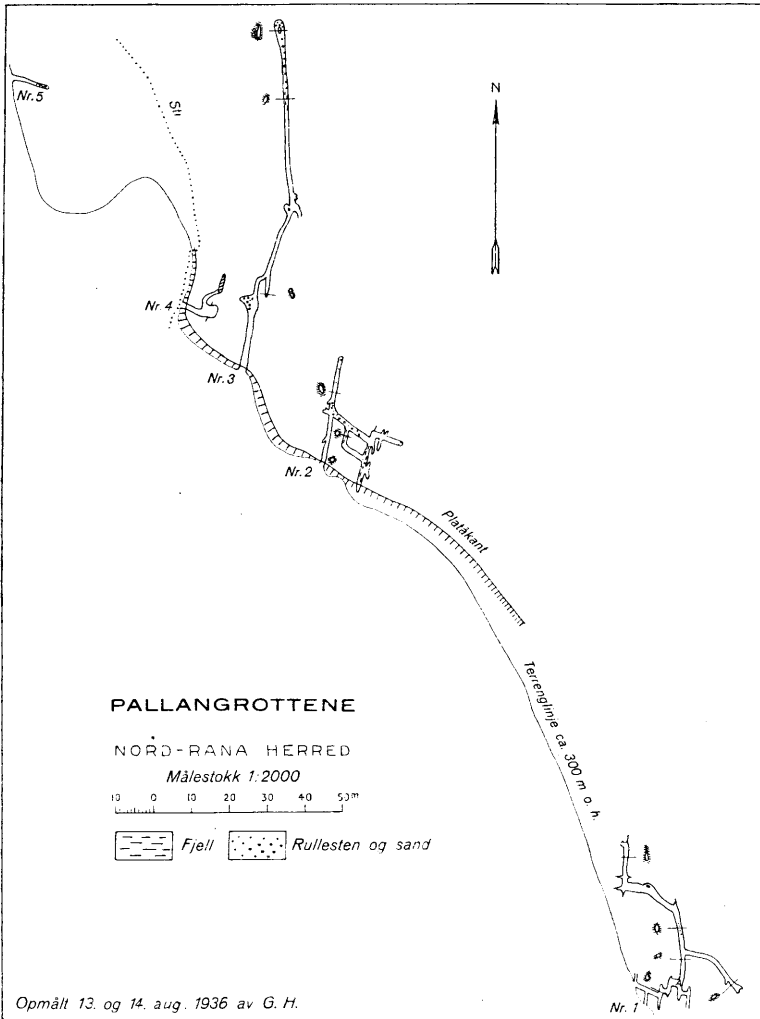


Fig. 13.

Disse fordypninger kan man også si er en slags doliner («sink-holes»). Det vann som forsvinner her, kommer muligens fram igjen i en større kilde, som skal finnes lavere ned henimot elven Ravnåga.

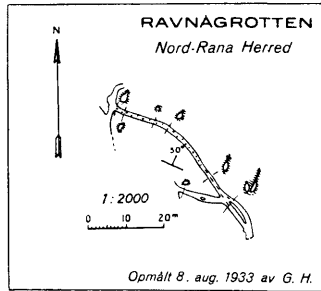


Fig. 14.

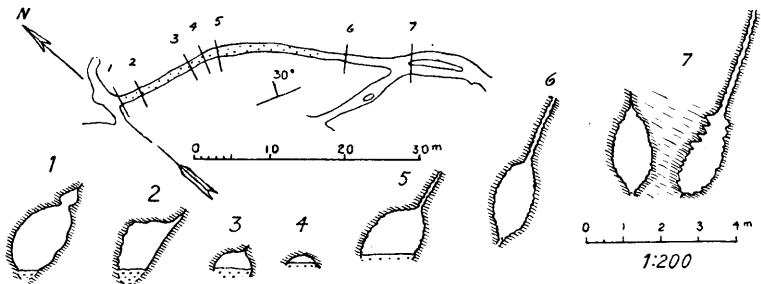


Fig. 15. Profiler fra Ravnåggrotten.

Bjørnpallgrotten.

Denne hule ligger oppe på fjellet ca. N 60° E for gården Berget (fig. 2, nr. 8). Inngangen befinner seg i en høyde av noe over 300 m o. h., ved foten av en kalksteinsvegg. Fra inngangen (kart fig. 16) følger hulen en sprekk S 30° E til bunnen av en natursjakt (»light hole«), 19 m dyp. Herfra går hulen i retningen N 60° E; og gjennom en skråsjakt når man igjen overflaten. Lengden av Bjørnpallgrotten er ca. 150 m (unntatt sjaktene). Som annetsteds utviklet, er disse huler dannet under isdekket. Det er da bemerkelsesverdig at natursjaktene ikke er fylt med morénemateriale. På den tid da de ble dannet, kan derfor isen ikke ha hatt noen bevegelse av betydning, men må ha ligget som »dødis« i dette område.

Det er også mulig at Bjørnpallgrotten har fått en stor del av sin utformning etter istiden. De opprinnelig spalteformige natursjakter vil hvert år fylles med sne; og smeltevannet vil

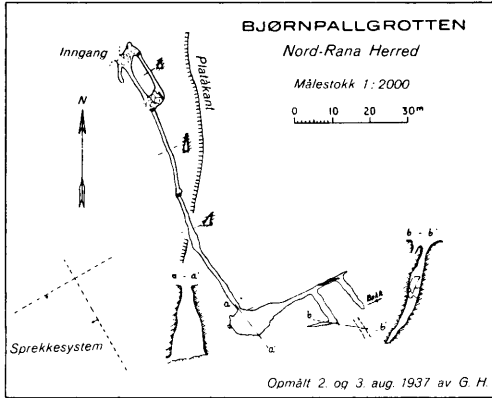


Fig. 16.

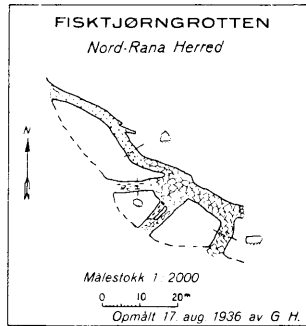


Fig. 17.

opløse steinen. Fra Zugspitzplatt beskriver Cramer (1937) unge huler hvis dannelse i hovedsaken skyldes smeltevann fra det årlige snedekke (subnival karst).

Fisktjørngrotten

ligger 15—20 minutters gange nord for gården Fisktjørnmoen og 40 meter vest for stien (fig. 2, nr. 9). Dagåpningene (kart fig. 17) ligger i en noe skifrig, gulaktig forvitrende kalkstein med atskillig muskovittglimmer. Kalken faller ca. 25° N 30° E. Hulens lengde er ca. 90 m. Profilene er store og er typiske trykkledningsprofiler, som minner om Hamarnesgrottens. Nedfalne blokker dekker bunnen i hulen i dens midtre og østre del; i den vestlige gang er bunnen dekket av sand.

Pikhaug-grottene.

Disse to grotter ligger sør for Pikhaugvatnet og i det smale marmorbånd som strekker seg fra Glomvatnet (på kartet: Glåm-vatnet) nordover til Svartisen.

Grotte nr. 1 ligger i en høyde av ca. 540 m o. h., grotte nr. 2 et par ti-meter høyere og ca. 175 m nordligere. Fig. 18 viser kart over Pikhauggrottene. Nedgangen til nr. 1 er vist på pl. 7, fig. 2 og pl. 8, fig. 1. Marmorbåndets mektighet er her 16 m og fallet 65° SE. Hulen følger strøket og har en lengde på 110 m. Nordgangen ender i en sjakt, som iallfall går 10 m på skrå nedover og fortsetter herfra. Grotte nr. 1 representerer en trykkledning, dannet ved hel vannfylling. Veggene har overalt de karakteristiske skålformige fordypninger, fremkommet ved oppløsning av steinen. Diameteren av disse »oppløsningsskåler« er gjerne ca. 20 cm. Særligst berører gangen glimmerskiferen i det hengende. Fjelltemperaturen var her 1° C (31. juli 1937).

Grotte nr. 2 er omtalt av Marstrander (1911 b) s. 16—17 under navn av Glomdalsgrotten. Inngangen er vist på pl. 8, fig. 1. Lengden er ca. 120 m. Hulens retning er NE, og den faller svakt mot den kant. Ca. 30 m fra inngangen deler gangen seg. Til høyre går den skrueformig nedover og når glimmerskiferen i hengen på to steder. Rett fram fortsetter gangen med svakt fall ca. 45 m, inntil den blir tilstoppet av sand. Terrengets høyestliggende punkt ligger over midten av denne gang. På liggen finnes en del sand og grus. De ovenfor nevnte »oppløsningsskåler« er også alminnelige i denne hule. Fra et sted litt lenger sør nevner Marstrander *rester* av en hule — som en portal inne i kalken og av bare en meters lengde. Glasialerosjonen har altså her pågått *etterat* denne hule var dannet.

Karren er meget vakkert utviklet i marmorlagene i dette område; pl. 6, fig 2 er fra nordenden av det lille vann øst for 604 m-høyden. Den alminnelige erfaring: at karren er særlig vel utviklet på nordvendte skråninger hvor sneen ligger særlig lenge, bekreftes også her. Doliner finnes, og selv om sommeren er de delvis snefylt i disse strøk (pl. 7, fig. 1). Dannelsen av dolinene er ikke avsluttet, men fortsetter den dag i dag.

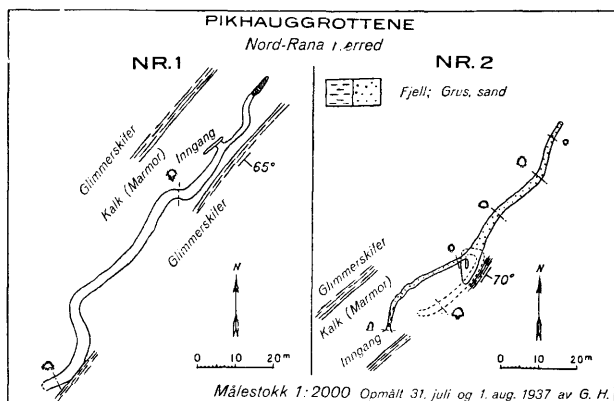


Fig. 18.

Blokker av granittporfyr,¹ som av isen er etterlatt på mar-morlaget, kan vi nå se hvile på en liten »pillar« (pl. 6, fig. 1; pl. 8, fig. 2). Denne pillar er gjerne 10—15 cm høy; og vi har her et mål for hvor meget av kalksteinlaget er tæret bort ved oppløsning siden isdekket forsvant i dette område. Etter vegetasjonens innvandring har mange steder vannet måttet passere et plantedekke og kan dermed være blitt mer aggressivt. Ved Larshullets dagåpning er det ved en lignende prosess fjernet så meget kalkstein av overflaten at tynne granittplater i kalken stikker fram ca. 20 cm. Hoel (1910) pl. 4 viser en flyttblokk av gabbro som hviler på en 24 cm høy pillar.

Antar man at det er 8000 år² siden isen forsvant fra disse områder, skulle nedtæringen av kalksteinoverflaten bli et par centimeter på tusen år. Har det vært senere isframstøt, blir tidsrommet selvsagt meget mindre. Ved undersøkelser i Nord-Wales kom Mackintosh (1883) p. 190 til lignende tall. Han fant nemlig at kalksteinen rundt flyttblokker var tæret bort i en

¹ I disse blokkene har jeg sett tydelig strømningsstruktur markert ved en tilnærmet parallell ordning av feltspatkrystallene. Marstrander (1911 a, s. 23) sier imidlertid under omtalen av denne porfyr i fast fjell at »de laa uregelmæssig uden antydning til parallellitet.« En fornyet undersøkelse av disse forhold ville ha interesse.

² Andr. M. Hansen (1892) setter lengden av den postglasiale tid til sannsynligvis mellom 7 og 9 tusenår og ikke utenfor grensene 5,5 og 11 tusenår.

tykkelse av 6 tommer (15, 2 cm), og antok at 1 tomme av kalksteinen ble tæret bort ved vannets oppløsning pr. 1000 år, idet han mente at det ikke kunne være forløpet mer enn 6000 år siden blokkene ble sloppet av isen der de nå ligger.

Med stadig kontakt vann-kalkstein kan oppløsningen gå fortere og er avhengig av vannets hastighet. Stagnerer vannet, og blir det mettet med karbonat, vil jo ikke mer stein bli løst. Man kan vel si at en spalte kan bli utvidet ved oppløsning til en bredde på 1 meter i løpet av 10 til 20 tusen år. *Betydelige hulrom kan altså dannes i løpet av geologisk talt meget korte tidsrom.*

Andre huler og underjordiske vannløp.

Øst for gården Ravnå er der et par små huler, som ikke er nevnt ovenfor. De er imidlertid av mindre interesse og skiller seg ikke vesentlig fra de andre. *Ravnåmogrotten* ligger ca. 1 km N 60° E for Ravnå og 100 m høyere enn gårdene. Lenger øst har vi den lille *Marmorrotte*, ca. 60 m NE for Ømmertjernbekkens siste utløp av fjellet. Om begge disse huler som om mange av de andre gjelder det at de kan være vanskelige å finne for den som ikke er lokalkjent. Bekken fra Ømmertjernet øst for Ravnå har et interessant underjordisk løp med en korresponderende »tørr« dalsenkning på overflaten. Ca. 250 m nedenfor Ømmertjernet forsvinner bekken mellom svære steinblokker for etter et underjordisk løp på 100—200 m å komme fram under store blokker. Et sted på denne strekning er der et stort innsunket parti (doline); det er som om taket til den underjordiske Ømmertjernbekk er styrtet inn. Etter et løp på omtrent 500 m forsvinner bekken igjen ved foten av en ur. Denne strekning kan nærmest betraktes som en langstrakt doline med et bekkeløp i bunnen. Etter nok et underjordisk løp kommer den fram i dagen igjen og renner videre ut i Ravnåga. Ømmertjernbekken kunne fortjene et nærmere studium med opptagelse av detaljkart.

Øst for gården *Granlund* er der to ubetydelige huler i en høyde av 280 m o. h.

Lenger nord har *Glåmvatnet* et underjordisk avløp i tillegg til det ordinære. I en liten vik på vestsiden av vannet kan vi

se en stor, kraftig hvirvel. Her forsvinner vannet gjennom en åpning på bunnen og har herfra et underjordisk løp,¹ til det ca. 500 m nedenfor kommer ut i Glåmåga gjennom en portal. Om høsten når det er lite vann, har Glåmvatnet her sitt eneste avløp.

Et underjordisk vannløp fra *Pikhaugene* kommer ut av fjellet straks vest for gården Glåmdalen.

Huler i strøket Rødvassdalen — Reingardslivatnet.

En mektig kalksteinsavdeling strekker seg fra gården Grønli på østsiden av Rødvassdalen, over Reigardslivatnet og Burfjellet, idet det tynner ut i denne retning (vestover). På østsiden av Rødvassdalen og umiddelbart under kalkens grense mot den overliggende glimmerskifer ligger *Grønligrotten* og *Setergrotten*, ca. 50 og 200 m over dalbunnen ved Bjørneset (ca. 60 m o. h.) i Rødvassdalen. De andre huler ligger omkring Reingardslivatnet, ca. 300 m over Rødvassdalen.

Grønligrotten.

Denne hule, som ligger straks nord for gården av samme navn (fig. 2, nr. 11), er kartlagt og beskrevet av Oxaal (1914 og 1918). Dette arbeid (1914) er det første norske spesialarbeid om en karsthule. Hans kart er gjengitt på fig. 19. Tidligere er Grønligrotten omtalt av Corneliussen (1891) og Vogt (1894). Huleinngangen ligger ved foten av et glimmerskiferflåg i en høyde av ca. 236 m o. h. Den samlede lengde av gangene er ca. 1500 m, heri innbefattet 250 m som ikke er inntegnet på kartet. Taket i hulen er glimmerskifer (fall mot NE); og hulens geologiske posisjon er den samme som den nedenfor omtalte Setergrotte, som også ligger i overkant av kalksteinen. Det er sikkert forbindelse mellom de to huler. Fig. 20 viser

¹ Omtalt av Charles Rabot (1935) s. 133. Under sine reiser i Helgeland i 1880-årene studerte Rabot også hulene og karstfenomenene. Han har imidlertid aldri publisert noe herom. Rabot døde 1. febr. 1944. Biografi, se bl. a. Den Norske Turistforenings årbok 1945, s. 203—6.

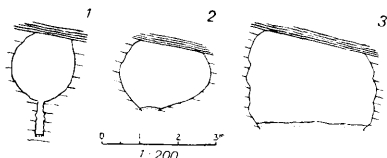


Fig. 20. Profiler fra Grønligrøtten
(se kart fig. 19) 1. Fiskekroken. 2. Nord-
vestgangen (se kart fig. 19 og pl. 15, 2).
3. Storkirken.

karakteristiske profiler fra Grønlighulen. De viser at gangene har vært trykkledninger, dannet ved hel vannfylling av rørene. Profil 1 har dessuten et lite, men karakteristisk nedskåret bekkeløpsprofil; men det er ingen bekk her nå. I hulens midtre parti løper i dag en bekk som har skåret seg ned i det opprinnelige runde trykkledningsprofil, så vi her får hule-rom med en høyde på opptil 8 m. Det er utvilsomt den samme bekk som kommer igjen i Setergrotten. Fig. 20, profil 2 er vist på pl. 15, fig. 2. Den i dette område alminnelige strekningsretning sees også i denne hule. Et sted ble den målt til N 82° E og fall 15° mot øst. En del av hulens ganger er bestemt av denne retning, mens hovedgangen går omtrent loddrett på den.

Setergrotten.

Denne hule er først funnet for en del år siden og ligger ca. 1/2 times vei fra Bjørnneset (fig. 2, nr. 12). Man har her en stor dagåpning, Resakjelen, som går på skrå nedover; men på grunn av nedfalne steinblokker er det ikke mulig eller iallfall meget vanskelig og farefullt å søke inn i hulen denne vei (kart fig. 21). Tidligere var Resakjelens bunn dekket av sne og is; men i de senere år er denne forsvunnet, så folk fra Rødvassdalen ble oppmerksom på at det var en hule innenfor. Den brukbare inngang er meget trang; den ligger litt nordenfor Resakjelen og i en høyde av ca. 100 m o. h. Som Grønligrøtten opptrer også denne hule på grensen av glimmerskifer og kalkstein, således at huletaket består av skifer. Som man vil se av kartet, har Setergrotten to hovedganger. Den vestre er ikke forgrenet, mens den østre har et mer komplisert forløp. I sin ytre del

består den av meget store rom med høyde opptil 8—9 m, og i sin indre del har gangen 2 etasjer, som begge slutter i vann (sifong). Den øvre av disse etasjer, *Marmorgangen*, går i hvit krystallinsk kalkstein. *Tverrgangen* forbinder østre og vestre hovedgang. Mot øst fører *Slamgangen*, som innerst har en synk. Her er det mulig å komme videre; men da må man ha med seg en stige (taustige). Den samlede lengde av de oppmålte ganger er ca. 1500 m. Med hensyn til avleiringer består disse i Vestgangens indre del av sand.¹ I de store rom er bunnen dekket av nedfalne blokker. *Marmorgangen* er praktisk talt uten avleiringer. *Slamgangen* har meget rullestein, dekket av et slamlag, sikkert avsatt i perioder da vannet strømmet gjennom gangen. Ved å legge papirlapper på forskjellige steder i gangen skulle det være lett å bringe på det rene om vannet har sitt løp her om våren. En bekk kommer ut fra en revne på høyre side innerst i Østgangen. Det er utvilsomt den samme bekk som strømmer gjennom Grønligrotten. Ca. ½ km NNW for Setergrottens dagåpning kommer en bekk ut av fjellet og danner en ca. 170 m² stor dam («Pøla»). Det er bekken i hulen som her kommer ut i dagen.

Ca. 80 m nedenfor inngangen til Setergrotten er der en kilde, som imidlertid er meget liten.

Dryppstein av betydning finnes ikke i Setergrotten. Et par steder forekommer is.

Hulen er anlagt etter sprekker, som forløper omkring N 20°—25° E. En strekningsretning N 70°—80° E og retningen N 70° W markerer seg også i hulrommenes forløp. De to tynne granittganger som skjærer hulen, følger strekningsretningen, som stuper 8°—9° i østlig retning.

Lufttemperaturen innerst i hulen ble målt til 3½°. Sand innerst i vestre hovedgang hadde samme temperatur (aug. 1939).

Setergrottens profiler er inntegnet på kartet fig. 21. De har, som det vil sees, betydelige dimensjoner; og ved nedrasing av taket når de flere steder et stykke opp i glimmerskiferen. Profilene viser at hulen engang har vært helt vannfylt (runde

¹ En petrografisk undersøkelse av sandprøver fra de forskjellige huler vil muligens gi resultater av interesse.

