

Nogle bidrag til forstaaelsen af, hvorledes Norges dale og fjelde er blevne til.

Af Hans Reusch.

I. Indledning.

Norges relief er endnu saa lidet forstaaet, at vi ikke har opnaaet en rimelig begrundet forklaring af, hvorledes oprindelsen til flere af de største træk deri er at opfatte. Dette er saaledes tilfældet med et af de betydeligste reliefforhold, som allerede noksaa tidlig har tiltrukket sig opmærksomheden, nemlig modsætningen mellem plateau og dal. Med nogen overdrivelse blev denne modsætning fremhævet af P. A. Munch i hans „Uebersicht der Orographie Norwegens“. (Gæa Norvegica. Herausg. v. Keilhau. Drittes Heft. Chr. 1850. S. 502—516). Denne smukke afhandling har aldrig været oversat og er ikke saa kjendt, som den burde være. Til den slutter sig hans indberetning om en i sommeren 1842 og 43 foretagen reise gennem Hardanger, Numedalen, Telemarken m. m., (Aftrykt uddragsvis i „Øyen, Bidrag til vore brægnes geografi“. Nyt Mag. f. Naturvd. Bd. B. 37. p. 112—119).

Kjerulf søgte at fremstille landets relief og dets geologiske bygning i sammenhæng. I sin afhandling „Et stykke geografi i Norge“ (Vid. Selsk. Forh. 1876, No. 3, p. 2) siger

han „det maa være klart, at et saadant fjeldland er en hel sammensat bygning, og at selve høiden og dybden kan være grundet i selve bygningens høiere eller lavere opførte dele fra først af, saaledes som ethvert geologisk kart viser.“ Han tænkte sig landets lavere dale saavel dets „afheld“ som „sjørnes og fjordenes gab“ fremkomne ved forrykninger, idet landstykker var sunken ned. De snævre dale og de lange sjøer var ordnede efter sprækker tilhørende visse systemer. Erosionens virkninger søgtes reduceret til minimum.

At de norske fjelde ikke overalt viser plateauform har jeg omhandlet i en liden opsats, „Nogle ord om alpeformer“ (Turistforeningens aarbog 1875 s. 54—56), hvor jeg fra Søndmør fremfører eksempler paa, at visse fjeldstrækninger bestaar af smale rygge, der skiller mellem forholdsvis brede dale.

Af Helland har vi en afhandling „Om fjeldenes høider og om Norges overflades naturlige beskaffenhed“ (Turistforeningens aarbog 1880, p. 1—87), hvor han specielt behandler den del af det vestlige Norge, som ligger i nord for en linje Bømmele—Rollag i Numedalen, og som ender i nord med Hitteren. Afhandlingen indeholder betragtninger over hvilke slutninger med hensyn til landets almindelige overfladeform man kan uddrage af de største maalte høidepunkters beliggenhed.¹ Helland inddeler omhandlede landstykke i smaa ruder og noterer inden hver den største maalte høide. Han kommer til følgende regler:

1. Det er sjelden, at der i en egn ligger et fjeld, som i høide rager betydelig op over alle andre nærliggende fjelde. Hvor et fjeld naar en vis høieste elevation, vil man i regelen i samme egn have en række andre fjelde, hvis høide nærmer sig det øverste fjeld. Naar til eksempel det høieste fjeld i en egn er paa 4500 fod, saa vil der være et andet i nærheden paa 4450 et tredie paa 4400 o.s.v. kort en række fjelde uden stort sprang i høidedifferencen.

¹ Vogt har en lignende undersøgelse under arbeide for den søndre del af Nordlands amt.

2. Naar man ordner de fjelde, der bestaar af samme bergart, i en gruppe, aftager undertiden høiderne inden det samme felt med en vis regelmæssighed i en vis retning. Naar man lægger et plan gennem tre topper, saa vil foruden disse tre toppe tillige flere andre omtrent ligge i samme plan.