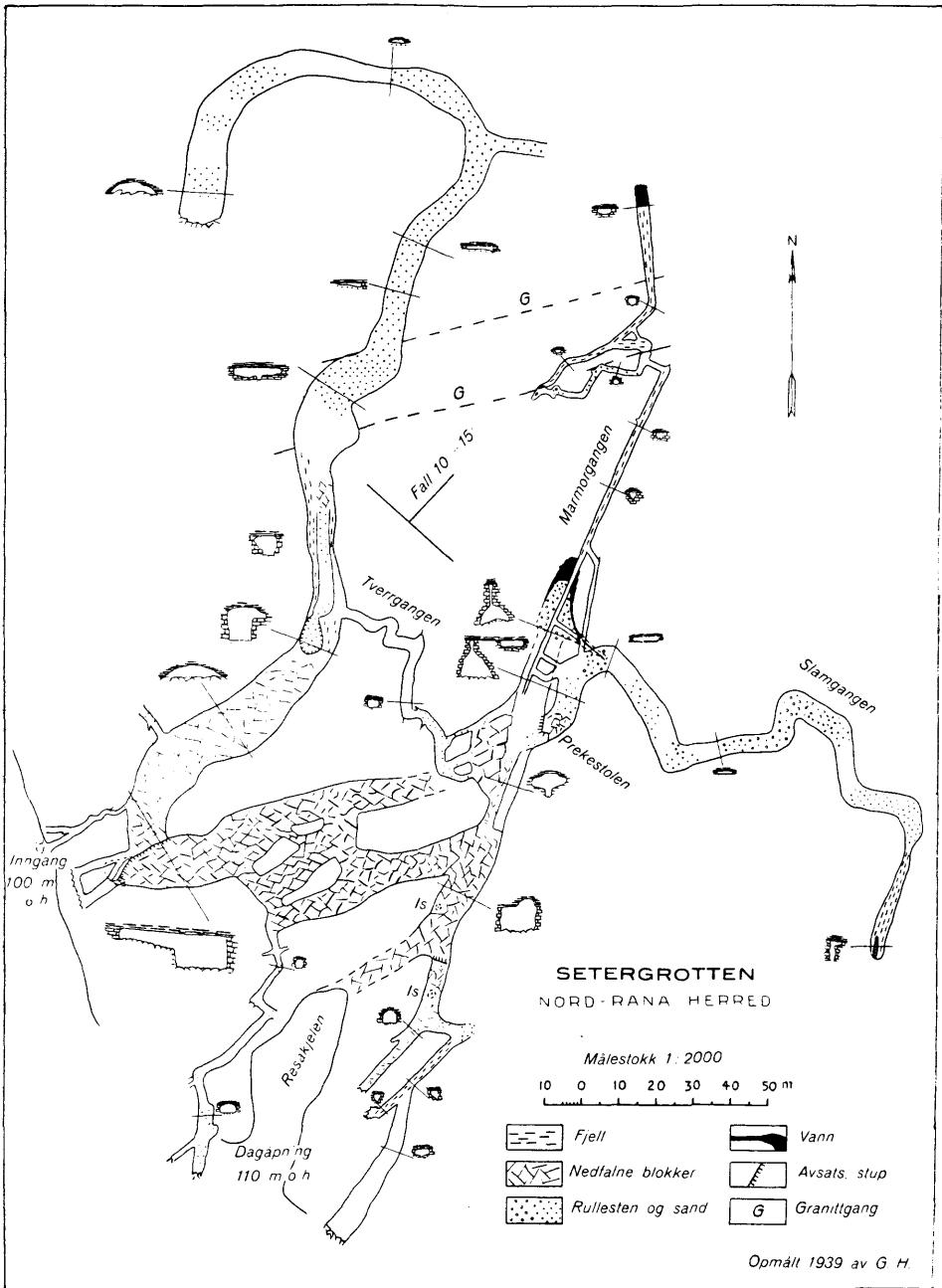


Fig. 21.

trykkledningsprofiler), men at vi deretter har hatt en periode da vannløp har skåret ned et bekkeløpsprofil, som f. eks. i Vestgangens midtre del.

Da hulen ligger under den marine grense,¹ kunne man tenke seg at en tidligere havstand på en eller annen måte hadde etterlatt seg spor i hulen; men hittil har jeg ikke kunnet finne noen. I Svartisdalen, en sidedal til Rødvassdalen, er det en terrasse 100 m o. h. (Grønlie 1906, s. 47). Havet har altså hatt en stand hvorved det akkurat nådde opp til Resakjelens nivå. Det er derfor sannsynlig at denne påfallende store huleåpning er dannet ved havets medvirkning.

Reingardslivatnet.

Reingardslivatnet ligger vest for Rødvassdalen i en høyde av 364 m o. h. Dets areal er 2,6 km² og største dyp er 75 m. Resultatet av en opplodning av vannet er vist på fig. 22. Som man ser, er vannet grunt i sin vestlige og østlige del og har i midten et dypt parti, som mot øst har en markert begrensning etter en linje N 20° E, som er den alminnelige retning for bestemte sprekker i dette strøk (se hulekartene fig. 24, 27 og 29). Ved vannet står overalt kalkstein, når unntas den østlige del, hvor der er glimmerskifer (sammenlign utbredelsen av kalkstein på kartet fig. 2). Det er rimelig å anta at oppløsning av kalksteinen har vært sterkt medvirkende til de eiendommelige dybdeforhold. Ved Reingardslivatnet ligger flere av distriktets betydeligste huler: på sørsiden Larshullet, Olavsgrotten og Lapphullet; og på nordsiden Reingardsligrotten. Her er også en »aktiv« hule, hvis bekk munner ut i vannet straks vest for Reingardslia. Her har der vært en gård; men nå er husene borte (pl. 9, fig. 1). Lappene hadde her i gamle dager et samlingssted, hvor reinen ble inngjerdet og merket.

Bekken vest for Reingardslia kommer ut av fjellet i en høyde av 450 m o. h. etter et underjordisk løp på ca. 300 m. Fjellet består av glimmerskifer med marmorlag som er vel blottet hvor bekken begynner sitt underjordiske løp, i en høyde av 500 m

¹ Etter kartet i Bjørlykke (1940) ligger den marine grense i dette strøk mellom 125 og 150 m.

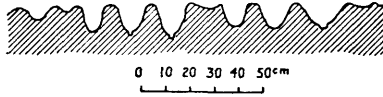


Fig. 23. Profil av karren-groper ved Reingardslivatnet.

(pl. 1). Vi befinner oss her ved tregrensen. En slik åpning, hvor en bekk eller elv forsvinner, kalles ofte med et serbokroatisk ord for *ponor* (betyr avgrunn, svelg). Bekkehulen kan ikke passeres i sin fulle lengde, idet profilet ett sted blir helt utfyllt av bekken. Runde trykkledningsprofiler savnes. Overallt er de mer eller mindre rektangulære og bredest nedentil. De viser at det er bekken som i hovedsaken har laget hulen, men uten å fylle den helt med vann. Til å begynne med må imidlertid passasjen ha vært et lite, men helt vannfylt rør. Spor etter et sådant trykkledningsprofil sees også enkelte steder nær taket. Ettersom røret ble utvidet ved oppløsning, ble der ikke nok vann til å fylle det helt; vi fikk et bekkeløp, som ved oppløsning og erasjon »saget« seg ned i kalksteinen.

Kalksteinsfjellet ved Reingardslivatnet er sterkt gjennom-satt av sprekker, så alt vann forsvinner fort, og overflatebekker finnes praktisk talt ikke, selv etter sterke regnskyll. Der er flere underjordiske bekker og kilder, f. eks. en ved den sørligste bukt, og små dolineaktige fordypninger er alminnelige. I det hele er Reingardslivatnets omgivelser i »karstmessig« henseende et meget interessant område, vel egnet til detaljstudier; og her er ennå meget å gjøre. Ved stranden i den sørligste bukt av Reingardslivatnet sees gode eksempler på renneformige *karren* (kanelringer). Fig. 23 viser et snitt av disse. Like under vannflaten finnes noen eiendommelige groper (pl. 13, fig. 2). De er kanskje dannet ved at råtnende planterester ved sin avgivelse av kulldioksyd har bevirket en øket oppløsning av kalksteinen på en rekke mer eller mindre tilfeldige punkter. Det kan også tenkes at kulldioksydproduserende alger har samlet seg i de til å begynne med meget små groper (jfr. King 1927, s. 636). Pl. 19, fig. 1 er et parti fra den sørvestlige bredd av Reingardslivatnet. Man ser her sprekkeutvidelser og »huler« i vann-nivå. Øst for Reingardslivatnet skal der også være et par huler, som det ikke har vært anledning til å undersøke. Deres omtrentlige beliggenhet er vist på kartet i Horn (1935).

Larshullet.

Denne hule er oppkalt etter Lars Bjørnnes, som fant hulen i 1870-årene. Den er omtalt av Oxaal (1914 a). Larshullet (fig. 2, nr. 13) ligger i en høyde av 394,3 m o. h. eller vel 30 m over Reingardslivatnets nivå. Inngangen er meget uanselig (pl. 12, fig. 1). Ved denne sees i den grå kalkstein tynne granittplater (1—2 cm), som er småfoldet, og hvis foldningsakse faller ca. 7° i retningen N 84° E. Etter denne strekningsretning er Larshullet anlagt.¹ Granittplatene stikker fram fra kalken, så gjennom et langt tidsrom har vannet kunnet virke oppløsende på fjellet her. Inngangen ligger i den østlige ende av en lang forsenkning, som har samme retning som hulen selv. Forsenkningen kan oppfattes som en slags doline i fast fjell fra hvis bunn vannet har avløp gjennom sprekker. Ca. 60 m vest for Larshullet og i nordkant av forsenkningen finner vi således en natursjakt, ca. 15 m dyp, anlagt etter en sprekk, som stryker N 20° E. Der er en kraftig trekk opp, så der må være passasjer videre nedover.

Den samlede lengde av de oppmålte ganger i Larshullet er ca. 2300 m; og det innerste punkt ligger ca. 1335 m fra inngangen og 284 m under denne. Fallet er ca. $12\frac{1}{2}^\circ$. Fig 24 og 25 viser et kart over Larshullet. De første 300 m er hulen til dels lav og vanskelig å passere og med flere knekk etter tverrgående sprekker. Ca. 150 m fra inngangen er der en sjakt som iallfall er 10—12 m dyp. Ved nedstigning (taustige) skulle det her være mulig å finne nye hulepartier. Straks før fastmerke 1² har hulen form av en dobbelttunnel, hvis øvre rør er vist på pl. 14, fig. 1. Ca. 40 m øst for »1« blir hulen meget trang (pl. 21, fig. 2). Ca. 300 m fra inngangen kommer der ut en bekk under hengen; og denne bekk kan vi med avbrytelser følge hele veien nedover. I *Storkirken* har hulen en større utvidelse (pl. 21, fig. 3) etter en sprekk som har den

¹ Det fortjener å bemerkes at denne retning (som også er Lapphullets) er omtrent den samme som retningen for Bossmo kiskeforekomst 10 km sør for hulen.

² Disse »fastmerker« består av en ring og et tall, påsatt med hvit maling. 1 = 100 m, 2 = 200 m målt hulelengde fra inngangen.

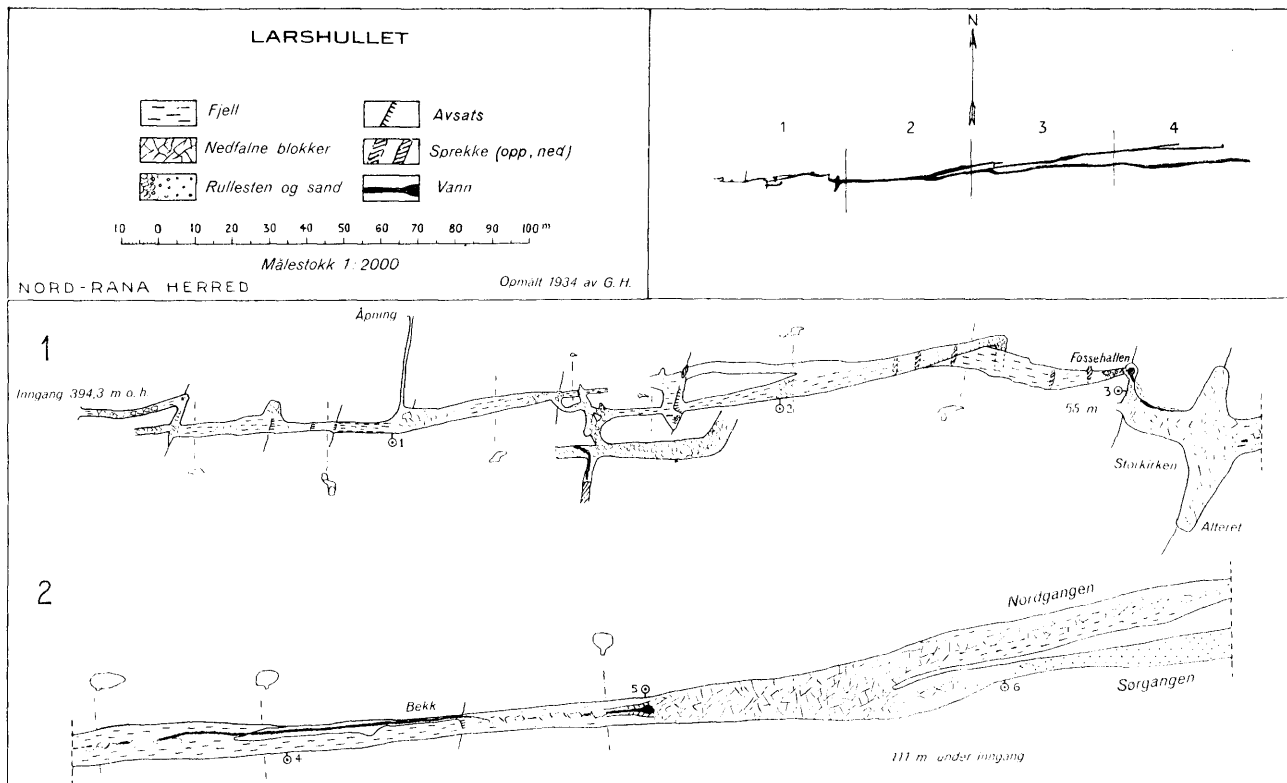


Fig. 24.

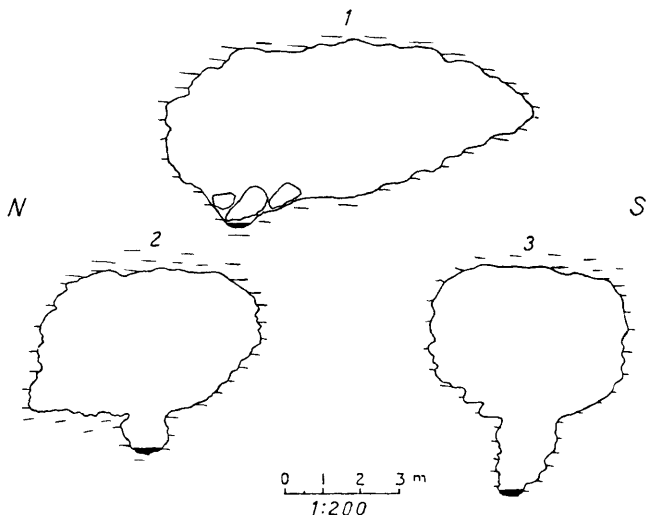


Fig. 26. Profiler fra Larshullet

vanlige retning, litt øst for nord. Videre østover har hulen stort profil, som en jernbanetunnel; og omtrent 230 m fra Storkirken deler den seg i to ganger som forløper omtrent parallelt. *Sørgangen* har fra *Delet* (navnet er falt ut på kartet) en lengde av ca. 750 m. Innerst blir den tilstoppet av sand; men ved gravning vil man sikkert kunne komme videre. Vi befinner oss her ca. 1330 m fra inngangen og 284 m lavere enn denne. Det tar ca. 2 timer å gå ut herfra. Den vertikale avstand til overflaten er ca. 265 m; og den korteste avstand til dagen er et par timeter mindre. Lufttemperaturen ble målt til 4°C (15. aug. 1935). Temperaturen av sand på dette sted var den samme.

Nordgangens forløp vil fremgå av kartet. Den har 2 avsatser, begge på ca. 7 m og ender i en sjakt, ca. 23 m dyp. Ved hjelp av en taustige må det være mulig å komme ned her; og fra bunnen vil man sikkert finne at gangen fortsetter. Vannet fra den bekk som følger Nordgangen, styrter ned i sjakten og kommer ut igjen i en av de kilder som finnes på vestsiden av Rødvassdalen (Asphaugmo).

Larshullet er anlagt etter strekningsretningen ca. N 85° E og etter tverrsprekker ca. N 10° E. Av kartet vil man se hvilken rolle disse to retninger spiller for hulens utforming.

Stort sett har Larshullet utpreget »tunnel«-karakter. Profilene viser på de fleste steder trykkledningsprofiler, ofte med et bekkeløpsprofil (se fig. 26).

Avleiringene i hulen er for en stor del sand, særlig i Sørgangen, og i Nordgangen er der også meget slam. I den ytre del finnes rullestein.

I hulens ytre del, vest for fastmerke 3, sees i taket mange spalter, utvidet ved oppløsning.

Dryppstein og sinter er nokså alminnelig i Larshullet. Den største dryppstein ble målt til 71 cm (en stalaktitt). Den finnes i et siderom ca. 10 m vest for Fossehallen.

Som profilene viser, er hulen dannet ved hel vannfylling; og etterpå har man hatt en periode da en bekk strømmet gjennom hulen, dog uten å fylle den helt. Da ble der i det runde trykkledningsprofil innskåret et bekkeløpsprofil. Den dag i dag renner en bekk i grotten, så dette stadium kan man si fortsetter. I Sørgangen er store partier av hengen falt ned; og i Storkirken er det samme tilfellet, hvorved det opprinnelige profil er blitt sterkt modifisert. Altså en tendens til dannelse av et stabilt hvelv.

Nede i hulen går luften oppover; men ved inngangen er der svak luftstrøm innover. Luften siver nok ut gjennom de mange sprekker i fjellet og får derved et komplisert løp.

Olavsgrotten.

Sør for Larshullet og ca. 30 m nord for stien til Reingardslivatnet ligger Olavsgrotten (fig. 2, nr. 13 og fig. 22). Navn etter lærer Olav Sjønes i Rødvassdalen. Høyden over havet er 397,5 m eller 33,5 m over Reingardslivatnet. Kalksteinen faller her 30—35° i nordlig retning og synes å være mindre tektonisk forstyrret enn ved de andre huler like i nærheten. Hulens samlede oppmålte lengde er ca. 425 m. Inngangen er meget trang. Hulrommene forløper dels omtrent i strøkretningen; dels følger de spalter som går i den vanlige retning, om-

kring N 10° E. Hulen ligger i samme lag av kalksteinen og følger derfor dette på dypet, så de laveste punkter i Olavsgrotten ligger 50 og 60 m under inngangen. I hulens dypeste punkt (60 m) finnes stillestående vann hvis nivå varierer en del fra år til år og sikkert også med årstiden (snemeltning om våren). Hulens profiler avviker fra de vanlige: De er mer eller mindre firkantede, parallell lagningen (pl. 15, fig. 1), og med en høyde fra omkring meteren til 30 cm. Hvor hulen følger en sprekke, får hulrommene spalteform. Oppløsnings-skåler er alminnelige; (pl. 15, fig. 1) og uoppløselige infiltrasjoner av kvarts og glimmer sees flere steder å rake fram.

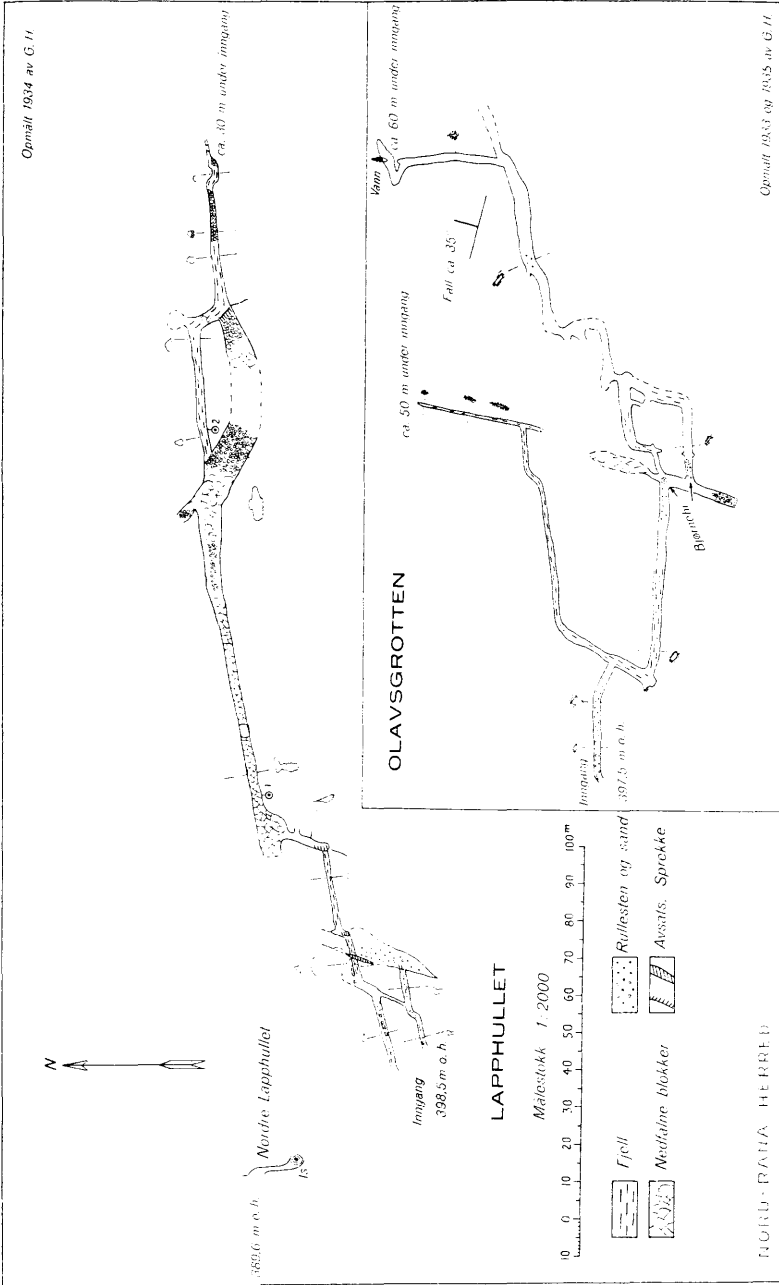
Olavsgrotten er som de andre huler en trykkledningshule, dannet ved hel vannfylling av hulrommene. Spor etter bekkeløp sees praktisk talt ikke, og avleiringer av sand og stein er meget sparsomme. En del tynne dryppstein forekommer. Også i de innerste partier er luften frisk, så passasjer som tillater luftsirkulasjon, må fortsette videre.

Lapphullet.

Lapphullet, også kalt Bjørnågrotten (etter gården B. i Rødvassdalen) ligger litt vest for de to foregående huler (fig. 2, nr. 14). Den er omtalt av Corneliussen (1891) som besøkte den i 1874, og Oxaal (1914). Høyden over havet av inngangen er 398,5 m eller 34,5 m over Reingardslivatnet. Kalksteinens strøk er ca. ESE og fall 20°—25° NNE. Inngangene til hulen (kart fig. 27) ligger like ved stien som fører fram til vannet. Ca. 50 m NW for det egentlige Lapphull ligger en mindre hule, *Nordre Lapphullet*, som skal ha forbindelse til hovedhulen. Passasjen er i tilfelle meget lav og vanskelig. Nordre Lapphullet er ganske lav i sitt ytre parti; og bunnen er dekket med is. Luftdraget er her meget sterkt.

Lapphullets innerste punkt ligger 260 m i retningen N 80° E fra inngangen og ca. 30 m under denne. Samlet lengde av de målte ganger er ca. 390 m. I sin ytre del er grotten ganske komplisert, med hulrom i to etasjer. Ellers er forløpet noenlunde rettlinjet, med et par knekk etter tverrsprekker.

Hulen er anlagt etter strekningsretningen N 80° E som faller 9°—10° mot øst. Foldning etter denne retning sees ut-



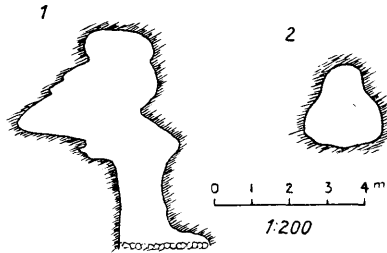


Fig. 28. Profiler fra Lapphullet.
1. Ca. 25 m vest for fastmerke 2. Oven-
til trykkledningsprofil med nedentil inn-
skåret bekkeløpsprofil. 2. Rundt trykk-
ledningsprofil ved fastmerke 2.
Se også pl. 11.

merket i det tunnelformige huleparti ca. 50 m fra inngangen (pl. 14, fig. 2). Delvis forløper hulen også etter tverrsprekker med retning N 20° E. I sin indre del har Lapphullet også retningene E 25° S og ca. SE. Lufttemperaturen 27. aug. —35: 21¼° C.

Profilene viser typiske trykkledninger og bekkeløp. Trykkledningsprofiler sees best i hulens ytre og indre parti (fig. 28, 2 og pl. 11, fig. 2) mens man i det midte område (mellom fastmerkene 1 og 2) og i den søndre dagåpning har både trykkledningsprofil og bekkeløpsprofil (fig. 28,1 og pl. 11, fig. 1).

I Lapphullet finnes betydelige mengder steinblokker nedfalte fra taket, og i den indre del er det meget rullestein (hodestørrelse), for størstedelen bestående av kalkstein; men der er også kvartsitt og glimmerskifer. Innerst er hulen tilstoppet av stein og sand. Lapphullet har praktisk talt ikke dryppstein. Luftdraget går innover, men er ikke særlig utpreget. I Nordre Lapphullet går der et sterkt drag ut gjennom åpningen (her har det dannet seg en iskake). I Lapphullets søndre dagåpning er der atskil- lig plantevekst (bregner og mose).

Da hulen var helt vannfylt, ble de rørformige trykkledninger utarbeidet. Senere fikk vi en periode hvor vannet må ha rent som en bekk eller elv; og da ble der skåret ned et bekkeløpsprofil eller erosjonsprofil. Under dette stadium ble sann-

synligvis rullestein og annet løsmateriale skyllet inn i hulegangene.

Ved fastmerke 2 viser trykkledningen skålførmige fordypninger på veggene (pl. 11, fig. 1), som støter mot hinannen med polygonaktig begrenning. Jeg har kalt disse former *oppløsnings-skåler* (Horn 1937), da det hele selvsagt er et oppløsningsfenomen. De er meget alminnelige i Ranahulene. De minner om de skålførmige fordypninger man kan iaktta på sne og isflater som bestrykes av varm luft.

Reingardsligrotten.

Hulen ligger ca. 450 m nord for den vestlige ende av Reingardslivatnet (fig. 2, nr. 15), ca. 90 m over vannets nivå eller 450—460 m o. h. (fig. 22). Kalksteinen har her et svakt fall mot NNE.

Samlet lengde av hulen 300 m.

Der er 2 innganger (fig. 29); den vestlige ligger litt høyere enn den østlige. Reingardsligrottens midtparti har en høyde på 2—3 m; men ellers er grotten lav, omkring meteren.

Hulen er meget markert anlagt etter sprekkesystemer, mest etter retningene N 17° E og E 15° S, men også etter N og S; altså 2 sett retninger loddrett på hinannen. En strekningsretning (ESE) kan også sees. Den faller få grader mot øst. Vestgangens midtre del har i liggen en tynn granittplate. Profilene er i grottens midtparti elliptiske og med sprekkeutvidelser i taket; vestgangen er lav og har et rektangulært til rundaktig profil. Her renner en bekk, som forsvinner i en tverrsprekk og kommer til syne igjen i bakken midtveis mellom og litt lavere enn dagåpningene. Av sedimenter i denne hule merker man seg atskillig sand innerst i vestgangen. Der er helt ubetydelig med dryppstein. Luften går om sommeren ut av østre dagåpning. Pl. 9, fig. 2 er foto. sta. 2 på kart fig. 29. Man ser sprekken som denne del av hulen er oppløst etter. Mannen sitter foran sidegangen som leder til dagen. På liggen sees sand. Oppløsningen har frembrakt skålførmige fordypninger (til høyre); og uoppløselige mineraler (kvarts og glimmer) stikker fram som

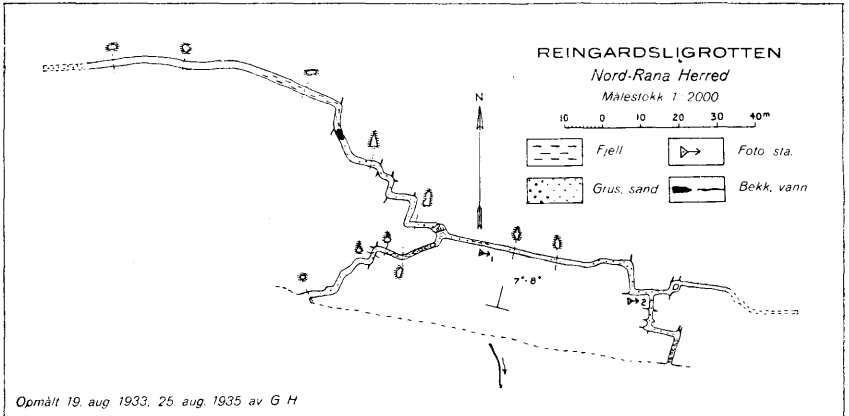


Fig. 29.

ribber. Pl. 10, fig. 1 er foto. sta. 1 på samme kart. Elliptisk tverrsnitt med mange fremspringende ribber. Disse infiltrasjoner i kalksteinen kan danne langt fremspringende plater og hengende »bord«.

Det fremgår av profilene at hulen i hovedsaken er dannet ved hel vannfylling av røret (trykkledning). Men vestgangens østre parti har et profil som synes å tyde på at en bekk har rent på hulens gulv, og at denne del derfor også har hatt et bekkeløpsstadium (som gangen lengre vest for øvrig fremdeles befinner seg i, idet her renner en bekk).

De nevnte sandmasser er sannsynligvis innspylet i hulen etterat denne i hovedsaken var dannet; men det er også mulig at sanden kan være fremkommet under oppløsningen av steinen, idet denne kan inneholde atskillig kvarts. Man kunne derfor i huler skille mellom sedimenter fremkommet og avleiret samtidig med hulens dannelse — *syngenetiske* — og sådanne innspylet og avleiret etter dannelsen — *epigenetiske* (Horn 1937). En petrografisk undersøkelse av hulen sedimenter ville være meget verdifull med henblikk på dette spørsmål. Den er ennå ikke foretatt. Kanskje kunne man da også komme på sporet av andre problemer.

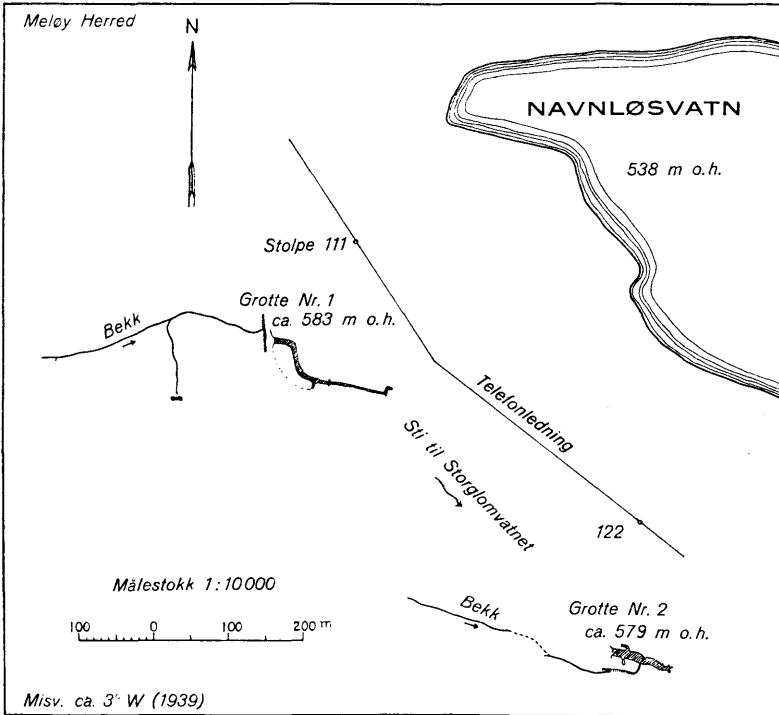


Fig. 30. Grottene ved Navnløsvatnet, Glomfjorden.

Meløy herred.

I det store kalksteinsområde nord for Storglomvatnet og øst for Glomfjorden (fig. 2) er karstfenomener alminnelige. Der er karren, sprekker, doliner (pl. 18, fig. 1 og 2, pl. 19, fig. 2 og pl. 20, fig. 2); og et par betydelige huler finnes også. Deres beliggenhet er gitt på kartet fig. 2, nr. 16 og 17 og på fig. 30.

Også i dette område er en strekningsstruktur med østlig fall alminnelig og har vært bestemmende for hulenes forløp, som for øvrig blir modifisert av N—S gående spalter.

Grotte nr. 1.

Dens store dagåpning ligger i en høyde av ca. 583 m o. h. og på østsiden av en langstrakt forsenkning etter hvilken der renner en bekk som forsvinner like ved huleinngangen, men ca.

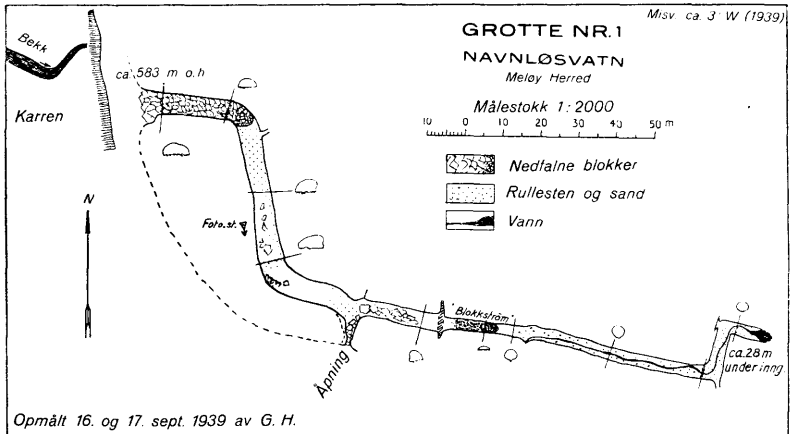


Fig. 31.

9 m lavere (pl. 17, fig. 2). Denne bekks forsvinnen er en typisk ponor (s. 44). Hulens lengde er ca. 220 m; og dens innerste punkt ligger ca. 28 m under inngangen. Lufttemperatur her 17. sept. 1939: 3° C, temp. av slam $2\frac{1}{2}^{\circ}$ C. Profilene er i den ytre del meget store og har utpreget tunnelkarakter (pl. 17, fig. 2). Fra den store dagåpning er steinblokker glidd innover, så vi her igjen får en av de tidligere (s. 22) omtalte »blokkstrømmer«. En lignende »strøm« er kommet inn igjen— nom en mindre dagåpning (kart fig. 31).

Grotte nr. 2.

Denne ligger sørøst for den foregående og omtrent i samme høyde, nemlig 579 m (kart fig. 32). Dagåpningen til denne hule er også stor. Lengden av de oppmålte ganger er ca. 140 m; og det innerste punkt ligger ca. 22 m under inngangen. Den bekk som går ned i fjellet sør for inngangen, krysser hulen et stykke inn; og det er mulig å trenge fram langs bekkens passasjer herfra og ut i dagen. Store mengder av rullestein dekker bunnen i hulens indre del. Her er der også noen store spalter (pl. 20, fig. 1).

Med hensyn til dannelsen av disse huler er det også her sannsynlig at de ble dannet under isen (subglasialt). Senere

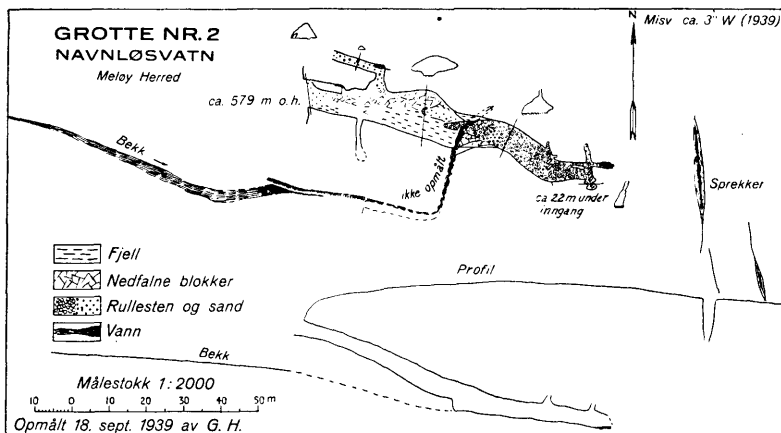


Fig. 32.

har de fått sin bunn nedskåret av et bekkeløp. De særdeles store profiler som disse huler har, er imidlertid bemerkelsesverdige; og det er ikke helt klart hvorfor de er så store. Forholdet mellom hulene og de bekker som er nevnt, kunne også fortjene fortsatte undersøkelser, likesom dette karststrøk i sin helhet.

Oversikt over hulenes lengde.

Stokkvikgrotten ¹	400 m
Tørrbekkeng-grotten	240 »
Tukthuset	200 »
Hamarnesgrotten	2200 »
Nordre Hamarnesgrotte	370 »
Pallangrottene	330 »
Ravnågrotten	90 »
Bjørnpallgrotten	150 »
Fisktjørngrotten	90 »
Pikhaug-grotte nr. 1	110 »
Pikhaug-grotte nr. 2	120 »
Grønligrotten	1500 » ²
Setergrotten	1500 »
Larshullet	2300 »

¹ Etter Nils Ravnaas' oppmåling.

² Herav kartlagt ca. 1210 m (Oxaal 1914).

Olavsgrotten	425 m
Lapphullet	390 »
Reingardsligrotten	300 »
Glomfjord. Grotte nr. 1	220 »
Glomfjord. Grotte nr. 2	140 »

Dette er lengden av alle de ganger som er oppmålt — til sammen 11 075 meter. Ved fortsatte undersøkelser og gravninger vil hulene utvilsomt i mange tilfelle vise seg å være meget lengre; og nå atskilte huler vil man finne henger sammen. Ovennevnte tall vil da bli øket betydelig. De oppregnede lengder har derfor en svært betinget verdi.

Dannelsen av hulene.

Med hensyn til den tid da hulene ble dannet, er der fire muligheter: (1) De er yngre enn den siste istid; (2) de er dannet under en av istidene, da hele det område hvor våre karsthuler finnes, var dekket av is; (3) de er dannet i en mellomistid (interglasial), eller (4) de stammer fra før istiden (preglasial). En dannelse som er foregått både før, under og etter istiden, kan også tenkes (5).

Om den første mulighet (1) kan sies følgende: De fleste huler er nå helt tørre; og overflatens topografi er slik at vi vanskelig kan tenke oss at et vannløp kan ha dannet dem.

Hulene er således morfologisk »døde« — ingen formdannelse av betydning foregår mer —; og de må ha vært det så lenge vi har hatt den nåværende topografi. En dannelse etter istiden (postglasial) kan derfor i alminnelighet ikke komme på tale. Visstnok gjennomstrømmes enkelte huler nå delvis av bekker; men disse har bare formådd å skjære ned et mindre bekkeløpsprofil (erosjonsprofil). Man finner også huler hvor enkelte partier er vannfylt; og her foregår en virkelig huledannelse (hulen er »aktiv«) den dag i dag; men dette er helt lokalt. Hulenes dimensjoner er imidlertid så små at dannelsen ikke kan tenkes å ha foregått gjennom lange tidsrom. Den ovenfor nevnte mulighet (5) kan derfor ikke komme på tale. En mulig preglasial alder (4) skal så omtales i korthet. Det må da

erindres at de nåværende fjelltopper omtrent markerer den landoverflate vi hadde før istiden. Landets topografi dengang antas å ha vist lave fjell og brede daler. Våre huler ville ha ligget i et dyp av ca. 500 m under denne overflate, altså dypt under det daværende grunnvann-nivå. Men en huledannelse i et slikt dyp er neppe mulig. Hadde de vært så gamle, måtte vi dessuten nå ha hatt svære hulrom og ikke bare de forholdsvis små passasjer som utgjør våre huler.

De grunner som taler mot en preglasial alder, kan også anføres mot en interglasial (3) tidfesting. Det må da erindres at landets relieff før den siste istid hadde en topografi som i sine store trekk ikke vek meget av fra den nåværende; men overflaten må jo ha ligget meget »høyere«, så meget som isen i den påfølgende istid har slipt og transportert vekk. Oxaal (1914) avviser i sin diskusjon av hulenes alder også den interglasiale tidfesting, men antar at de første »anlegg« til hulene kan føres tilbake til interglasial tid. Det kan vel også være riktig i enkelte tilfelle; men å »bevise« det torde bli vanskelig. Da en glasial alder (2) som utredet nedenfor, forklarer alle vesentlige trekk ved hulene, er der heller ingen grunn til å anta at de er interglasiale.