3. I Bergens stift tiltager de høieste toppers høide først med en vis regelmæssighed østover fra kysten af. Dernæst holde de sig over en vis strækning paa en maximumshøide og aftager saa siden mod øst med en vis regelmæssighed.

4. Paa lignende maade forholder det sig med de øverste fjeldes høide, naar man fra Romdalskysten gaar i sydøstlig retning.

En del undtagelser hænger tydeligvis sammen med den geologiske bygning. Undersøger man f. eks. høiderne inden konglomerat-sandstenstrøget paa sydsiden af Nordfjord, finder man rigtignok den mod vest aftagende høide udpræget, men samtidig ogsaa, at alle høider er større, end de efter den almindelige hældning af et plan gennem de øverste topper skulde være.

Forfatterens forklaring af de store træk i landets bygning er denne:

„Før dale, fjorde og sjøer blev udhulede, og før de enkelte fjelde af tidens tand blev udmeislete til selvstændige topper, har det sydlige Norge dannet en høitliggende fjeldmark der hvor vi nu har de høieste tinder, og fra denne fjeldmark har landet skraanet med sø [i det østenfjeldske] med v [i det vestenfjeldske] og med nv [Romsdals amt]. Senere er disse planer paa forskjellig vis blevne gennemfurede og udmeislete.“

Aarsagen til, at landet havde disse hældningsforhold søger forfatteren i ujævn hævn, og gjør i den anledning opmærksom paa, at for eksempel den nederste grænse for konglomerat-sandsten-strøgene i Nordre Bergenhus amt ligger høit i øst, men gaar under havet i vest; endvidere, at de samme cambriske fossiler, som ligger i 4000 fods høide i Hulberget

paa Hardangerviddan, findes meget lavere mod øst, til eksempel omkring Mjøsen, flere steder i niveauer paa 500 fod og mindre.

Dette resonnement om aarsagerne til landets høideforhold, som først, om end paa lidt anden maade, er fremholdt af Kjerulf, kan man ikke lade gjælde. Den skandinaviske region af jordskorpen har efter silurtiden (og i det mindste i Bergens stifts efter den postsiluriske konglomeratsandstenformations dannelse) været underkastet foldninger og dislokationer; men disse kan ikke, saaledes som det har været forsøgt, forklare de store træk i landets nuværende høideforhold. Tager vi saaledes for os det største af de ovenfor nævnte konglomeratsandstenfelter, saa dukker dets underflade ved Aalfotenfjord, altsaa lige ved den østlige høieste del, under havets niveau; yderst ude i vest paa de laveste øer, Batalden og Litle Batalden, stiger derimod denne samme grænse op over havet. Dictyograpthuskiferen ligger i Hulberget ca. 1300 m. over havet; men skifer, der rimeligvis maa sammenstilles med den, forekommer under Horungernes fod (Lysterfjorden) i havets niveau.

Saa vel i Hallingdal som Valdres skraaner endvidere underfladen for den her fladtliggende cambrisk-siluriske formation i nordlig retning altsaa modsat landets almindelige hældning. (Reusch. Geologiske iagttagelser i Telemarken m. m. Chr. Vid. Selsk. Forh. 1896. No. 2, s. 89). Brøgger har eftervist en forrykningslinie langs østsiden af Kristianiafjorden, hvorved det landstykke som nu udgjør det lave land i Smaalenene har været underkastet en forskydning opad af indtil 1350 m. i forhold til landstykket vestenfor. (Brøgger: Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords. Nyt Mag. f. Naturv. 30 B. Chr. 1886 p. 198). Antallet af saadanne fakta kan forøges; de godtgjør at landets nuværende overflade maa være udarbejdet af den geologiske bygning uden at der er nogen sammenhæng mellem hvad der ligger topografisk og geologisk høit. Saameget kan man dog sige i sin store almindelighed, at den skandinaviske høideryg opviser stærke foldninger og overskydninger, hvori siluriske lag har deltaget, og at i det hele