Under den siste istid var hele det område hvor våre karsthuler finnes, dekket av en iskappe. Ved sine undersøkelser av Grønligrotten kom Oxaal (1914 a) til det resultat at hulen var dannet under et avsnitt av den siste istid, mer spesielt dengang en isbre fylte Rødvassdalen (på hvis østside Grønlihulen ligger). Han sier herom (l. c. p. 19): »Under et avsnitt av istiden, sandsynligvis nære dennes avslutning, har der gaat en mægtig jøkel ned gjennom Rødvassdalen og har fylt op denne dal til en høide av mindst 200—250 m over dalbunden [hulen ligger ca. 200 m over]. Smeltevandet som har rindt av bræen, har søkt sit avløp under bræen, mellem denne og den faste fjeldgrund . . . [og] har . . ., idet det naaede ned til kalkstenen, hat en mulighet for at kunne finde sig et avløp gjennom denne let opløselige bergart.« Oxaal fastslår således utvetydig den glasi-ale opprinnelse av Grønlihulen, men henlegger huledannelsen til breens *randsoner* og kommer ikke inn på temperaturforholdene i fjellet under og utenfor en isbre. Disse er imidlertid, som

det vil fremgå av det følgende, av fundamental betydning for forståelsen av huledannelsen i isdekte trakter. Werenskiold (1922, s. 9) kom ved teoretiske betraktninger til det resultat, at under en aktiv isbre er temperaturen praktisk talt på isens smeltepunkt.¹ Har breen en større bredde enn 400 m, vil det frosne fjell på begge sider *ikke møtes under breen*, hvor vi følgelig får et område med ufrosset fjell. Dette gjelder Spitsbergen, hvor han regner med en årlig middeltemperatur på -8° C. Ved de undersøkelser som Sverdrup og Ahlmann utførte i 1934 på Spitsbergen av de glasiologiske forhold ved Isachsenfonna ($79^{\circ} 9'$ n. br.), er spørsmålet helt klarlagt. Av de målinger som ble foretatt, kunne trekkes den konklusjon at fjellet under Spitsbergens isområder og breer måtte ha en temperatur av 0° eller endog høyere (Sverdrup 1935). Hvor fjellet ikke var dekket av sne og is, var det frosset til et dyp av 200 til 250 meter. Sverdrup påpeker betydningen av dette for gruvedriften: Kommer drifter inn i fjell som ligger under et isdekt område, må man være forberedt på å møte vann på fjellsprekke. For forståelsen av karstfenomenene i før isdekte områder er dette overordentlig viktig, idet smeltevann fra breens *underside* derved kan få anledning til å trenge inn på fjellets kløfter og sprekker; og består fjellet av kalkstein eller en annen karstbergart, kan vi få huledannelse (*subglacial forkarstning*). Vannmengdene har sannsynligvis ikke vært store. Hulene krever heller ikke de store vannmengder til sin dannelse; en langsom strøm gjennom passasjene i fjellet er tilstrekkelig. Vannet vil altså kunne trenge ned i fjellet hvor som helst uten hensyn til topografien; og huler kan bli dannet i fjellet under isdekket. Det er da klart at huleinngangenes topografiske beliggenhet blir helt vilkårlig og deres »umulige« posisjon på mange steder får på denne måte en god forklaring. Oxaal mener tydeligvis at det er smeltevann ved breenes *randsoner* som har vært det virksomme; men etter ovenstående er det motsatte tilfellet: det er vann på breenes *underside* som har trengt ned i fjellet. Noen forbindelse mellom breenes *randsoner* og hulenes posisjon skulle således ikke kunne

¹ Oxford University Arctic Expedition 1935—36 til Nordaustlandet (Spitsbergen) støtte på vann (en liten »sjø«) i breen, 20 m under overflaten (Moss 1938)!

påvises. Vannet vil altså trenge inn på fjellsprekkene, såsant disse har de nødvendige dimensjoner, dvs. er farbare i Lehmanns betydning (se s. 13). Er bergarten oppløselig, som kalkstein, begynner vannet straks å utvide passasjene. Det virker først og fremst ved sin *oppløsende* evne; og de formelementer som vi finner i våre huler, tyder også på at så har vært tilfellet. Noe fast materiale vil vannet alltid føre med seg; og ved oppløsning av uren kalkstein kan uoppløselige mineraler bli tilbake som et sandaktig residuum. Mekanisk erosjon av betydning kan sjelden eller ikke påvises i hulene. At vannet også i mange tilfelle har beveget seg langsomt, er sikkert. Med de tverrsnitt som enkelte huler har, måtte der også urimelig store vannmasser til hvis vannet skulle ha beveget seg med en stor hastighet.

Først sirkulerer altså vannet på spalter og langs andre kanaler i fjellet som er farbare for vannet. Vannet fyller hulrommene helt; og der dannes små *trykkledninger* med — som hulene viser — sirkulært eller elliptisk tverrsnitt (fig. 1, s. 14). Oxaal (1914, s. 20) mener at det sirkulære tverrsnitt er »fremkommet ved den sterke avslitende virksomhet av de medførte faste bestanddeler«. Han støtter seg her til Katzer-Bocks efforasteori, etter hvilken vann under høyt trykk og ved mekanisk erosjon skulle »bore ut« gangene (se s. 12). Det sirkulære eller elliptiske tverrsnitt er riktignok fremkommet ved at vannet har fylt helt tverrsnittet og altså stått under *trykk*; men dets bevegelse kan ha vært langsom; og hulrommet bærer alle tegn på å være dannet ved oppløsning, ikke ved mekanisk erosjon. Katzer-Bocks teori i sin ytterliggående form er derfor også nå forlatt. Strømmet vannmassene med stor kraft gjennom hulen og medførte meget faste bestanddeler, kunne man vel også vanskelig få alle de fremspring og fint utmodellerte detaljer som man faktisk har i de fleste huler, om kanskje ikke så typisk i Grønligrotten. Oxaal anfører at Grønligrotten har forholdsvis ytterst få, store og lite forgrente ganger, mens de lengre inn er smalere, tallrikere, mer forgrente og uregelmessige. Det kan passe på Grønligrotten; men, som en vil se ved et blick på kartene, det er ikke en alminnelig regel. Det kan like godt være omvendt, som f. eks. i Larshullet. Forekomsten av hulrom er avhengig av fjellets grad av kløftning og av de muligheter vannet har

hatt for å sirkulere på disse kløfter (og etter andre tektoniske elementer), hvilket igjen er avhengig av kløftenes primære dimensjoner.

Huledannelsen »begynner« heller ikke på overflaten; men utvidelsen til større hulrom foregår — ved oppløsning — overalt på de passasjer som vannet følger. At vannet »med veldig kraft« skulle presses inn i fjellet, er helt unødvendig for å forklare hulene. En sirkulasjon av vannet — gjerne langsom — etter kløfter og andre passasjer som er farbare for vannet, og gjennom et tilstrekkelig langt tidsrom, er god nok forklaring. Vi får altså dannet — ved hel vannfylling av røret — tunnelformige ganger med sirkulært eller elliptisk tverrsnitt. Da vannet i disse ledninger står under trykk, kalles de, som nevnt, trykkledninger. Er der store spalter, kan vannet fylle dem; og vi får høye spaltehuler, som vi f. eks. kan se flere steder i Hamarnesgrotten. Spaltehuler kan vel for øvrig bli betraktelig utvidet og modifisert av vann som siver ned langs veggene i spalten.

Sammen med det rundaktige trykkledningsprofil finner vi ofte et annet profil, fremkommet ved at vannet har rent som en bekk på bunnen av hulen, og der har skåret ned et mer eller mindre rektangulært profil. Det er det såkalte *bekkeløpsprofil* (fig. 1 s. 14). Disse to profiler kan vi finne overalt i Ranagrottene. Oftest er trykkledningsprofilet det eneste (f. eks. fig. 10, 1 og 2), men det kan også ha et bekkeløpsprofil tilsluttet nedentil (f. eks. fig. 28, 1). En hule med bare trykkledningsprofiler må vi tolke derhen at overgangen fra hel vannfylling til tørrlegning er foregått uten en mellomliggende periode med et bekkeløp på bunnen av hulen, eller at denne periode har vært meget kort. Under bekkeløpsstadiet vil vannet virke både ved oppløsning av steinen og ved at de medførte faste bestanddeler sliter på underlaget (erosjon). Under hel vannfylling av røret kan det strømmende vann, hvis det har stor nok tart, også føre med seg faste bestanddeler som virker eroderende på underlaget. Men dette kan i Ranahulene ikke ha skjedd i noen større utstrekning. Det sirkulære eller elliptiske tverrsnitt er nemlig det mest alminnelige; og dette tverrsnitt kan bare fremkomme ved oppløsning i alle retninger.

Tømningen av de enkelte huler må ha funnet sted da isen trakk seg tilbake fra disse strøk. Til enkelte huler har vannet fra overflaten senere funnet vei og danner bekker, som nå skjærer seg ned i profilet. Enkelte steder kan hulene være helt vannfylt i lavtliggende deler. Hulen er her »aktiv«. De fleste av våre huler er imidlertid helt tørre og altså morfologisk »døde«. Nedsivende vann langs veggene og vandrypp kan nok fortsatt oppløse stein og skape nye morfologiske detaljer, men er ellers uten betydning. Avsetning av sinter og dryppstein vil bare etter meget lange tidsrom kunne forandre hulebilledet. Det innførte løsmateriale har i de fleste tilfelle funnet sitt endelige leie, bortsett fra den under Hamarnesgrotten omtalte glidning av materiale fra dagåpningene. Her »strømmer« steinblokkene fremdeles, men selvsagt uhyre langsomt, så langsomt at det vel ikke kan påvises.

Oxaal (1914, s. 34—35) ville skille ut Grønligrøtten som en egen type — Grønlitypen. Etter det kjennskap vi nå har til de nordlandske karsthuler, er der ingen prinsipiell forskjell mellom disse huler og andre karsthuler. De norske huler har bare ikke de dimensjoner som mange utenlandske. Her må imidlertid tidsmomentet tas i betraktning, idet det er klart at jo eldre hulene er, desto større er mulighetene for at de kan være utviklet med store rom. Under bestemte forutsetninger kunne man tenke seg at hulenes størrelse stod i forhold til den tid vannet hadde kunnet virke. Undersøkelser over dette er imidlertid, så vidt vites, ikke foretatt.

Karakteristisk for de norske karsthuler er altså at de er dannet subglasialt under den siste istid. I Alpene har man i de senere år studert huler som er dannet på en lignende måte (Cramer 1937). I de utenlandske huler er svære dryppstein og sinterdannelser alminnelig. I våre huler er det bare lite av denslags; og den dryppstein (stalaktitter og stalagmitter) som finnes, er meget liten. Den lengste dryppstein jeg har sett, var ikke fullt $\frac{3}{4}$ m. Som regel er de bare et par desimeter. Dette forhold er en klar følge av hulenes unge alder. I de dryppsteinrike utenlandske huler har det karbonatholdige vann som avsetter disse dannelser, kunnet virke i også geologisk talt lange tidsrom.

Til slutt skal berøres enkelte geologiske spørsmål i forbindelse med hulene. Som nevnt flere ganger, er forutsetningen for dannelsen av huler i det hele at fjellet har kløfter eller kanaler som er tilgjengelige for vannet, og hvor det kan sirkulere eller trenge fram og litt etter litt oppløse kalksteinen. Finnes ingen slike »farbare« kløfter (se s. 61), er altså fjellet helt »tett«, så kan intet karsthydrografisk virksomt vann sirkulere; og vi kan ikke få noen dannelse av hulrom. Kløfter og andre tektoniske elementer må derfor være primære hulrom, som har gitt vannet atkomst. I hvilken grad fjell i dypet har åpne kløfter og hulrom, er for øvrig et problem som det ville ha stor betydning å kjenne mer til. Diamantboringselskapene bl. a. burde her kunne gi verdifulle opplysninger. Av interesse for forståelsen av når og hvorledes hulene ble dannet, er videre sprekkenes geologiske alder. Er de gamle, eller er de fremkommet ved unge jordskorpebevegelser, f. eks. under tertiær landhevning, eller ved landplatens bevegelser under istiden? Er alle kløfter av samme alder? Vi kan jo godt ha kløftsystemer som er dannet til forskjellig tid. I Hamarnesgrottene følger hulegangene i hovedsaken retningene nordvest og nordøst. Dessuten er der nord—sør-gående sprekker, hvoretter der også er store hulrom; men disse går i vertikal retning og når til dels helt opp til overflaten. Det er mulig at disse nord—sør-sprekker er yngre enn de andre (sprekkene, ikke hulrommene etter disse). I denne forbindelse er det av interesse å notere at Høltedahl (1940, kart pl. 1) antyder unge (kenozoiske) bruddlinjer med nord-sørlig retning utenfor kysten i Ranaområdet. Det kan videre nevnes at jordskjelvsintensiteten er forholdsvis stor i kyststrøket på begge sider av polarsirkelen (Kolderup 1913, s. 111¹). Det kunne derfor tenkes at vi her befinner oss i et tektonisk fremdeles »uroilig« område, hvilket skulle begunstige sprekkdannelse eller opprivning av gamle sprekker. Det er for øvrig meget vanskelig å trekke bestemte slutninger om disse forhold på det spinkle grunnlag som foreligger. Kanskje er det ikke mulig å komme noen vei i det hele tatt; men her er iallfall problemer som fortjener oppmerksomhet.

¹ »Kart over de strøk i Norge og Sverige hvor seismisiteten har vært størst i tiden fra 1887 til 1911.«

Botanikk.

For studier av vegetasjonen i hulenes dagåpninger med deres overgang fra lys til mørke skulle flere av hulene være egnet, bl. a. Lapphullet, Bjørnpallgrotten og Fiskstjønngrotten. Det ligger imidlertid helt utenfor dette arbeides ramme å behandle »hulebotanikk« (spelebotanikk). Her kan henvises til Morton-Gams (1925) med litteraturfortegnelse. Se også Nordhagen (1923). I flere grotter og langt inne, hvor det er absolutt mørkt, har jeg funnet noen eiendommelige harde kalksinterdannelser med en knudret, vorteaktig overflate. Andre steder finnes bløt, hvit kalksinter (»blomkål«-utseende), f. eks. innerst i hulen Tukthuset. Her er flere kvadratmeter dekket av et 3—4 cm tykt sinterlag. Massen er fuktig og ser ut til å »vokse«. Det er fullstendig mørkt på dette sted. Lufttemp.: $4\frac{1}{2}^{\circ}$ (august). Andre lokaliteter hvor denne merkelige kalksinter forekommer, er Pallangrotte nr. 1 (ved »A«, fig. 13), Hamarnesgrotten, Ravnåggrotten og andre steder). De innsamlende prøver av disse merkelige sinterdannelser er overlatt dr. Ove Arbo Høeg, konservator ved museet i Trondheim, til bearbeidelse. Han har godhetsfullt gitt meg følgende foreløpige uttalelse (12. nov. 1943):

»Det materialet jeg har mottat, består dels av faste skorper, dels av hvitt mudder.

De faste skorpene varierer i form fra temmelig jevne belegg, med mer eller mindre velutviklede fremspring, til helt blomkålformede dannelser, slike som en finner dem i enhver kalkstenshule.

Det hvite mudderet, som det var prøver av på formalin, oppgis å være 3—4 cm tykt i hulene, bløtt, men stivner til faste skorper. Det er vesentlig dette mudderet som har gitt utbytte ved undersøkelsen.

Om en behandler litt av mudderet med saltsyre for å få bort kalkkornene, centrifugerer og dekanterer gjentatte ganger, behandler med fluss-syre for å få bort silikat- og kvartskorn, og atter vasker grundig ved dekantering og centrifugering, så blir det tilbake et organisk residuum, som består av:

1. Meget små legemer, som efter sin form neppe kan være annet enn bakterier, visstnok korte staver. De er tilstede

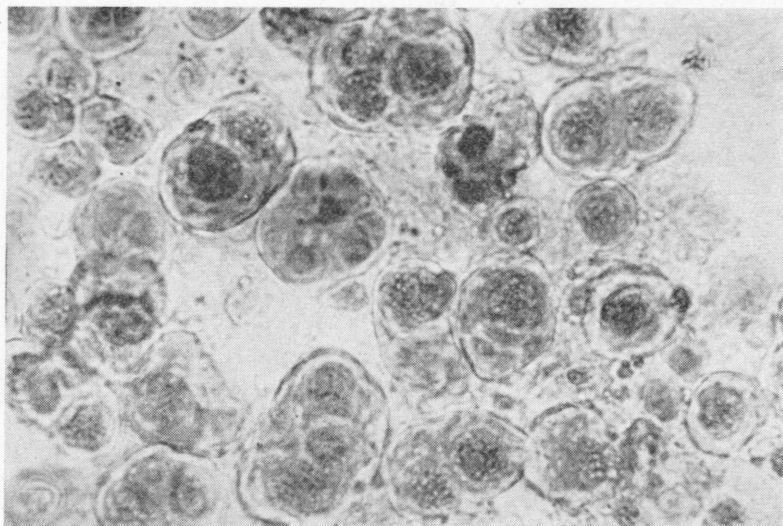


Fig. 33. Blågrønnalger fra hvitt mudder (se s. 65—67). O. A. Høeg fot.

i meget stor mengde, og visstnok konstant i alle prøver, mens de andre bestanddelene veksler i antall.

2. Sopp-hyfer, meget tynne, temmelig sparsomme.

3. Cyanophycéer, blågrønnalger, i noe vekslende mengde, men oftest dominerende. De har form av kuler, omtrent 1015μ diameter, litt uregelmessige av form, men alltid avrundet (se fig. 33). Ufarget viser de ingen detaljer; men om en farger dem f. eks. med klorsinkjod, kommer det meget klart til syne overmåte veldefinerte celler, oftest 1—3 i hver kule, hver celle full av meget små korn. Cellene ligger altså innleiret i en felles kapsellignende masse, øyensynlig en fast slimvegg. Utseendet av disse kulene stemmer helt med *Gloeocapsa*. For å være helt sikker har jeg også forelagt saken for professor Printz, som uttaler: »— kan neppe være annet enn en myxophycé av gruppen *Chroococcus-Gloeocapsa*, temmelig sikkert må den bli å henregne til den siste slekt.«

Jeg kjenner bare ett tidligere fund som til en viss grad kan sammenlignes med dette, nemlig det som P. Magdeburg har beskrevet fra frankiske huler. Men den *Gloeocapsa* som han fant,

og som han beskrev som en ny varietet, er tydelig ikke identisk med vår, og forekomstmåten er også forskjellig.

Hvordan denne algen har kunnet leve i helt mørke i Rana-hulene, er et problem som jeg ikke skal forsøke å komme inn på her.«

I »Nytt magasin for naturvidenskapene« (Oslo 1946) har Høeg publisert en avhandling om ovenstående (»Cyanophyceae and Bacteria in Calcareous Sediments in the Interior of Limestone Caves in Nord-Rana, Norway«).

Zoologi.

Da hulene ble dannet under den siste istid, er de knokkelrester som er funnet i dem, alle av resente dyrearter.

I Tørrbekkeng-grotten er funnet kranium, bekken og mindre skjelettdeler av en gammel ulv (*Canis lupus*, L.), kranier av flere mindre dyr og bjørnebein (Natvig 1923, Holmsen 1931). Lemmen (*Lemmus lemmus*, L.) er også funnet (O. Ravnå). Fra Hamarnesgrotten omtaler Oxaal (1915) funn av skjelettrester av den alminnelige landbjørn (*Ursus arctos*, L.).

I Nilsgrøtten — den sydligste av Pallangrottene og nr. 1 på kartet fig. 5 — er også funnet atskillige knokler av landbjørn. Foruten kraniet ble funnet hvirvler, skulderblad og flere ribbein, alle visstnok fra samme dyr. I Pallangrotte nr. 3 (Natvigs nr. 1) fant Ole og Nils Ravnå beinrester. Det var kraniet og knokler av en bjørnunge, men også rester av et voksent dyr. Knokler omslutes delvis av kalksinter. Dessuten ble funnet skjelettdeler av flere ulvunger samt beinrester av en årfugl (Natvig 1923). I Pallangrotte nr. 1 (»Bjørnhiet«) fant jeg i 1936 en bukhvirvel av bjørn. Alf Wollebæk, bestyrer av Oslo Universitets zoologiske museum, har undersøkt hvirvelen. Han mener at den på grunn av størrelsen av de bakre leddtagger muligens kan ha tilhørt en isbjørn (*Ursus maritimus*, L.). »Fossile« rester av isbjørn er hittil ikke kjent fra Nord-Norge; men det ville ikke overraske om slike ble funnet. Vi har jo fra moderne tid flere eksempler på at strandede individer av isbjørn er skutt ved landets nordlige kyster (R. Collett, Norges pattedyr. Kra. 1911—12. S. 302. At isbjørn og andre arktiske

dyr har ferdes foran breen, da denne trakk seg tilbake over Ranatraktene og andre steder og i tiden etter, er meget sannsynlig. Funn av isbjørnknokler i hulene ville derfor i og for seg ikke være så merkelig. Der er imidlertid ikke funnet knokler som med *sikkerhet* kan sies å tilhøre isbjørn.