seet gaar ryggens og foldesystemets retning parallelt. I det sydøstlige Norge, og i det mellemste og sydlige Sverige altsaa i de lavere dele af Skandinavien, har en saadan eftersilurisk foldning ikke fundet sted undtagen lokalt som ved Kristiania, hvorimod betydelige forkastninger har indtruffet der. Men ligesaa lidt som foldesadlerne kan eftervises som høider og foldetraugene som dale i fjeldstrøgene, ligesaa lidt kan oprykket og nedrykket eftervises som høit og lavt i det lave land. De ovenfor omtalte temmelig fladtliggende cambrisk-siluriske lag paa Hardangerviddens og i nordøst derfor hører med til fjeldsystemet, idet, som det synes, store flade overskydninger har spillet en rolle.

Medens saaledes fjeldbygningens høit og lavt ikke kan anvendes til tydning af reliefforholdene undtagen paa den generelle maade, som er antydning for Skandinavien i sin helhed, spiller blødt og haardt inden fjeldbygningen en udpræget rolle ved udarbejdelsen af relieffets detaljer. Brøgers før citerede arbeide om Kristianiafjorden, der indeholder saa meget værdifuldt om Kristianiaegns forskydninger, kommer i spørgsmaalet om dannelsen af fjordens bækken til det resultat, at om landstykker har været hævet op eller ned, saa udtaler dette sig ikke i relieffet; fjorden er dannet der, hvor jordskorpens overflade bestaar af løse bergarter indesluttet mellem haarde.

En specialitet i vort lands topografi har Helland behandlet i sin afhandling: Om botner og sækkedale samt deres betydning for theorieerne om dalenes dannelse (Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar. Bd. 2. 1875, s. 286—301, 342—356. Aftrykt i Turistforeningens aarboeg 1875, s. 119). Han slutter sig her til en af nuværende oberst K. Lorange fremsat teori om botnernes dannelse ved is.

Wienergeologen Suess har anstillet betragtninger over reliefforholdene i Maalselvdistriktet sydlig for Tromsø. Han mener, at nogle dalstrøg kan betegnes som i hovedsagen præglaciale; deri har isen skuret ud nye dale, og endelig har det rindende vand efter istiden gravet dybe v-formede dale som f. eks. Sordal (Suess: Das Antlitz der Erde. II Band. Wien

1888, s. 415; ogsaa i fransk udgave ved de Margerie: *La face de la terre*. Paris 1900).

Landets strandflade har nærværende forfatter beskrevet i en afhandling: „Strandfladen, et nyt træk i Norges geografi“ (Norges geologiske undersøgelse. No. 14. Aarvog for 1892 og 93, s. 1—14). Et senere bidrag til forstaaelsen af oprindelsen til Norges relief er „Richter: Geomorphologische Beobachtungen aus Norwegen“ (Sitzungsber. der K. K. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Classe. Bd. 105. Abth. I. Wien 1896, s. 147—189). Han antager, at det plateau, hvorover Jøtunfjeldenes toppe hæver sig, er interglacialt, dannet under forhold, da klimabet var omtrent som nu. De tærende kræfter, frostsprængning, forvitring osv. virker stærkest i høider over 13—1600 m. og danner derfor, naar de faar arbejde længe nok, i nævnte høide af de opragende fjelde et plateau. Richter vil udvide denne opfatning til at gjælde de skandinaviske høifjeldsflader i sin helhed; men den strækker sikkerlig ikke til. Paa den ene side er det ikke paavist, at forskjelligheden i de tærende kræfters virkemaade i høiden og lavere nede overhovedet kan føre til plateaudannelse, og paa den anden side fordrer theorien, at den tilstand af klimabet, under hvilke plateauet dannedes, havde en ganske enorm varighed; men dette passer ikke med, at klimabet i den kvartære tid flere gange har vekslet mellem koldt og mildt.

Et indgaaende studium af en enkelt egn ligger til grund for amerikaneren Barretts afhandling om det Sundalske dalsystem. Han søger deri at give forklaring til det af ham paaviste faktum, at der forud for den nuværende Sundal var udarbejdet et stort dalsystem, der heldte mod øst og havde sit vandskil høit oppe over det sted, hvor nu Sundalens *nederste* del er. (The Sundal Drainage System. Bull. of American Geogr. Society No. 3. 1900).

I den senere tid er der, navnlig ved amerikanske forskeres studier, 'opnaet en bedre indsigt i, hvad der betinger de store træk i landenes skulptur; særskilt maa nævnes W. M. Davis i Cambridge, Mass., der har præciseret disse an-

skuelser mest fuldkomment og illustreret dem med mange eksempler. Barrett er hans elev og følger hans metode.¹⁾

Naar et stykke af jordskorpen hæves over havet, f. eks. ved bjergkjædedannelse, og forbliver hævet gennem en i geologisk forstand lang periode, lad os sige et par millioner aar, blir dets overflade aldeles forandret ved de tærende kræfters virksomhed. I begyndelsen, medens høiden endnu er betydelig, rinder floderne, som er det væsentligste agens, raskt; de er unge og kraftige og graver dybe leier, idet de hurtig fører ud i havet, hvad der tilføres dem fra siderne. Imidlertid sænkes landets overflade ved deres og forvitringens virksomhed (gletscher, om de findes, medvirker til det samme). Floderne rinder mere og mere langsomt, og deres leie opfyldes af løsmateriale, som forvitringen tilfører dem fra siderne. Dette løsmateriale kan ikke fjernes undtagen lidt efter lidt; floderne faar bugtninger og udvider sine dale. Alle skraaninger blir langsommere. Floderne gaar nu over i „den gamle alder“ og arbejder langsomt. Landet, hvis overflade ogsaa kan betegnes som „gammel“ eller moden, har svagt bølgeformet overflade med vide dale, hvorigjennem floderne snor sig besindigt frem, og reliefets videre udjævning foregaar overmaade langsomt. Landets overflade er blevet hvad Davis kalder et „peneplain“ [engelsk udtale: piniplæn] eller et peneplan, der betyder „næsten en slette“.

Samtidig med floderne virker brændingen paa kysten; den frembringer ogsaa et fladland, arbejder altsaa sammen med det rindende vand og forvitringen. Havet frembringer dog et mere fuldkomment plan end de andre denuderende kræfter, hvis enderesultat som sagt er en „næsten slette“. Bliver et saadant peneplan hævet op, forsterkes flodernes virksomhed paa skrænterne, hvor det hævede land grænser til omgivelsen, og de graver sig her hurtig dybe leier. Den

¹⁾ Davis har ogsaa bereist en del af Norge og meddelt sine resultater i en afhandling, som jeg endnu kun kjender af referat. Han tilskriver isen stor betydning for reliefets udformning.

sædvanlige tendens at gjøre leiet fladere og fladere gjør sig imidlertid gjældende, og det punkt i leiet, hvor hver flods foryngede virksomhed begynder at gjøre sig gjældende, rykker stadig længere ind i landet; samtidig aftager intensiteten af den udgravende virksomhed. Denudationen arbejder hen imod at frembringe et nyt peneplan paa et lavere niveau end det forrige. Den i en foregaaende afhandling beskrevne gravning af Værdalselven og dens bielve ovenfor den forladte Hærfos frembyder en ypperlig model paa hvorledes de foryngede elve kan tænkes at grave i et gammelt peneplan.

Processen med landskulpturens udarbeidelse er her kun antydnet i sine største [træk. I naturen frembydes der os en mangfoldighed af variationer. Der kan foregaa en hævning af et landstykke, før dets former er modnede til et peneplan; de nye landskabsformer, som de foryngede floder frembringer, staar da ikke i noget særdeles skarpt udhævet modsætningsforhold til de gamle. Hævningen kan ogsaa foregaa ujævnt, saa et peneplan kan faa en hældning til en bestemt kant. Endvidere kan klimatiske forhold spille ind med, idet for eksempel endel af et landstykke kan blive en tør ørken, medens nærliggende dele har floder, der graver.