I Olavsgrotten forekommer et par rundaktige fordypninger i gruset (se kart fig. 27). Den ene har en diameter på ca. 1,5 m og er 30 cm dyp. Folk på stedet mener at det er groper etter bjørn som har hatt vinterhi her. Lenger ute i hulen er funnet bjørnebein. Innerst i denne hule — like ved det stillestående vann — fant Lars Bjørnå kraniet og noen få beinrester av oter (*Lutra lutra*, L.) Også i en annen grotte er funnet kraniet av oter. Det dreier seg her utvilsomt om dyr som har søkt ned til hulens bunn. Nær åpningen av Lapphullet ble i sin tid funnet knokler av reinsdyr etter lapper som har hatt tilhold her (Corneliussen 1891). I Larshullet, ca. 80 m fra inngangen, fant jeg skjelettresten av lemmen (*Lemmus lemmus*, L.). Det var rester av flere dyr som lå sammenhopet på ett sted og som må ha søkt ned i hulen.

Natvig samlet ved sitt besøk i Hamarnesgrotten en del fluer av arten *Blepharoptera serrata*, L. (det. Sack, cf. Natvig 1923). Jeg samlet selv noen fluer fra andre steder i Hamarnesgrottene. De er overdratt konservator L. R. Natvig ved Universitetets zoologiske museum i Oslo til bearbeidelse. I Stokkvikgrotten er også funnet fluer; og i Ravnågrotten samlet Natvig insekter.

Beinrestene er i de fleste tilfelle utvilsomt av dyr som har søkt inn i hulene for å dø. I huler som periodisk oversvømmes, kan og vil en transport ha funnet sted (jfr. Holmsen 1931, s. 47).

Det foreliggende knokkelmateriale finnes i Universitetets paleontologiske museum.

For studier over hulefaunaer henvises for øvrig til B. Wolf, *Animalium cavernarum catalogus*. J. Junks Verlag, Berl.

Arkeologi.

Ikke i noen av de undersøkte karsthuler er gjort funn som kunne tyde på at hulene noensinne har vært boplass for mennesker. Deres oftest utilgjengelige beliggenhet og lave inn-

ganger gjør dem også lite skikket hertil. I Oldsaksamlingen i Trondheim er oppbevart en »ufullstendig pilespiss« (Nr. 14 341), som ble funnet av Nils Ravnaa i Reingardsligrotten, ca. 50 m fra inngangen, og sammen med en del knokler. »Det dreier sig derfor visstnok om et anskutt dyr, som har trukket sig herinn for at dø« (Petersen 1932, s. 9). Konservator Petersen har senere meddelt meg at han tviler på at det her dreier seg om en artefakt, og tror det snarere er en naturlig splint av et større bein.

Naturfredning.

Etter forslag fra Landsforbundet for Naturfredning i Norge (daværende formann: oberstløytnant K. G. Gleditsch) er de huler som ligger på statens grunn i Nord-Rana, almenning, g.nr. 147, b.nr. 1 i Nord-Rana herred, fredet ved kgl. resolusjon av 23. okt. 1931 »mot beskadigelse av enhver art og mot at der borttas nogen som helst del av grottene eller hvad der måtte finnes av bergarter, metaller, planter, dyr eller dyrerester i eller ved grottene«. Under medvirkning av Helgelands skogforvaltning, Helgelands turistforening og Nils Ravnaa har de private eiere av grotter innen området nord for Langvatnet mellom Glåmåga og Blakkåga gått med på fredning av disse (kgl. resolusjon av 18. nov. 1932). Se for øvrig herom: Naturfredning i Norge: Årsberetning for 1924, 1930—35.

Andre nordnorske karsthuler.

Karsthuler og underjordiske elveløp finnes mange andre steder i Nord-Norge, men de fleste er enten slett ikke eller lite undersøkt. Det må bli fremtidens sak å gi en samlet fremstilling av alle disse karstytringer. Nedenfor gis bare noen spredte opplysninger.

Nordland fylke.

I det strøk som støter til fylket i sør (Nord-Trøndelag), finnes sørøst for Namsvatnet og like ved riksgrensen flere marmor-drag med underjordiske vannløp og mindre huler (Oxaal 1910). Andre huler er omtalt av Helland (1909).

En oversikt over huler og underjordiske vannløp i Nordland fylke er gitt av Helland (1907). Fra innerst i Velfjorden, øst for Brønnøysund, har Hoel (1906) beskrevet fire huler, som imidlertid er dannet ved havets virksomhet og således hører til typen havhuler, som er så alminnelig i Nordland. Da Velfjordhulene imidlertid er utarbeidet i marmor, nevnes de her. Hoel (1910) omtaler karstfenomener øst for Okstindene. En doline sør for Oksfjellelven er 100 m lang, 50 m bred, og avstanden fra bunnen til høyeste vannstandmerke er 5 m. De største er fulle av vann om våren, men blir tørre om høsten. I traktene omkring Dunderlandsdalen finnes flere huler og mange underjordiske vannløp. På nordsiden av dalen er Eiterågas underjordiske løp og Ørtvatnets avløp under jorden nevnt av Corneliusen (1891) og senere forfattere. Vogt (1894) omtaler også de underjordiske elve- og bekkeløp i Dunderlandsdalen. Oxaal (1914 og 1919) behandler mer utførlig karstfenomenene i Dunderlandsdalens omgivelser. Jeg har selv bare besøkt Bredek-hulen som ligger ved Stormdalsåga på nordsiden av Dunderlandsdalen, ikke langt fra Bjellåneset. Den øvre dagåpning er et lite hull (eng. »sink-hole« eller »swallet«) i kanten av Bredekåga, hvis vann under flom renner ned i grotten, som følger en kløft i retningen S 30° W. Den nedre dagåpning, ca. 50 m lavere enn den øvre, er kvadratisk og ca. 6 m høy (pl. 16, fig. 2). På sørsiden av Dunderlandsdalen har Plura i sin øvre del et underjordisk løp på ca. 3 km. I Kallfjellet på østsiden av Plura er der en hule i Ola Jonsaflåget; og lenger sør i Plurdalen er Skjælmkåtehullet (Oxaal 1914).

I Gråtådalen i Beiarn, øst for Glomfjorden, har Vibe (1892) beskrevet en hule som kunne fortjene nærmere undersøkelse. Underjordiske elveløp i Beiardalen er omtalt hos Holmsen (1932).

Fra Sulitelmatrakten omtaler Holmsen (1917) underjordiske vannløp og karren. Lengre nord, i strøket omkring Tysfjord, er der også huler, underjordiske bekker og kilder (Foslie 1941 og 1942).

Troms fylke.

Sørøst for gården Kvernmoen, innerst i fjorden Gratangen, nord for Ofotenfjorden, ligger et par huler, som skal ha en lengde på flere hundre meter. De ligger i etasjer, og i en av sidegangene er der en elv. Dryppstein er alminnelig. Også ved Kobberfjell skal der være huler. Ingen av disse huler er undersøkt (se Naturfredning i Norge. Årsberetning 1938—1939, s. 10).

Ved bunnen av fjorden nordenfor Lavangen, er Risehulen, 144 m lang og med megen kalktuff. Den er omtalt av Helland (1899), som nevner flere av fylkets huler og underjordiske vannløp. På Karlsøy og Reinøy nord for Tromsø finnes kalksteinshuler, som bl. a. er besøkt av G. Nordenskiöld på vei til Spitsbergen i 1890 (Nordenskiöld 1892).

Finnmark fylke.

Her forekommer, så vidt vites, ingen karsthuler.

Litteratur.

For å gjøre listen mer oversiktlig er den inndelt i to grupper: I. Litteratur om nord-norske karsthuler og karstfenomener; avhandlinger av norske forfattere som der ellers er henvist til (disse har ikke sidetall). II. Benyttet utenlandsk litteratur.

I.

- Bjørlykke, K. O. Utsyn over Norges jord og jordsmonn. Oslo 1940. — N. G. U. Nr. 156.
- Corneliussen, O. A. Bidrag til kundskaben om Nordlands amts geologi. (i: Det nordlige Norges geologi med bidrag af Tellef Dahll og O. A. Corneliussen udgivet af Hans Reusch.) Kr.a 1891. — N. G. U. [Nr. 4]. Huler etc.: S. 177—82.
- Foslie, Steinar. Tysfjords geologi. Oslo 1941. — N. G. U. Nr. 149. Huler, underjordiske bekker, kilder: S. 261—63.
- Hellemobotn og Linnajavrre. Oslo 1942. — N. G. U. Nr. 150. Huler og underjordiske elveløp: S. 103—04.
- Grønlie, Ole T. Om de marine avleiringer i Dunderlandsdalen. Tromsø Museums aarshefter. 29. 1906. Tromsø 1908—09.
- Hansen, Andr. M. Strandlinje-studier. — Arch. for math. og naturv. . B. 15. Chr.a 1892.

- Helland, Amund. Topografisk-statistisk beskrivelse over Tromsø amt. Første del. Kra. 1899. — Norges land og folk. 19. Huler: S. 75—77.
- Topografisk-statistisk beskrivelse over Nordlands amt. Første del. Kr.a 1907. — Norges land og folk. 18. Elve, som gaar under jorden: S. 464—76.
 - Topografisk-statistisk beskrivelse over Nordre Trondhjems amt. Første del. Kr.a 1909. — Norges land og folk. 17. Huler: S. 97—101.
- Hoel, Adolf. Den marine grænse ved Velfjorden. Chr.a 1906. 15 s. — Forh. Vidensk.-Selsk. Chr.a. Nr. 4.
- Okstinderne. Fjeldgrunden og bræerne. (i: Aarbok for 1910 utgit av H. Reusch.) Kra. 1910. — N. G. U. Nr. 57. Karstfænomener: S. 27, pl. 4.
- Holmsen, Gunnar. Sulitelmatrakten. (i: Aarbok for 1917 utgit av H. Reusch.) Kr.a 1917. — N. G. U. Nr. 81. Huler etc.: S. 37.
- Et besøk i en nordlandsk kalstensgrotte. — Norge. Tidsskrift om vårt land. 7. årg. Oslo 1931. S. 44—48.
 - Rana. Beskrivelse til det geologiske generalkart. Oslo 1932. — N. G. U. Nr. 136. Underjordiske vannløp og kalkstensgrotter: S. 86—92.
- Holtedahl, Olaf. The submarine relief off the Norwegian coast. Oslo 1940. (Det norske videnskaps-akademi i Oslo.)
- Horn, Gunnar. Kalkstensgrottene i Rana. — Den norske turistforenings årbok 1935. Oslo. S. 85—92.
- Über die Bildung von Karsthöhlen unter einem Gletscher. — Norsk geografisk tidsskrift. B. 5. Oslo 1935. S. 494—98.
 - Über einige Karsthöhlen in Norwegen. — Mitt. über Höhlen- und Karstforschung. Zs. des Hauptverbandes deutscher Höhlenforscher. 1937. S. 1—15.
 - Om dannelsen av de nordlandske karsthuler. — Norsk geologisk tidsskrift. B. 25. Oslo 1945. S. 180—82.
- Høeg, Ove Arbo. Cyanophyceae and Bacteria in Calcareous Sediments in the Interior of Limestone Caves in Nord-Rana, Norway. Nytt Mag. f. Naturv. B. 85. Oslo 1946. S. 99—104. 3 fig.
- Kolderup, Carl Fred. Norges jordskjælv med særlig hensyn til deres utbredelse i rum og tid. — Bergens Museums aarbok 1913. Nr. 8.
- Marstrander, Rolf. [a.] Svartisen, dens geologi. (i: Aarbok for 1911 utgit av H. Reusch.) Kr.a 1911. S. 14—17. N. G. U. Nr. 59.
- [b.] Svartisen. Strøgets morfologi og bræerne. Kr.a 1911. — Arch. for math. og naturv. B. 31. Nr. 8. S. 15—18.
- Natvig, L. Reinhardt. Ravnaagrotten. — Den norske turistforenings aarbok. 1916. Kr.a. S. 68—75.
- Hammernesgrotterne ved Langvandet. — Den norske turistforenings aarbok. 1923. Kr.a. S. 170—83.

- Nordenskiöld, G. Redogörelse för den svenska expeditionen till Spetsbergen 1890. Sthm. 1892. — Bihang till K. svenska vet.-akad. Handlingar. B. 17. Afd. II. Nr. 3. Grotter: S. 5—6.
- Nordhagen, Rolf. Vegetationsstudien auf der Insel Utsire im westlichen Norwegen. — Bergens Museums aarbok 1920—21. Bergen 1923.
- Orvin, Anders K. Om dannelse av strukturmark. — Norsk geografisk tidsskrift. B. 9. H. 3. Oslo 1942.
- Oxaal, John. Fjeldbygningen i den sydlige del av Børgefjeld og trakterne om Namsvandene. (i: Aarbok for 1909 utgit av H. Reusch.) Kr.a 1910. 26 s. — N. G. U. Nr. 53. Underjordiske bekker: S. 23.
- [a.] Kalkstenshuler i Ranen. (i: Aarbok for 1914 utgit av H. Reusch.) Kr.a 1914. 46 s. — N. G. U. Nr. 69.
- [b.] Grønligrotten i Rødvasdalen. — Den norske turistforenings aarbok. 1914. Kr.a. S. 66—78.
- Hammernesgrotten. — Naturen. 1915. Bergen. S. 23—28.
- Huler av Grønlytten. — Norsk geologisk tidsskrift. B. 4. Kr.a. 1918. S. 1—5.
- Dunderlandsdalen. Kr.a. 1919. — N. G. U. Nr. 86. Kalkstenshuler og underjordiske vandløp: S. 51—56.
- Petersen, Th. Oldsaksamlingens tilvekst 1931. Thjem 1932. (Det kongelige norske videnskabers selskab. Museet.) S. 9.
- Rabot, Charles. Fjellturer og brevandringer i 80-årene. — Den norske turistforenings årbok. 1935. Oslo.
- Sverdrup, H. U. The temperature of the firn on Isachsen's plateau, and general conclusions regarding the temperature of the glaciers on West-Spitsbergen (Scientific results of the Norwegian-Swedish Spitsbergen-Expedition in 1934. III.) — Geografiska annaler. Sthm. 1935.
- Vibe, Johan. En eiendommelig huledannelse i Graataadalen i Beieren. — Det norske geografiske selskabs aarbog. III (1891—92). Kr.a 1892. S. 87—90.
- Vogt, J. H. L. Dunderlandsdalens jernmalmfelt. Chr.a 1894. — N. G. U. Nr. 15. Huler etc.: S. 11—16.
- Werenskiöld, W. Frozen earth in Spitsbergen. Kr.a 1922. — Geofysiske publikasjoner. Vol. II. No. 10.

II.

- Biese, Walter. Über Höhlenbildung. II. Teil. Entstehung von Kalkhöhlen. Berl. 1933. 170 s. — Abh. der preuss. geologischen Landesanstalt. N. F. H. 146.
- Bock, Hermann. Höhlen im Dachstein und ihre Bedeutung für die Geologie, Karsthydrographie, und die Theorien über die Entstehung des Höhleneises. Von H. Bock, Georg Lahner und Gustav Gaunersdorfer. Graz 1913. 151 s.

- Buch, Kurt. Über das Kohlensäuresystem im Meerwasser. Bericht über die im Frühjahr 1931 in Helsingfors von einer Arbeitskommission der internationalen Meeresforschung ausgeführten Untersuchungen. Copenh. 1932. — Conseil permanent international pour l'exploration de la mer. Rapports et procès-verbaux des réunions. Vol. 79.
- Correns, Carl W. Die Sedimentgesteine. — Die Entstehung der Gesteine. Bearb. von Tom. F. Barth, Carl W. Correns und Pentti Eskola. Hg. von Carl W. Correns. Berl. 1939.
- Cramer, Helmuth. [a.] Systematik der Karrenbildung — Petermanns Mitt. 1935. Gotha. S. 17—19.
- [b.] Höhlenbildung und Karsthydrographie. — Zeitschrift für Geomorphologie. B. 8. Berl. 1935. S. 306—23.
- Höhlenforschungen auf dem Zugspitzplatt. — Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung. Zs. des Hauptverbandes deutscher Höhlenforscher. 1937. S. 49—73.
- Die Systematik der Karstdolinen. Unter Berücksichtigung der Erdfälle, Erzschlotten und verwandter Erscheinungen. — Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil. B. 85. Abt. B. 1941. S. 293—382.
- Cvijić, Jovan.¹ Hydrographie souterraine et évolution morphologique du Karst. — Recueil des travaux de l'Inst. de Géogr. Alpine. Vol. 6. 1918. Grenoble. S. 375—426. Referat: Sanders, E. M. The cycle of erosion in a karst region (after Cvijić). — Geographical review. New York. Vol. 11. 1921. S. 593—604.
- Davis, W. M. Origin of limestone caverns. — Bulletin of the geological society of America. Vol. 41. 1930. S. 475—628.
- Goldschmidt, V. Über Erosion und Lösung. — Beiträge zur Krystallographie und Mineralogie. B. I. Heidelberg 1914—18. S. 183—98.
- Grund, Alfred. Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Lpz. 1903. 200 s. — Geographische Abhandlungen hg. von A. Penck. B. 7. H. 3.
- Johnson, Douglas W. Baselevel. — Journal of geology. Vol. 37. 1939. Chicago. S. 775—82.
- Katzer, Friedrich.¹ Karst und Karsthydrographie. Serajevo 1909. — Zur Kunde der Balkanhalbinsel. H. 8.
- King, Philip B. Corrosion and corrasion on Barton Creek, Austin, Texas. — Journal of geology. Vol. 35. 1927. S. 631—38.
- Lehmann, Otto. Die Hydrographie des Karstes. Lpz. 1932. 212 s. — Enzyklopädie der Erdkunde. Teil [7].
- Lindner, H. G. Das Karrenphänomen. Gotha 1930. 83 s. — Petermanns Mitt. Erg.h. Nr. 208.
- Kritikk (av H. Lautensach), se Petermanns Mitt. 1931, s. 83—87 og 190—91.

¹ Denne avhandling har jeg ikke sett i original.

- Mackintosh, D. Results of observations in 1882 on the positions of boulders. — Geol. mag. New series. Decade II. Vol. 10. Lond. 1883. S. 189—90.
- Maul, Otto. Geomorphologie. Lpz. 1938. Die Formenschatz des Karstes und die Karstlandschaft: S. 247—74. — Enzyklopädie der Erdkunde. Teil [5].
- Morton, Friedrich, und Helmut Gams. Höhlenpflanzen. Wien 1925. 227 s. — Speläologische Monographien. B. 5.
- Moss, R. The physics of an ice-cap. — Geogr. journal. Vol. 92. Lond. 1938.
- Popoff, V. I. Enkelte overflateformer på Fedchenkobreen. — Pamirs. The north Pamirs and Fedchenko glacier. Transactions of the glacial expeditions. Vol. I. Leningrad 1936. S. 174—96. Russ. med summary.
- Schadler, Josef. Strukturboden (Steinnetze) in der Eislug, Stodertal, Oberösterreich. — Verh. geol. Bundesanstalt. Jahrg. 1931. Wien. S. 205—06.
- Sieger, Robert. Karstformen der Gletscher. — Geographische Zeitschrift. Jahrg. 1. Lpz. 1895. S. 182—204.
- Thiel, George A. The relative effectiveness of bacteria as agents of chemical denudation. — Journal of geology. Vol. 35. 1927. Chicago. S. 647—52.
- Troll, Carl. Büsserschnee (nieve de los penitentes) in den Hochgebirgen der Erde. Gotha 1942. — Petermanns Mitt. Erg.h. Nr. 240.
- Tužan, Fr. Die Oberflächenformen bei Carbonatgesteinen in Karstgebenden. — Zentralblatt für Mineralogie etc. Jahrg. 1911. Stuttg. S. 343—50.

Summary.

Summary in a few words: The cave passages are mostly tunnel shaped, usually with a circular or elliptical section. These passages were formed when they were completely water-filled. Underground streams have later made cuts into the floor of some of the passages. The view presented as to the origin of the caves may be termed the subglacial theory of cave excavation.

The limestone caves described in the present paper are all situated in the county (*fylke*) of Nordland and between the Ranfjord (lat. 66° 20' N) and the Glomfjord (lat. 66° 50' N) and abt. 40 km from the outer coast. The height of the caves above sea-level ranges from abt. 70 to abt. 550 metres. Caves and subterranean streams are also found in other parts of Nordland and North Norway, where tracts of limestone occur. The mentioned area, however, contains the most important caves and karst features. The position of the caves is shown by red dots on the map in Fig. 2.

Our area is cut by valleys; and the fjords are surrounded by steep mountains. In the area Ranfjord—Glomfjord the mountains reach an altitude of 1000 to 1600 metres. The Svartisen ice field occupies a central position, and has an area of 525 sq. km. The height of the snow-line is abt. 1000 metres. During the Ice Age the morphological features of the country were shaped. The spruce forest in the southern part of the region is found to an altitude of abt. 300 metres, and the birch-wood abt. 200 metres higher. The limestone is also forest clad.

The rocks belong to the "North-Norwegian Mica Schist Series" of Cambro-Silurian age. The rock series also contains beds of limestone (marble). This karst rock usually occupies narrow zones, say 15 per cent. of the entire area. Only east of Glomfjord it has a larger extension (Fig. 2).

Joints in various directions are common in the limestone, and are of paramount importance to the development of underground channels for the water.

The caves are described on pp. 16—58, and the figures 3—32 show plans and sections of the caves. The biggest cave is Larshullet ("Lars Hole") with galleries having a total length of 2300 metres. Other important caves are the Hamarnes Cave (2200 metres) and the Grønli and Seter Caves with a length of abt. 1500 metres each. This is the surveyed length.

During the Ice Age the cave area was covered by an ice cap. Are the underground passages (caves) formed by solutational activity of sub-surface water during the Ice Age, or are they older or younger? A preglacial age can be dismissed. Were the caves of that age, they would originally have been at a depth far below the then water table where no cave formation could possibly have taken place. Where the caves preglacial, one might also have expected large chambers and not the actual narrow tunnels. The arguments are also against an interglacial age, although it cannot be denied that the beginning of some of the caves may possibly date from the last interglacial. A postglacial age is out of the question, and the origin must, therefore, be connected with the water from the ice-sheet of the last glacial period. Below an extensive ice-sheet or broad glacier the rock is *not* frozen, even if the ice-free land is frozen to a con-

siderable depth. This has been established by investigations of Spitsbergen conditions (Werenskiold, Sverdrup). Water from the glacier may thus be able to penetrate into the rock underneath the glacier; and if the rock is soluble, the solutional activity of the water will commence along joints and other openings; and caves may be the ultimate result. The position of the caves may thus be quite independent of the marginal zones of the glacier, which formerly were thought to bear a relation to our caves. The "impossible" topographical position of many cave entrances is easily explained by the subglacial origin of the caves. Nearly throughout the whole period of cave formation the channels were completely water-filled; and the section of the cave galleries became more or less circular or elliptical (Figs. 10 and 15). Other caves show in addition to the circular section a rectangular cut formed by the solutional and erosive activity of water flowing as a stream on the pavement of the cave (Figs. 26 and 28). When the subglacial waters were circulating, quantities of gravel, sand, and silt were carried with them and deposited in the cave tunnels, occasionally filling the entire section. When the ice disappeared, the caves became drained of their water-filling and ready for dripstone deposition. However, the dripstones are scarce and very small, which is also to be expected considering the youth of the caves.

Most of the caves are now dry and morphologically "dead". Streams are, however, found in some of them and here cave formation continues at the present day.

In several of the caves rock debris from the surface has fallen into the cave mouth, and with the cave passage sloping downwards this debris (rock boulders) would slide far into the cave. Photographs showing such "boulder streams" are given on Pl. 4, Fig. 2, and Pl. 5, Fig. 1.

Bones of the brown bear (*Ursus arctos*), otter (*Lutra lutra*), and lemming (*Lemmus lemmus*) have been found in the caves. Human remains or anything showing that these karst caves have been inhabited, were not seen. Most of the caves are protected. (Nature Protection.)

Trykt september 1947.

PLANSJER



Fig. 1. Reingardslia. Inngang til hule som gjennomstrømmes av bekk vest for R. (kart fig. 22). Ca. 500 m o. h. Veksling av glimmerskifer og kalkbånd.

Se også Pl. 9, fig. 1. G. H. 25/8 1934.

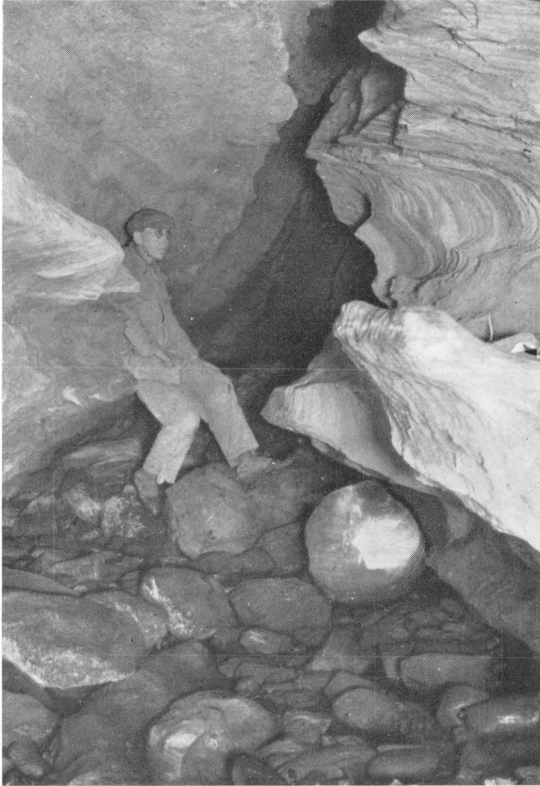


Fig. 1. Stokkvikgrotten. Hule dannet etter øst-vest-gående sprekk. Nær åpningen og sett mot denne (vestover). G. H. 12/9 1939.

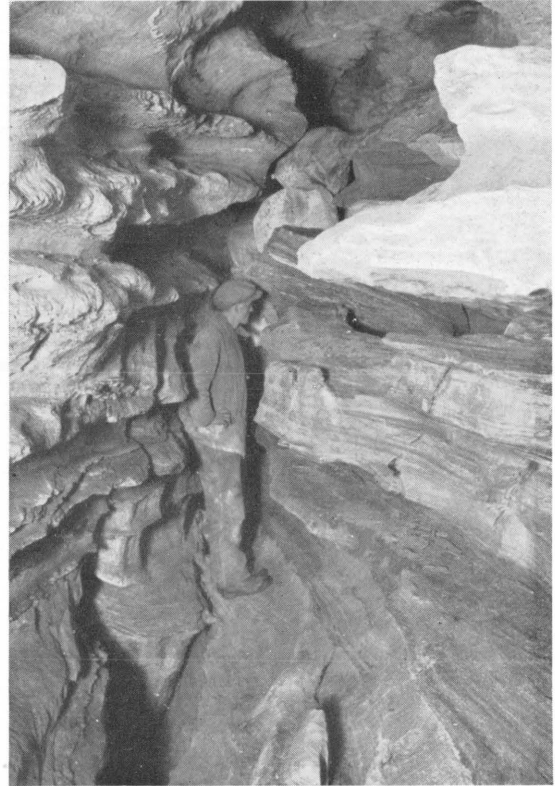


Fig. 2. Stokkvikgrotten. Litt lengre inn enn foregående bilde. Sammenlign profil fig. 3. G. H. 12/9 1939.



Fig. 1. Hamarnesgrotten. Nordligste dagåpning, som sees ved foten av kalksteinflåget. 210 m o. h. eller 164 m over Langvatnet. G. H. 11/9 1939.

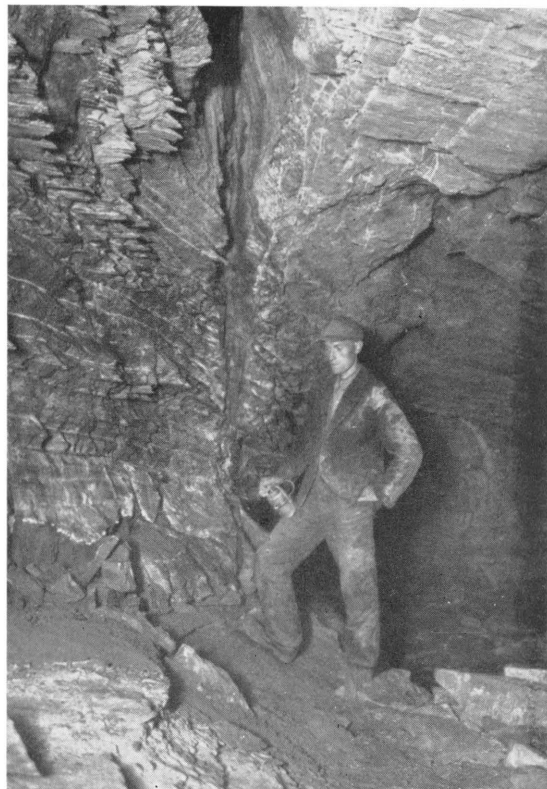


Fig. 2. Hamarnesgrotten. Foto. sta. 1 på kart fig. 7. Nord-sør takspalte. Strekningstruktur vest-øst sees i taket. G. H. 18/8 1936.



Fig. 1. Platå over Hamarnesgrotten. Dolineaktig fordypning. Denne har sprekker i bunnen, så allt vann vil renne ned i fjellet. G. H. 15/s 1936.



Fig. 2. Hamarnesgrotten. Foto. sta. 3 på kart fig. 8. Steinblokker som er glidd nedover fra dagåpningen og danner en „blokkstrøm“. Steinblokkene er ikke avrundet; og den subaeriske transportmåte er tydelig. G. H. 31/s 1934.



Fig. 1. Nordre Hamarnesgrotte. Foto. sta. 1, kart fig. 11. Front av „strøm“ av steinblokker glidd inn fra dagåpningen. Hulens tak viser kalkavsetning på fine sprekker og antydning til dryppsteindannelse. G. H. 11/9 1939.

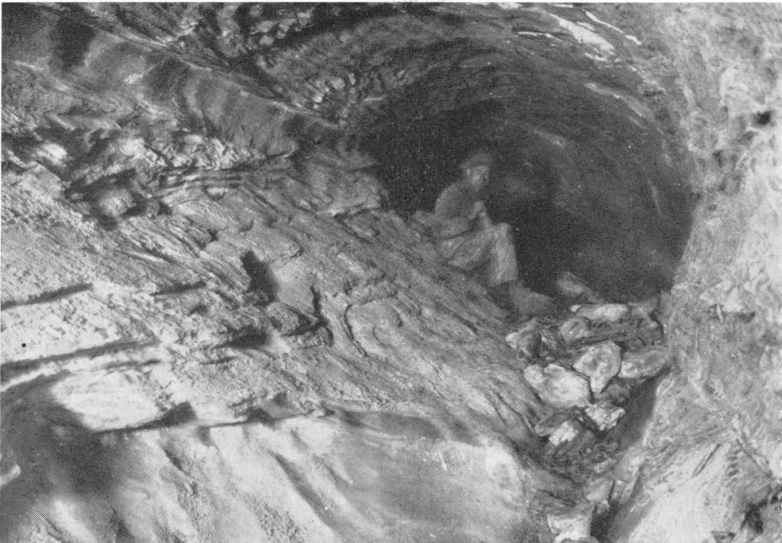


Fig. 2. Nordre Hamarnesgrotte. Foto. sta. 2, kart fig. 11. Rundt trykkledningsprofil uten vesentlig løsmateriale. G. H. 11/9 1939.

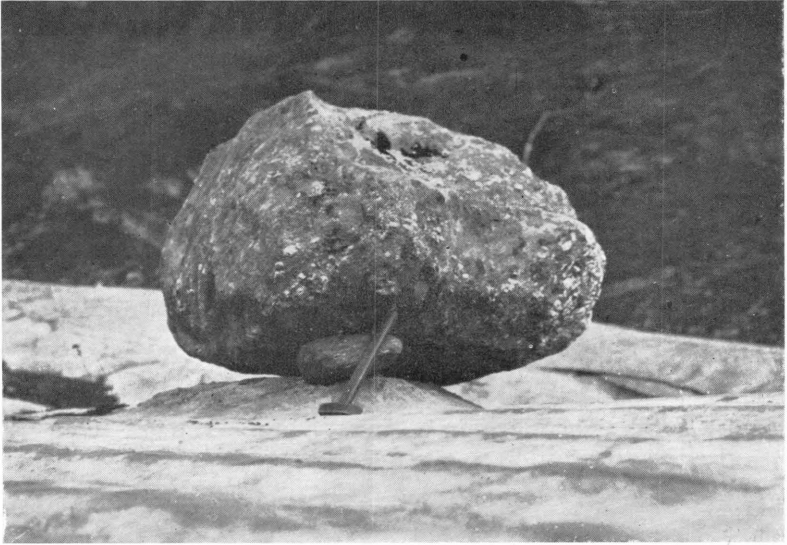


Fig. 1. Pikhaugene. Blokk av porfyrgranitt, etterlatt av isen på kalkfjell. Ved oppløsning er dette tæret ned, så blokken nå hviler på en pillar ca. 10 cm høy. Se også Pl. 8, fig. 2. G. H. 1/8 1937.



Fig. 2. Pikhaugene. Nordende av vann øst for 604 m-høyden (se kart Svartisen 1:100 000). Karrendannelse, i form av parallelle kanneleringer, på skråstilt kalkflate. G. H. 13/8 1934.



Fig. 1. Pikhaugene. Sørvest for Pikhaugvatn. Doline, delvis fylt med sne.
G. H. 1/8 1937.



Fig. 2. Inngang (ned) til Pikhauggrotte nr. 1. Kart fig. 18. Ser mot sørøst. Kalk-
fjell med karren. Se også Pl. 8, fig. 1. G. H. 13/8 1934.

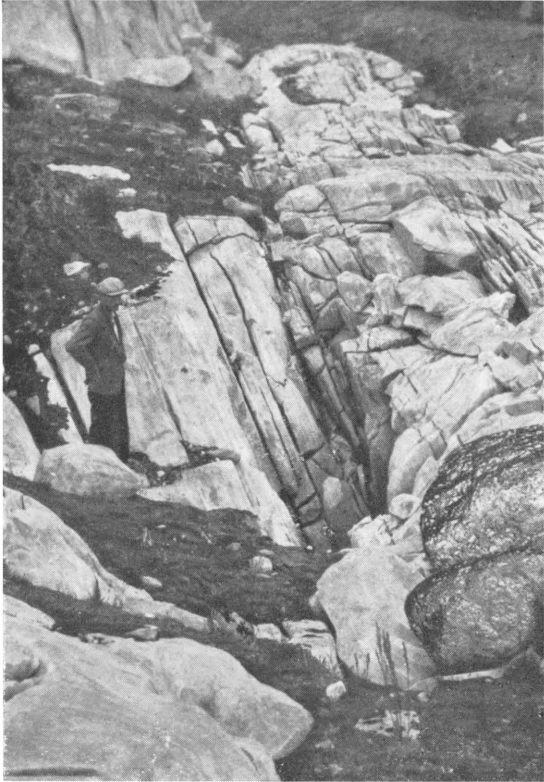


Fig. 1. Inngang til Pikhauggrotte nr. 1. Kart fig. 18. Ser mot nordøst. Se også Pl. 7, fig. 2. G. H. 1/8 1937.

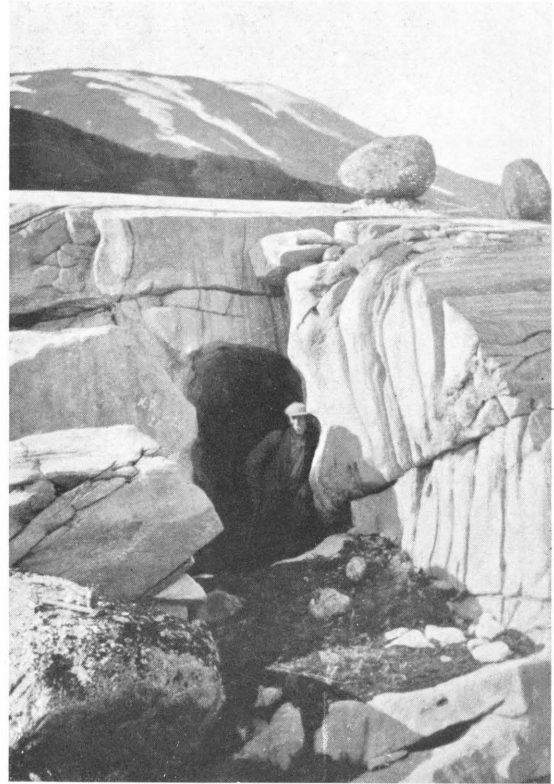


Fig. 2. Inngang til Pikhauggrotte nr. 2. Kart fig. 18. Ser mot nord. Over inngang sees porfyrblokk på pillar. Se også Pl. 6, fig. 1. G. H. 13/8 1934.



Fig. 1. Reingardslivatnet sett mot Reingardslia (se kart fig. 22). Ved vannet står kalkstein; så følger veksling av kalk (marmor) og glimmerskifer, og deretter bare skifer. Bekken til venstre for den åpne plass nede ved vannet (Reingardslia) kommer ut av grotte i et marmorlag i høyde ca. 450 m o. h. Inngangen til denne grotte er vist på Pl. 1. G. H. 23/s 1934.



Fig. 2. Reingardsligrotten. Foto. sta. 2, kart fig. 29. Hule utarbeidet etter spalte. Veggene viser fremspringende kanter av tungt oppløselige mineraler (glimmer etc.). Sand på liggen. Se også Pl. 10, fig. 1. G. H. 25/s 1935.

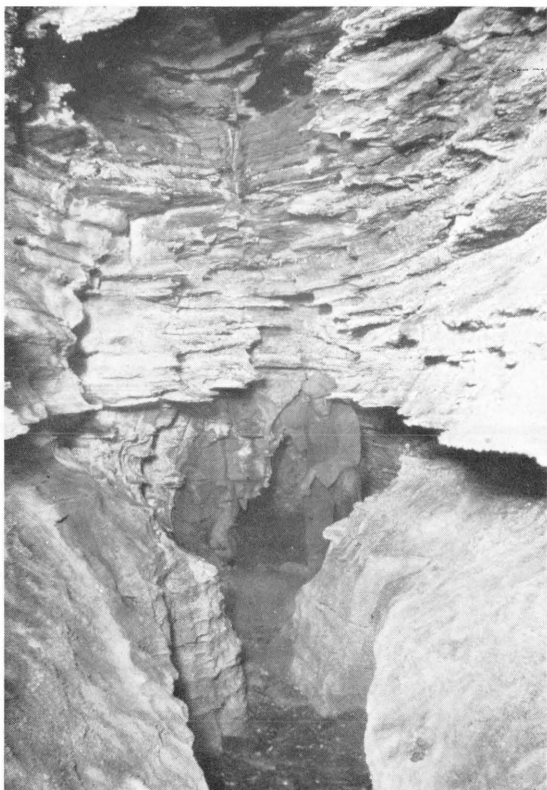


Fig. 1. Reingardsligrotten. Foto. sta. 1, kart fig. 29. Hulen følger øst-vestgående spalte. Fremspringende kanter av tungt oppløselige mineraler (glimmer etc.).
Se også Pl. 9, fig 2. G. H. 25/s 1935.

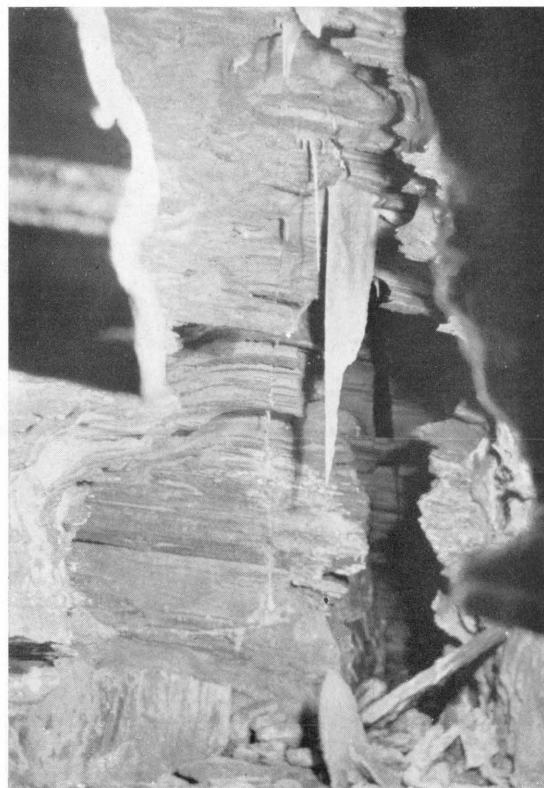


Fig. 2. Larshullet. Dryppstein på sprekke 10 m v. for Fossehallen, kart fig. 24. Stalagmitt 71 cm lang. På liggen tilsv. stalaktitt. Mørke „plater“ t. v., og t. h. er granitt injisert i kalken og med strekningstruktur i ø-v. retn. (= hulens lgd.-retn.). G. H. 22/s 1934.



Fig. 1. Lapphullet. Foto. sta. ca. 25 m vest for fastmerke 2 (kart fig. 27). Ser vestover. Oventil rundaktig trykkledningsprofil, nedentil innskåret bekkeløpsprofil (jfr. fig. 28,1). G. H. 27/8 1935.



Fig. 2. Lapphullet. Foto. sta. ca. 10 m øst for fastmerke 2 (kart fig. 27) og ser mot dette. Trykkledningsprofil med oppløsningskåler (jfr. fig. 28,2). G. H. fot. 27/8 1935.