Norges høifjeldsvidder er rimeligvis som regel peneplaner, jeg siger ikke et peneplan, da de muligvis ikke alle er geologisk samtidige. De viser den „gamle“ karakter, som er karakteristisk for peneplaner, uden dog at være abrasionsflader, saadanne som havet frembringer med sin jævnhøvling.

Hvad jeg har beskrevet som Strandfladen og nogle dele ellers af Skandinaviens lave egne har derimod karakter af abrasionsflader, og for deres vedkommende maa det være havbrændingen, som væsentlig har ydet det formbestemmende arbeide, understøttet naturligvis af de over havets overflade virkende tærende kræfter. Saavel peneplanerne som abrasionsfladerne er selvfølgelig blevne delvis forandrede ved istidens gletscher.

Det sagdes ovenfor, at høifjeldsfladerne muligvis henhører til peneplaner af forskjellig alder. Et sted, hvor dette kan

være tilfælde, er for eksempel høifjeldsstrøget nord og nordøst for Hardangerjøklen. Over vidderne, hvor sætrene ligger, rager op højere plateauformede fjelde, hvis overflade ser ud til at kunne være rester af et andet ældre penepian; man har her Hallingskarven 1951 m. Hardangerjøklen med omtrent samme høide, Bleien, 1696 m. Blaaskavlen, 1773 m. og Storskavlen 1710 m. i s. for Lærdalsfjord, endvidere Fresvikbræen i v. for Aurlandsfjord; ja rimeligvis hører ogsaa Haarteigen syd paa Hardangervidden til samme gruppe. Man bør lægge merke til, at det høitliggende plateaus udbredelse synes at være uafhængig af fjeldets geologiske bygning, det strækker sig saaledes udenfor de strøg, hvor man har den nogenlunde horizontale grænseflade mellem grundfjeld og overliggende cambrisk silurisk skifer. Tegningen viser Hallingskarven (H)



Hallingskarven og Reinsfjeld.

1, 2, 3 er tre vande nede i Ustedalen.

og Reinsfjeld (R) seet fra sydøst. Beliggenheden af disse høitliggende plateauer findes angivet paa følgende lille kart med korsvis skraffering. Paa samme maade er ogsaa Justedalsbræens og Folgefondens snemarker betegnede i den tanke, at de hører med til samme ældgamle penepian. Ogsaa andre strækninger burde vel været angivne, men naar man ikke har seet vedkommende landskabs former i naturen, bør man være forsigtig med at udtale sig om dem, da karterne, navnlig de ældre og mere ufuldkomne, kan være meget vildledende.

Helland antydede i det ovenfor citerede arbejde, at fjeldtoppenes høide inden det af ham studerede strøg angav beliggenheden af en fordums høifjeldsmark. Maaske dette kan være

tilfældet, og man ogsaa paa den Maade kan udlede existencen af et fordums peneplan; dog tror jeg, at man maa vogte sig for at drage saadan slutning blot og bart af høideangivelserne. Det er nemlig ikke usandsynligt, som ogsaa af andre fremhævet, at naar et uregelmæssigt fjeldland udsættes for en lang tids denudation, reduceres toppene og kammene omtrent til samme høide; ogsaa før det er kommet saavidt, at et typisk peneplan er uddannet.