Fig. 1. Larshullet. Hulens inngang er den svarte åpningen 0.8 cm fra personens venstre kne. Ser østover. G. H. 20/s 1935.



Fig. 2. Kalkfjell ved Olavsgrotten. Karren etter sprekker omtrent loddrett lagningen. G. H. 29/s 1939.



Fig. 1. Nær stien på sørsiden av Reingardslivatnet (kart fig. 22). Karren som følger kalkens lagning. (Skiktfugekarren.) G. H. 17/8 1933.

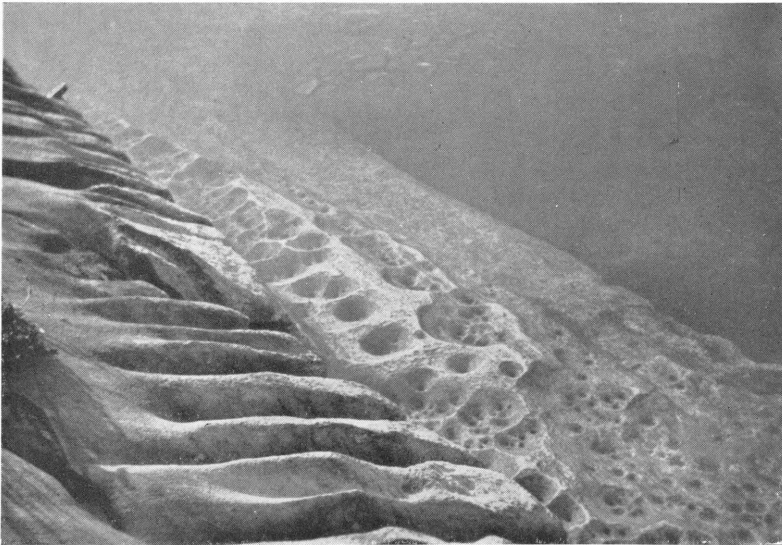


Fig. 2. Reingardslivatnet. Strand ved hus på sørsiden (kart fig. 22). Karren og eiendommelige fordypninger i kalk umiddelbart under vannflaten („solution pits“). G. H. 18/8 1935.



Fig. 1. Larshullet. Vest for fastmerke 1 (kart fig. 24). Ser innover. Rundt profil og „riflete“ vegger (= strekningstruktur). G. H. 17/8 1933.



Fig. 2. Lapphullet. Ca. 25 m vest for fastmerke 1 (kart fig. 27). Gang med sirkulært tverrsnitt, ca. 1,5 m høi. Strekningstruktur. G. H. 17/8 1933.

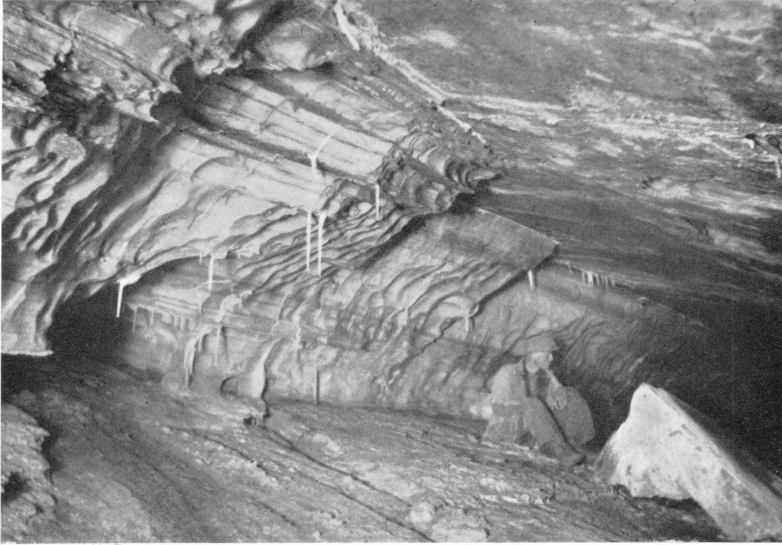


Fig. 1. Olavsgrotten. Vest for „bjørnehiet“ (kart fig. 27). Hule med rektangulært tverrsnitt. Opplosningsskåler og tynne dryppstein. Tak og bunn er også kalk. G. H. 26/8 1935.



Fig. 2. Grønligrotten. Nordvestgangen (kart fig. 19). Hulegangens tak er glimmerskifer. Fig. 20,2 viser profil. G. H. 24/8 1935.

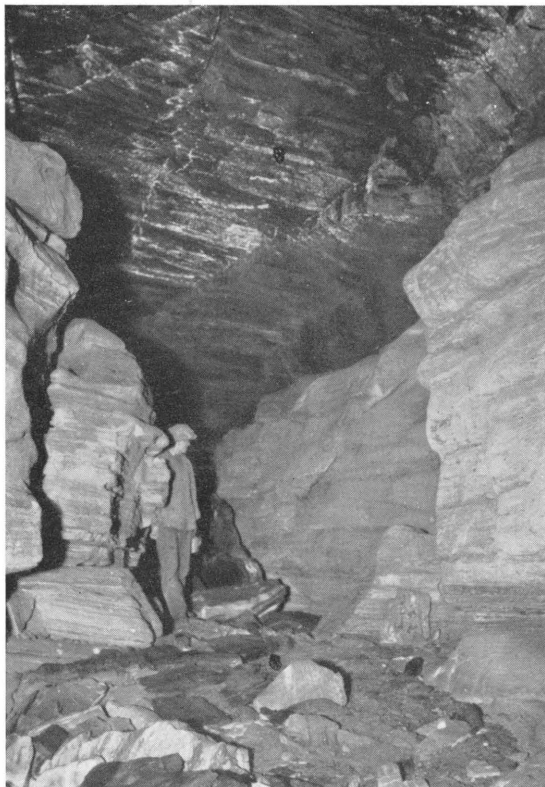


Fig. 1. Setergrotten. Foto. sta. ca. 30 m sør for Prekestolen (kart fig. 21). Ser mot nord. Glimmerskifer i taket.
G. H. 1/9 1939.

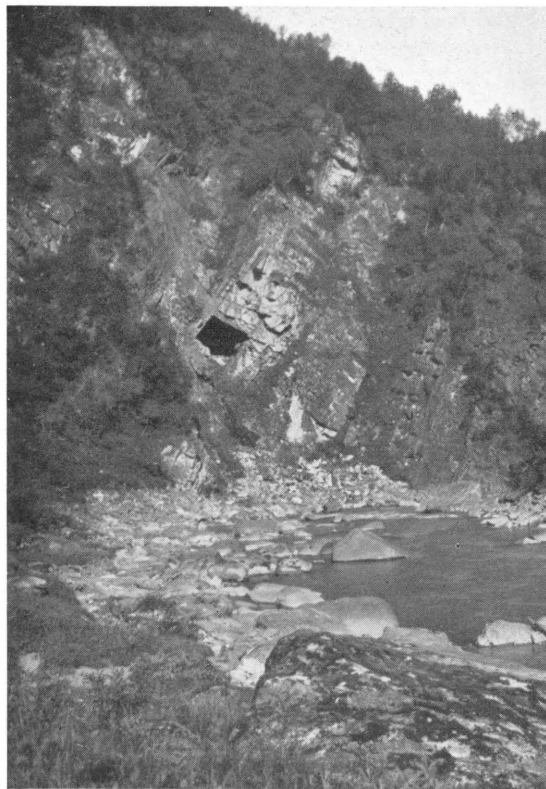


Fig. 2. Bredekhulen. Nedre dagåpning, ca. 6 m høy.
I forgrunnen Stormdalsåga. G. H. 4/9 1939.



Fig. 1. Glomfjorden. Grotte nr. 1 ved Navnløsvatn. Doline i fjell foran hulens dagåpning. En ring markerer hvor bekken går ned i fjellet (ponor).
G. H. 27/8 1936.



Fig. 2. Glomfjorden. Navnløsvatn. Grotte nr. 1. Foto. sta. se kart fig. 31.
G. H. 18/9 1939.

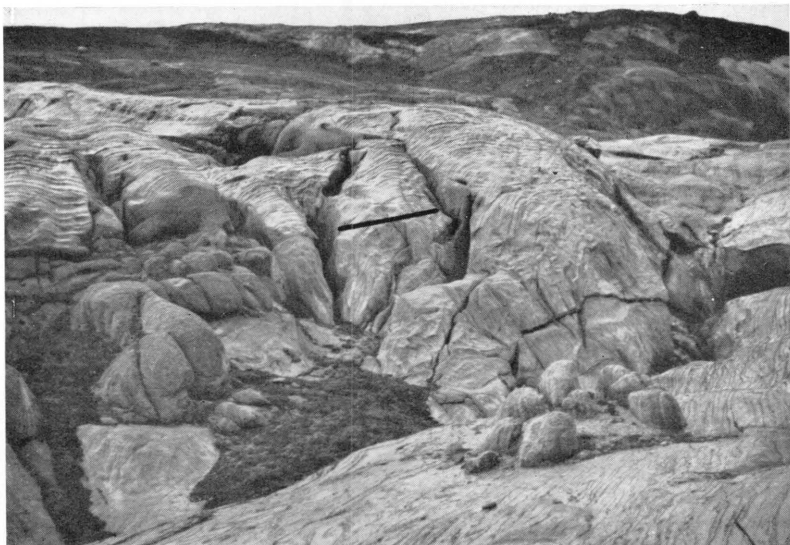


Fig. 1. Glomfjorden. Sørøst for 640 m-høyden nord for Storglomvatnet (kart 1:100 000). Kalkfjell med karren. Strek er 1,5 m. G. H. 27/8 1936.



Fig. 2. Glomfjorden. Ved Navnløsvatn og i nærheten av grottene (kart fig. 30). Doline i fjell med sne-rest. Karren på skrå kalkflate på dolinens sørside, hvor sneen blir liggende lengst. G. H. 18/9 1939.



Fig. 1. Reingardslivatnet. Sprekkeutvidelser og „huler“ i vann-nivå.
G. H. 23/8 1934.



Fig. 2. Glomfjorden. Navervatnet. Nord-sør sprekker i kalken. Stien fra
Navervatnet til Storglomvatnet sees nær overkanten av billedet. G. H. 28/8 1936.

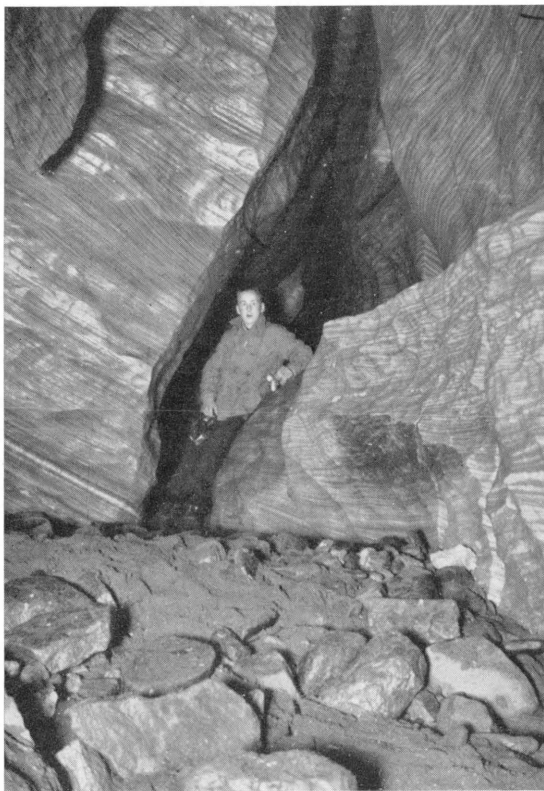


Fig. 1. Glomfjorden. Navnløsvatn. Grotte nr. 2. Nord-sør sprekk nær hulens bunn, ser mot nord. Kart fig. 32. G. H. 18/9 1939.

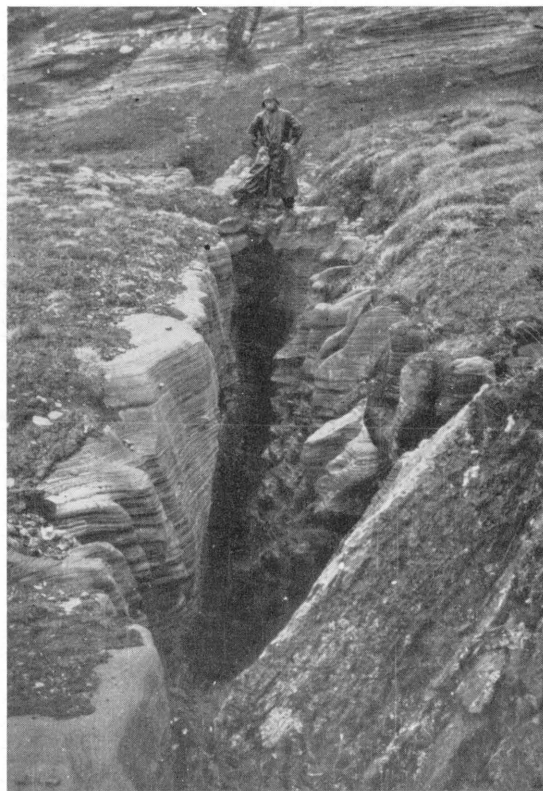


Fig. 2. Glomfjorden. Navnløsvatn. Sprekk på platå øst for Grotte nr. 2. Kart fig. 32. G. H. 18/9 1939.

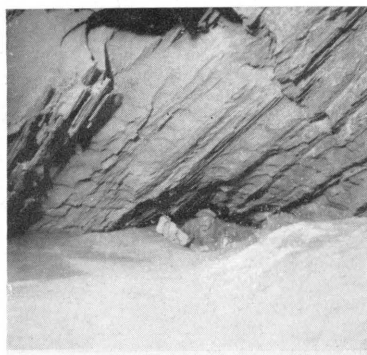
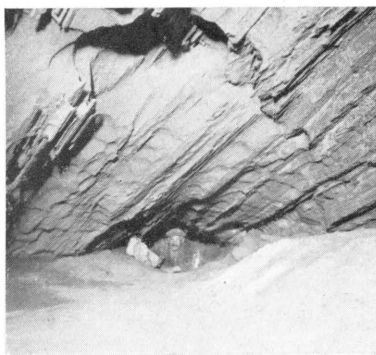


Fig. 1. Hamarnesgrotten. Foto. sta. 2 (kart fig. 8). „Trangen“ med avleiringer av sand. G. H. ^{31/8} 1934.

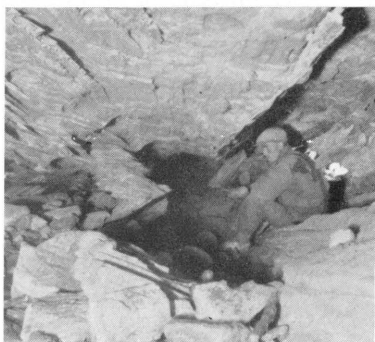


Fig. 2. Larshullet. Foto. sta. ca. 25 m øst for fastmerke 1 (kart fig. 24). Ser østover. Som de andre stereoskopiske bilder er dette tatt med to like kameraer, som for tilfellet er stilt opp med en avstand av ca. 35 cm. Avstand til mann i fig. 2 er ca. 8 m. G. H. ^{22/8} 1934.



Fig. 3. Larshullet. Storkirken (kart fig. 24). Hulen fortsetter nedover til høyre. G. H. ^{22/8} 1934.

Norges Geologiske Undersøkelse

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

1. Årbok for 1891. Kr. 1.50.
2. *Homan*. Tekst til kartbladet Selbu. 1890. Kr. 1.00.
3. *J. H. L. Vogt*. Salten og Ranen. 1891. Utsolgt.
4. *Reusch* m. fl. Det nordlige Norges geologi. Utsolgt.
5. *Stangeland*. Torvmyrer, „Sarpborg“. I kart. 1892. Kr. 1.00.
6. *J. H. L. Vogt*. Dannelsen av jernmalforekomster. 1892. Utsolgt.
7. *J. H. L. Vogt*. Nikkelforekomster og nikkelproduksjon. 1892. Utsolgt.
8. *Stangeland*. Torvmyrer, „Nannestad“. 1892. Kr. 1.50.
9. *Helland*. Jordbunden i Norge. 1893. Utsolgt.
10. *Helland*. Tagsskiffer, heller og vekstene. 1893. Kr. 3.00.
11. *W. C. Brøgger*. Lagfølgen paa Hardangervidda. 1893. Kr. 2.50.
12. *Riiber*. Norges granitindustri. 1893. Kr. 1.00.
13. *Bjørlykke*. Tekst til kartbladet Gausdal. 1893. Kr. 1.00.
14. Årbok for 1892 og 93. 1894. (Innhold: *Reusch*, Strandflaten; *Reusch*, Mellem Bygdin og Bang. *Reusch*, Isdæmmede innsjøer. *Bjørlykke*, Høifjeldskvarts. *Frøis*, Feltpat og glimmer. *Helland*, Dybder i innsjøer; *Helland*, Lerfaldet i Værdalen. *Ryan*, Torvprøver.) Kr. 2.50.
15. *J. H. L. Vogt*. Dunderlandsdalens jernmalmfelt. 1894. Kr. 2.00.
16. *Helland*. Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt. 1894. Kr. 3.00.
17. *J. H. L. Vogt*. Nissedalens jernmalforekomst. 1895. Kr. 1.25.
18. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. I. 1895. Utsolgt.
19. *Helland*. Jordbunden i Romsdals amt. II. 1895. Utsolgt.
20. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. I. 1896. Kr. 1.50.
21. Årbok for 1894 og 95. 1896. (*Reusch*, Referater av geologisk litteratur vedkommende Norge 1890—95.) Kr. 2.00.
22. *J. H. L. Vogt*. Norsk marmor. 1897. Kr. 5.00.
23. *Helland*. Lofoten og Vesteraalen. 1897. Kr. 2.50.
24. *Stangeland*. Torvmyrer i Norge. II. 1897. Kr. 2.50.
25. *Bjørlykke*. Kristiania by. 1898. Kr. 2.50.
26. Norges Geologiske Undersøkelsses utstilling i Bergen 1898. Utg. av *Bjørlykke*. Kr. 0.50.
27. *Frøis*. Jordboringer i Værdalen o. s. v. 1898. Kr. 1.00.
28. Årbok for 1896 til 99. (Innhold: *Hansen*, Skandinaviens stasjon. *Helland*, Strandlinjernes fald. *Rekstad*, Foldalen. *Rekstad*, Forandringer hos bræer. *Dal*, Varangerfjord.) Kr. 2.00.
29. *J. H. L. Vogt*. Søndre Helgeland. 1900. Kr. 2.50.
30. *Münster*. Tekst til kartbladet Lillehammer. 1901. Kr. 1.00.
31. *W. C. Brøgger*. Om de sen-glaciale og post-glaciale nivåforandringer i Kristianiefeltet. 1900—1901. Kr. 10.00.
32. Årbok for 1900. (Innhold: 9 avhandlinger av *Reusch* om geologiske forhold i Værdalen, Stjørdalen, Valdres, Lister, ved Lysefjorden, Fiekkelfjord, Bergen og Trondhjem. Norges daler og fjeld. Kr. 3.00.
33. Årbok for 1901. (Innhold: *Reusch*, Referater 1896—1900.) Kr. 2.00.
34. Årbok for 1902. (Innhold: *Kiær*, Etage 5 i Asker. *Reusch*, *Rekstad* og *Bjørlykke*, Fra Hardangervidden. *Rekstad*, Bræer i Sogn og Nordfjord. *Rekstad*, Velfjorden.) Kr. 2.50.
35. *Schiøtz*, Den sydøstlige Del av Sparagmit-Kvartsfjeldet. 1902. Kr. 3.00.
36. Årbok for 1903. (Innhold: *Frøis*, Andøen. *Reusch*, Det indre av Finmarken. *Kaldhol*, Suldalsfjeldene. *Rekstad*, Høifjeldsstrøket Haukeli—Hemsedal. *Rekstad*, Skoggrønsen.) Kr. 3.50.
37. Årbok for 1904. (Innhold: *Holmboe*, Skjælbaner. *Bjørlykke*, Brumunddalen *Hansen*, Mjøsjøkelen. *Rekstad*, Kartbladet Dønna. *Kiær*, Brumunddalen. *Rekstad*, Jotunfjeldene. *Reusch*, Eggedal.) Kr. 3.50.
38. *Stangeland*. Om Torvmyrer i Norge. III. 1904. Kr. 2.50.
39. *Bjørlykke*. Det centrale Norges fjeldbygning. 1905. Kr. 10.00.
40. *Reusch*. Kartbladet Voss. 1905. Kr. 2.00.
41. *W. C. Brøgger*. Strandlinjens beliggenhet under stenalderen. 1905. Kr. 4.00.
42. *A. W. Brøgger*. Økser av Nostvetttypen. 1905. Kr. 2.00.
43. Årbok for 1905. (Innhold: *Bjørlykke*, Selsmyrene og Lesjevandene; *Bjørlykke*, Ra'erne. *J. H. L. Vogt*, Eruptivfelter. *J. H. L. Vogt*, Andøens jurafelt. *Rekstad*, Folgefonna. Indre Sogn. *C. Bugge*, Kalksten i Romsdals amt.) Kr. 3.50.
44. Årbok for 1906. (*Reusch*, Referater 1901—1905.) Kr. 2.50.
45. Årbok for 1907. (Innhold: *Rekstad*, Folgefonnaalvøen. *C. Bugge*, Bergverksdriften 1901—1905. Stenindustri. *Reusch*, Skredet i Loen 1905. *Holtedahll*, Alunskiferfeltet ved Øieren.) Kr. 3.00.
46. *J. H. L. Vogt*. De gamle norske jernværk. 1908. Kr. 1.50.
47. *Reusch*. Tekst med geol. kart Jostedalbræen—Ringerike. 1908. Kr. 2.50.
48. *Bjørlykke*. Jæderens geologi. 1908. Kr. 2.50.
49. Årbok for 1908. (Innhold: *Reusch*, Den Geologiske Undersøkelsses oppgaver. *Goldschmidt*, Profillet Ringsaker—Brøttum. *Holmsen*, Børgfjeld. *Rekstad*, Fra Søndhordland (Etne m. m.). *Kaldhol*, Den nordøstlige del av Ryfylke. *Rekstad*, Kvartær, Nordmør.) Kr. 4.50.
50. *Reusch*. Norges geologi. 1910. Utsolgt.
51. *J. H. L. Vogt*. Norges jernmalforekomster. 1910. Kr. 4.00.
52. *Grimnes*. Jæderens jordbund. 1910. Kr. 1.50. 52 b. *Grimnes*. Kart over Jæderen med angivelse av høideforholdene og jordbundens art. 1:50 000. Kr. 2.50.
53. Årbok for 1909. (Innhold: *Rekstad*, Strøket mellem Sognefjord, Eksingedal og Vossestranden; *Rekstad*, Bindalen og Leka. *Werenskiold*, Øst-Telemarken. *Goldschmidt*, Tonsaasen. *Oxaal*, Børgfjeld. *Th. Vogt*, Langøen.) Kr. 4.00.
54. *Hansen*. Fra istidene. Vest-raet. 1910. Kr. 3.50.
55. *Danielsen*. Bidrag til Sørlandets kvartærgeologi. 1910. Kr. 2.00.
56. *C. Bugge*. Kartbladet Rennebu. 1910. Kr. 2.50.
57. Årbok for 1910. (Innhold: *Werenskiold*, Fra Numedal. *Hoel*, Okstinderne. *Rekstad*, Ytre del av Saltenfjord. *Reusch*, De formodede strandlinjer i Øvre Gudbrandsdalen.) Kr. 3.50.
58. *Werenskiold*. Fornebolandet og Snaøen i Østre Bærum. 1911. Kr. 2.00.
59. Årbok for 1911. (Innhold: *Oxaal*, Indre Helgeland. *Rekstad*, Hardanger. *Carstens*, Mo prestegjæld, Marstrander, Svartisen.) Kr. 3.50.
60. *Werenskiold*. Kartbladet Søndre Fron. 1911. Kr. 3.00.

61. Årbok for 1912. (Innhold: *Holmsen*, Hatfjeldalen. *Bugge*, Trondhjemsfeltet. *Rekstad*, Bjelladalen; *Rekstad*, Øerne utenfor Saltenfjord; *Rekstad*, Mytilusfauna i Smaalenene. *Oxaal*, Ekspert av sten 1870—1911.) Kr. 3.50.
62. *Rekstad*. Bidrag til Nordre Helgelands geologi. 1912. Kr. 3.00.
63. *Holtehdahl*. Kalkstensforekomster i Kristianiafeltet. 1912. Kr. 2.50.
64. *Reusch*. Tekst med geol. oversigtskart over Søndhordland og Ryfylke. 1913. Kr. 2.50.
65. *Bjørlykke*. Norges kvartærgeologi. En oversigt. 1913. Utsolgt.
66. *Werenskiold*. Tekst med geol. oversigtskart Sætersdalen—Ringerike. 1912. Kr. 2.50.
67. *Rekstad*. Fjeldstrøket mellom Saltdalen og Dunderlandsdalen. 1913. Kr. 2.50.
68. Årbok for 1913. (Innhold: *Oxaal*, Hvit granit. *Schiøtz*, Isskillet, Fæmund. *Reusch*, Tryssll. *Foslie*, Ramsey titanmalmfelt.) Kr. 3.00.
69. Årbok for 1914. (Innhold: *Rekstad*, Lyster og Bøverdalen. *Oxaal*, Kalkstenshuler i Ranen. *Rekstad*, Kalksten fra Nordland. *Reusch*, Hitterrens og Smølnes geologi. *Holtehdahl*, Fossiler fra Smølen.) Kr. 3.00.
70. Fem avhandlinger. (Innhold: *Reusch*, Norges Geologiske Undersøkelse. *Werenskiold*, Det sydlige Norge. *Th. Vogt*, Nordland. *J. H. L. Vogt*, Bergverksdrift. *Oxaal*, Stenindustri.) 1914. Kr. 1.00.
71. *Kolderup*. Kartbladet Egersund. 1914. Kr. 2.50.
72. *J. H. L. Vogt*. Grongruberne og Nordlandsbanen. 1915. Kr. 2.00.
73. *Holmsen*. Brædømte sjøer i Nordre Østerdalen. 1915. Kr. 4.00.
74. *Holmsen*. Tekst med geol. oversigtskart Østerdalen—Fæmundsstrøket. 1915. Kr. 2.50.
75. Årbok for 1915. (Innhold: *Holtehdahl*, Iagttagelser over fjeldbygningen omkring Randsfjordens nordende. *Holtehdahl*, Nogen foreløbige meddelelser fra en reise i Alten i Finmarken. *Rekstad*, Kvarter tidsregning. *Reusch*, Den formodede littorinasenkning i Norge. *Rekstad*, Helgelands ytre kyststrand. *J. H. L. Vogt*, Om manganrik sjømalm i Storsjøen, Nordre Odalen.) Kr. 4.00.
76. *Oxaal*. Norsk granit. 1916. Kr. 4.00.
77. *Goldschmidt*. Konglomeraterne inden høifjeldskvartsen. 1916. Kr. 2.00.
78. *Holmgreen*, Natursten. 1916. Kr. 1.50.
79. Årbok for 1916. (Innhold: *Holmsen*, Rendalens bræsjo; *Holmsen*, Sørfolden—Riksgrænsen. *Rekstad*, Kyststrøket mellom Bodø og Folden. *Reusch*, Litt om Jutulhugget.) Kr. 3.50.
80. *Rekstad*. Vega, Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1917. Kr. 3.00.
81. Årbok for 1917. (Innhold: *Reusch*, Seterne i Østerdalen. *Holtehdahl*, Kalkstensforekomster paa Sorlandet. *Holmsen*, Sulltjelmatrakten. *Rekstad*, Fauske—Junkerdalen. Kr. 3.50.
82. *C. Bugge*. Kongsbergfeltets geologi. [Karter og plancher i konvolut.] 1917. Kr. 12.00.
83. Årbok for 1918 og 19. (Innhold: *Holmsen*, Gudbrandsdalens bræsjo. *Carstens*, Geologiske undersøkelser i Trondhjems omegn. *Reusch*, Nogen kvartærgeologiske iakttagelser fra det Romsdalske. *Rekstad*, Geologiske iakttagelser fra strekningen Folla—Tysfjord. *Holmsen*, Nordfollas omgivelser. Kr. 3.50.
84. *Holtehdahl*. Bidrag til Finmarkens geologi. 1918. Kr. 4.00.
85. *J. H. L. Vogt*. Jernmalm og Jernverk. 1918. Kr. 3.50.
86. *Oxaal*. Dunderlandsdalen. 1919. Kr. 3.00.
87. Årbok for 1920 og 21. (Innhold: *Holtehdahl*, Kalksten og dolomit i de østlandske dalfører. *A. Bugge*, Nikkelgruber i Bamle. *Foslie*, Raana noritfelt. *Rekstad*, Et fund av skjelførende leir i Lorenskog. *Falck-Muus*, Brynestensindustrien i Telemarken. *Reusch*, Huler dannet ved forvitring. *Rosenlund*, Fæø gruber.) Kr. 5.00.
88. *Rekstad*, Kartbladet Eidsberg. 1921. Kr. 2.00.
89. *Holtehdahl*, Kartbladet Engerdalen. 1921. Kr. 2.50.
90. *Holmsen*. Torvmyrernes lagdeling i det sydlige Norges lavland. 1922. Kr. 6.00.
91. *Rekstad*. Kvartære avleiringer i Østfold. 1922. Kr. 1.00.
92. *Rekstad*. Grunnvatnet. 1922. Kr. 1.00.
93. *J. H. L. Vogt*. Trykttunneller og geologi. Med et avsnitt: *Fredrik Vogt*: Spændinger i fjeldet ved trykttunneller. 1922. Kr. 2.00.
94. *Gronlie*. Strandlinjer, moræner og skjelfforekomster i den sydlige del av Troms fylke. 1922. Kr. 1.00.
95. *A. Bugge*. Et forsøk paa inndeling av det syd-norske grundfjeld. 1922. Kr. 0.75.
96. *Rekstad*. Norges heving etter Istiden. 1922. Kr. 1.25.
97. *Holtehdahl* og *Schetelig*. Kartbladet Gran. 1923. Kr. 2.50.
98. Årbok for 1922. Kr. 2.00.
99. *Holmsen*. Vore myrsers plantedække og torvarter. 1923. Kr. 5.00. Innbundet kr. 6.50
100. *Rekstad*. Hans Reusch. Nekrolog og bibliografi. 1923. Kr. 1.00.
101. *Andersen*: Ildfaste oksydets fysikalske kemi. Statens Raastofkomite, publ. nr. 1. 1922. Kr. 1.50. Plancher og tabeller til nr. 101 kan kjøpes særskilt i plano. Kr. 1.00.
102. *Holtehdahl* og *Andersen*: Om norske dolomiter. S. R. K. publ. nr. 2. Kr. 1.00.
103. *Andersen*: En forekomst av ren kvarts i Krødsherred. S. R. K. publ. nr. 3. Kr. 0.75.
104. *Bull*: Elektrisk metalsmelting. S. R. K. publ. nr. 4. 1922. Kr. 0.75.
105. *Lindeman*: Torv. S. R. K. publ. nr. 5. 1922. Kr. 0.75.
106. *C. Bugge* og *Foslie*: Norsk arsenmalm og arsenikfremstilling. S. R. K. publ. nr. 6. 1922. Kr. 1.00.
107. *Goldschmidt*: Om fremstilling av bariumlegeringer. S. R. K. publ. nr. 7. Kr. 1.00.
108. *Goldschmidt* og *Johnson*: Glimmermineralernes betydning som kalkkilde for planterne. S. R. K. publ. nr. 8. 1922. Kr. 2.00.
109. *Johnson*: Om tilgodegjørelsen av kalifeltspatens kalliindhold. S. R. K. publ. nr. 9. 1922. Kr. 2.00.
110. *C. Bugge*: Statens apatitdrift i rationeringstiden. S. R. K. publ. nr. 10. 1922. Kr. 1.00.
111. *Gram*: Undersøkelser over bituminøse kul fra Spitsbergen. S. R. K. publ. nr. 11. 1922. Kr. 1.00.
112. *Gram*: Den kem. sammensætning av Spitsbergen—Bjørnøykul. S. R. K. publ. nr. 12. 1923. Kr. 1.00.
113. *Rødland*: Oljefremstilling av Kongsbay-kul og kul og skifer fra Andøen. S. R. K. publ. nr. 13. 1924. Kr. 1.00.
114. *Hansteen Cranner*: Om vegetationsforsøk med glimmermineralerne biott og sericit som kalkkilde. S. R. K. publ. nr. 14. 1922. Kr. 1.50.
115. *v. Krogh*: Undersøkelser over norske lerer. I. S. R. K. publ. nr. 15. 1923. Kr. 1.00.
116. *Dietrichson*: Undersøkelser over norske lerer. II. S. R. K. publ. nr. 16. 1923. Kr. 2.00.
117. *Guertler* og *Bull*. Kort oversigt over kobberets indflydelse paa jern og staa. S. R. K. Publ. nr. 17. 1923. Kr. 1.00.
118. *Bull*: Prøver med en hærdeovn for kulstofstaa. S. R. K. publ. nr. 18. 1923. Kr. 1.00.
119. *v. Krogh*: Undersøkelser over norske lerer. III. S. R. K. publ. nr. 19. 1923. Kr. 1.75.
120. *Dietrichson*: Undersøkelser over norske lerer. IV. S. R. K. publ. nr. 20. 1924. Kr. 2.00.
121. *Th. Vogt*. Sulitelmafeltets geologi og petrografi. 1927. Kr. 14.00.
122. Årbok for 1923. Kr. 2.00.

123. *Holmsen*. Hvordan Norges jord blev til. 1924. Utsolgt.
 124. *Rekstad*. Hatfjelldalen. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1924. Kr. 2.00.
 125. *Rekstad*. Træna. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1925. Kr. 2.00
 126. *Foslie*. Syd-Norges gruber og malmforekomster. 1925. Kr. 5.00.
 127. *Foslie*. Norges svovelkisforekomster. 1926. Kr. 3.00.
 128 a. *Andersen*: Feltspat. I. 1926. Kr. 3.00.
 128 b. *Andersen* og *Barth*: Feltspat II og III, 1931. Kr. 3.00.
 129. *Aasgaard*: Gruber og skjerp i kisdraget Øvre Guldal—Tydal. 1927. Kr. 4.00.
 130. *Arne Bugge*: En forcastning i det syd-norske grunnfjell. 1928. Kr. 3.00.
 131. *Torgersen*: Sink- og blyforekomster på Helgeland. 1928. Kr. 2.00.
 132. *Holmsen*: Lerfaldene ved Kokstad, Gretnes og Braa. 1929. Kr. 1.50.
 133. Årbok for femårsperioden 1924—1928 (Innhold: Direktørens og statsgeologenes beretning om arbeidet. *Falck-Muus*: Femårsberetning fra bibliotekaren. *C. Bugge*: Meddelelser om geologiske undersøkelser i Hallingdal og Valdres. *Falck-Muus*: Norske bergverksarkivalia II. *A. Bugge*: Oversikt over inndelingen av det syd-norske grunnfjell samt om fahlbåndene i Kongsberg ertsdistrikt. 1929. Kr. 3.00.
 134. *Rekstad*: Salta. Beskrivelse til det geologiske generalkart. 1929. Kr. 3.00.
 135. *Holmsen*: Grundvandet i vore leravsetninger. 1930. Kr. 3.00.
 136. *Holmsen*: Rana. Beskrivelse til det geologiske generalkart 1932. Kr. 4.00.
 137. *Foslie* og *Johnson Høst*: Platina i sulfidisk nikkelmalm. 1932. Kr. 2.50.
 138. *Brøgger*: Essexitrekens erupsjon, den eldste vulkanske virksomhet i Oslofeltet. 1933. Kr. 3.00.
 139. *Brøgger*: Om rombeporfyrgangene og de dem ledsagende forcastninger i Oslofeltet. 1933. Kr. 1.50.
 140. *Holmsen*: Lerfall i årene 1930—1932. 1934. Kr. 1.50.
 141. *Olaf Anton Broch*: Feltspat. IV. 1934. Kr. 3.00.
 142. *Torgersen*: Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. 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*. 1937. Kr. 4.00.
 144. *Holmsen*: Nordre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1935. Kr. 2.50.
 145. *Wolmer Marlow*: Foldal. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1935. Kr. 4.00.
 146. *Arne Bugge*: Kongsberg-Bambleformasjonen. 1936. Kr. 3.00.
 147. *Falck-Muus*: Aursund (under utarbeidelse).
 148. *Holmsen*: Søndre Femund. Beskrivelse til det geologiske rektangelkart. 1937. Kr. 2.50.
 149. *Foslie*: Tysfjords geologi. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart Tysfjord. 1941. Kr. 12.00.
 150. *Foslie*: Hellemobotn og Linnajavre. 1942. Kr. 6.00.
 151. *Holmsen*: Våre leravsetninger som byggegrunn. 1938. Kr. 3.00
 152. *Trygve Strand*: Nordre Etnedal. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart. 1938. Kr. 3.00.
 153. *Carl Bugge*: Hemsedal og Gol. Beskrivelse til de geologiske gradteigskarter E 32 V og E 32 Ø. 1939. Kr. 4.00.
 154. *Harald Bjørlykke*: Feltspat V. De sjeldne mineraler på de norske granittiske pegmatittganger. 1939. Kr. 3.00.
 155. *Olaf Anton Broch*, *Fridtjov Isachsen*, *Orvar Isberg*, *Trygve Strand*: Bidrag til Skudenes-sedimentenes geologi. 1940. Kr. 1.50.
 156. *K. O. Bjørlykke*: Utsyn over Norges jord og jordsmonn. Med oversiktskarter av jordbunnsforholdene i Norge i to blader: Sør-Norge og Nord-Norge. 1:2000000. 1940. Kr. 8.00.
 157. *Brit Hofseth*: Geologiske undersøkelser ved Kragerø, i Holleia og Troms. 1942. Kr. 3.00.
 158. *Per Holmsen*: Geologiske og petrografiske undersøkelser i området Tynset—Femunden. 1943. Kr. 2.50.
 159. *Trygve Strand*: Et gneis-amfibolittkompleks i grunnfjellet i Valdres. 1943. Kr. 3.00.
 160. *Jens A. W. Bugge*: Geological and Petrographical Investigations in the Kongsberg—Bamble Formation. 1943. Kr. 5.00
 161. *Christoffer Oftedal*: Om Sparagmiten og dens skyvning innen kartbladet Øvre Rendal. 1943. Kr. 2.50.
 162. *H. Neumann*: Silver Deposits at Kongsberg. 1944. Kr. 4.50.
 163. *Brynulf Dietrichson*: Geologiske undersøkelser i Espedalen. 1945. Kr. 3.00.
 164. *Olaf Holtedahl*: Norges geologi. Under trykning.
 165. *Gunnar Horn*: Karsthuler i Nordland. 1947. Kr. 7.00.
 166. *Gunnar Holmsen*: Lerfall og ras i årene 1933—1939. 1946. Kr. 3.00.
 167. *Gunnar Holmsen* og *Per Holmsen*: Leirfall i årene 1940—1945. 1946 Kr. 4.00.
 168 a. *Tom F. W. Barth*: The nickeliferous lveland—Eve Amphibolite and its Relation. (Under trykning.)
 168 b. *Harald Bjørlykke*: Flåt Nickel Mine. 1947. Kr. 3.00.
 169. *Steinar Foslie*: Melkedalen grube i Ofoten. 1946. Kr. 7.00.

Statens Råstoffkomité's publikasjoner.

Av Statens Råstoffkomité's publikasjoner er utkommet nr. 1—26, hvorav nr. 1—20 er utgitt i ovennevnte serie som N. G. U. nr. 101—120. Nr. 21, 22, 24 og 26 fåes i *Teknisk Ukeblads ekspedisjon*, Oslo.

Smaaskrifter.

Av denne serie, er utkommet:

- Nr. 1. *Andersen*: Norges Geologiske Undersøkelse, dens opgaver og virksomhet. 1922. Gratis.
 2. *Falck-Muus*: Avhandlingar og karter utgit av N. G. U., systematisk ordnet. 1922. Gratis.
 3. *Holmsen*: Erfaringer om jordskaden ved innsjøreguleringer. 1927. Kr. 0.50.
 4. *Holmsen*: Grunnvannbrønner. 1940. Kr. 0.50.

Karter

Følgende fargetrykte geologiske karter er til salgs ved Norges Geografiske Oppmåling:

Rektangel- og gradavdelingskarter, kr. 1.56: Aursunden, Dunderlandsdalen, Eidsberg, Eiker, Flesberg, Foldal, Gjøvik, Gol, Gran, Hellemobotn, Hemsedal, Hønefoss, Kongsberg, Lillehammer, Linnajavre, Meraker, Moss, Nordre Etnedal, Nordre Femund, Rennebu, Søndre Femund, Søndre Fron, Terningen, Tysfjord.

Utsolgt: Bergen, Eidsvoll, Gausdal, Hamar, Haus, Kristiania, Levanger, Melhus, Nannestad Rindal, Sarpsborg, Selbu, Skjørn, Stenkjær, Stjørdal, Trondheim.

Av Oslofeltets serie er utkommet: Flesberg, Gran, Hønefoss, Kongsberg, Moss, Nannestad, Tønsberg med Larvik, samt oversiktskart over Oslofeltet (kr. 4.67).

Utsolgt: Fet, Kristiania.

Forskjellige geologiske karter: Generalkartene: Hatfjelldal, Rana, Salta, Træna, Vega (kr. 3.11). Oversiktskart over det sydlige og nordlige Norge utsolgt.