Naar altsaa en landstrækning hæves, og det rindende vand paa det begynder en ny periode i sin virksomhed, opstaar der en mere eller mindre skarp udpræget modsætning mellem den gamle overflade og de nye dalformer. Det kan i saa tilfælde kanske være bekvemt at have en omfattende betegnelse for landets oprindelige relief i modsætning til de nyere denudationsformer; som en saadan vil jeg i det følgende benytte palæisk overflade (af palaios, gammel). For Norges vedkommende er jeg tilbøielig til at bestemme den nøiere som den overflade, hvis hovedsagelige træk er ældre end den kvartære tid, altsaa er tertiær og ældre. Det forekommer mig noget for bestemt at sige prækvartær; thi vi har ikke midler til med nøiagtighed at fastsætte tiden for den nye erosionscykles indtræden, om den skal lægges et stykke tilbage i tertiær eller kanske et stykke frem i kvartær¹). Man maa ved bestemmelsen af, hvad der er palæisk, holde sig til de hovedsagelige træk; thi is og vand har naturligvis modificeret ogsaa den palæiske overflade i den kvartære tid.

Den opgave paa et kart at udskille Norges palæiske overflade er maaske for vanskelig til, at man med haab om held kan forsøge den nu for tiden; hvad jeg har gjort paa omstaaende kartskitse over en del af det Vestenfeldske er derfor bare et ganske foreløbigt udkast.

Naar man i en dal vil bestemme grænsepunktet for den palæiske overflade, maa man se at faa rede paa dalens profil.

¹) Under trykningen af dette ser jeg, at Dr. Andr. M. Hansen er inde paa tanken om en hævnning i slutten af tertiærtiden (Bogen om Norge).

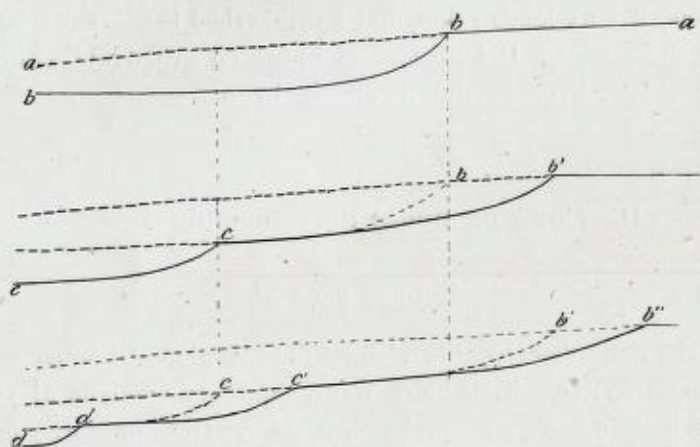
Forholdsviis let stiller sagen sig, hvor der bestemt lader sig paavise et sted, hvor en ældre flad del af dalen, som strækker sig op mod vandskillet, afløses af en nedre øverst brat nedskraanende del; den ældre flade del er da, saaledes som jeg opfatter forholdet, dannet før hævnin gen, den nedre del efter.



Skissemæssig fremstilling af den palæiske overflade (det som er ladet hvidt) i en del af vestenfjeldske Norge. Med korsvis skraffering er betegnet nogle høitliggende plateauer, som formodes at tilhøre et ældgammelt peneplan.

Denne regel er imidlertid ikke nogen almengjældende „Sesam, luk dig op“, men maa anvendes med kritik, idet man altid maa søge at faa en oversigt over relieffets almindelige træk, i den egn man studerer. Forholdene kan blive komplicerede derved, at „hævningen“ ikke er en enkelt begivenhed, men at der finder sted flere niveauforandringer med hæv-

ning som enderesultat. Hver underordnet hævnning frembringer en fornyelse af de daldannende kræfter, og der opstaa flere erosionssystemer, som samtidig skyder endepunkterne for sin virksomhed længer og længer op i vedkommende dale. Hosstaaende tre profiler langsefter en dal kan illustrere dette. I viser en oprindelig plateauoverflade $a-a$ og en dal $b-b$, som efter en første hævnning lidt efter lidt har uddannet sig. II. Efter en ny hævnning er et nyt erosionssystem $c-c$ kommet til; samtidig er det ældre systems øverste endepunkt rykket til bagover fra b til b' . III. En tredje hævnning har tilført endnu



Gradevis udvikling og dalprofil.

et tredje erosionssystem $d-d$, samtidig med at endepunkterne for de ældre erosionssystemer er rykkede endnu længere tilbage. Tilbagegangen af erosionen kan ske forskjellig hurtig for de forskjellige systemer. Var for eksempel den anden hævnning meget betydeligere end den første, kunde punktet c have indhentet b og passeret forbi det, saa man istedetfor tre trin som enderesultat kun havde faaet to.

Naar der hidtil kun har været talt om hævnning som betingelse, for at der skal opstaa en ny erosionscykle, maa man forresten erindre, at ogsaa en sænkning kan have samme virkning. Man tænke f. eks. paa høilande som det indre

Asien eller det vestlige Nord-Amerika, hvor erosionen arbejder ned til niveauet for høitliggende indlandsbækker med eller uden afløb. Indtræder her en sænkning i et af høilandets grænseomraader, fremkommer en skraaning, eller om der er en forrykningslinje, en steil skrænt, fra hvilken erosionen kan begynde at arbejde sig bagover i et gammelt plateau, uden at dette selv er underkastet nogen niveauforandring. For vort lands vedkommende, kan man saaledes tænke sig det som resten af et høiland, som har rullet langt ud i Atlanterhavet og er sunket ind der.

Man føres saaledes, naar det gjælder at forklare oprindelsen til vort lands relief, ind i usikkerhed baade i det store og i det mindre. Det gjælder at lægge en grundvold af gode iagttagelser, hvorpaa slutninger kan bygges.

II. Sogn og nogle tilgrænsende strøg.

Fjordens ydre del.

Sognefjorden og tilstødende dale danner tilsammen et storartet system, hvis indre forgreninger er omgivne af vort lands høieste strøg, „de norske storfjelde“. Disse omslutter med en $\frac{3}{4}$ cirkel et basin af palæiske høifjeldsflader, hvis midtparti er ved Sogndalsfjorden og den sydlige del af Lysterfjorden. I denne palæiske overflade er fjorden, dens arme og de yngre dale udgravne af en stor Sogn-elv med dens bielve under en lang og vekslende historie. Sogn frembyder en vel afgrænset opgave for en, der vil studere reliefforhold og har tid at reise op igjennem alle distriktets dale med kart, fotografiapparat og skissebog. Her kan kun meddeles enkeltheder fra nogle faa strøg; det er dog saa meget, at de giver eksempler paa de vigtigste af de reliefforhold, som distriktet frembyder.

Naar man reiser ind Sognefjorden, faar man allerede i den ydre del, helst om man betragter fjordens sider noget paa afstand, et indtryk af, at dalene er nyttilkomne indsænkninger i et

tidligere eksisterende plateau. Man betragte f. eks. nedenstaaende tegning, der fremstiller en del af fjordens sydside seet fra dens nordside, nemlig fra fjeldskraaningen i nv. for Værholmen. Vi har ingen vanskelighed ved i tankerne at forestille os fordybningerne udfyldte og den palæiske overflade hel og ubrudt.

Ved Lønefjorden ser man et smukt eksempel i smaat paa et forhold, som vi skal omtale ofte i det følgende; fra fjor-



Fra ytre Sogn. Bogstaverne betegner indre Oppedal, ytre Oppedal og Risnefjorden.

den strækker der sig ind en dal, som ender pludselig med en botten, og i den styrter der ned en fos fra en høitliggende trugformet sæterdal (Brudalsfossen).

Smaa sidedale, delvis bortskurede af is.

Et spørgsmaal, som hører til de meget omstridte, er som bekjendt det: hvormeget har isens skuring og hvormeget det rindende vand gjort til reliefets udformning? De som holder paa, at isen lidet har udrettet, har kunnet fremføre, som det forekommer mig, tydelige beviser for, at den skuring, hvis furer, vi nu ser paa fjeldet, flere steder ikke har eroderet synderlig; den har ikke kunnet skure væk forud eksisterende jettegryder, ja end ikke engang smaa forvitringens ujevnheder (Chr. Vid. Selsk. Forh. 1878, No. 7). Paa den anden side har de, som holder paa isens indgribende betydning for reliefet, manglet overbevisende detailleiaagttagelser, som kunde have støttet deres oftest i det vide gaaende resonnementer.

I den senere tid har studiet af de store nedisningsomraa- ders randgebeter givet os en ny opfatning af istidens længde og af den veksling, som har fundet sted mellem glaciale og interglaciale tider. Gjentaende gange i den kvartære tid har følgelig rindende vand, og gjentagne gange isen arbeidet paa udformningen af landets overflade.

Der lader sig ogsaa fremføre detailleiegtagelser, som direkte viser, at isens skuring har virket i betydelige maaler. Jeg for min del kom først til klarhed herom netop i Sogn, nemlig paa en dampskibsreise i 1899 fra Kaupanger til Nærødalen. Hosstaaende tegning viser Sognefjordens sydside ved indre Frøningen.

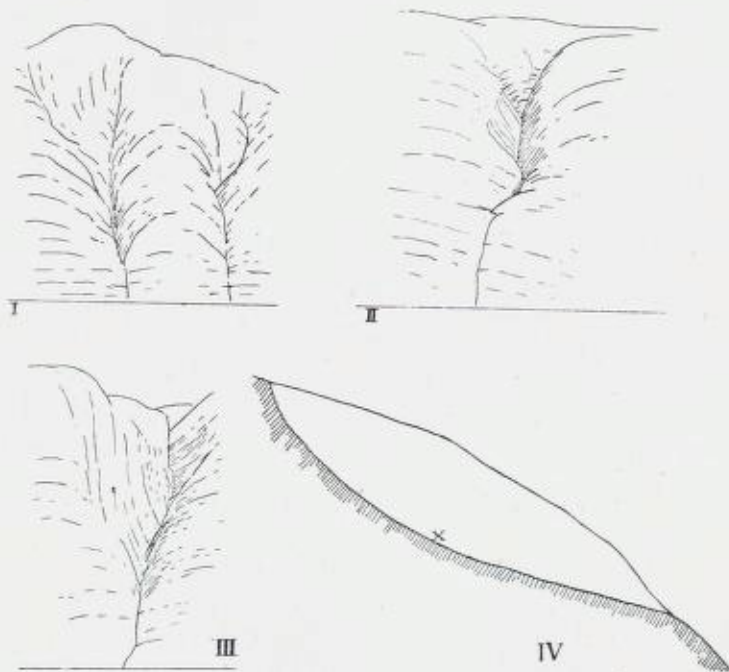
Fjordens sider naar paa det afbildede sted antagelig op til vel 1000 m. Isen som fyldte Sognefjordens rende i den sidste istid har efter al sandsynlighed ikke naaet høiere end omtrent 700 m. o. h.; thi i denne høide (ved 3 paa tegningen) ser man opragende paa kammen mellem to sidedale tapper, der ser ud som forvitningsformer; saadanne spidse klipper kunde ikke have holdt sig, hvis is havde skuret hen derover. De v-formede dale, som sees i den venstre halvdel af billedet, er saadanne, som kjendes fra ikke bræskurede lande og er regnbækkenes værk paa fjeldsiden.

Ser vi imidlertid paa dalen ved 1, saa er der det merkelige ved den, at den ophører ved en vis høide. Nedenfor den hænger bækken frit paa den isskurede fjeldside dannende en fos. Den eneste rimelige forklaring af dette forhold er, at dalen engang har fortsat længere ned, og at den nederste del af dalen er skuret væk. Naar regnaarer samles til en bæk, graver nemlig det rindende vand overalt og ikke mindst dybt i den nedre del, hvor der er mest vand. Det er derfor aldeles abnormalt, at dalfuren, saaledes som tilfældet er med den dal vi betragter, fattes her. I forbigaaende bemærket, man kan ikke

Sydsiden af Sognefjorden ved indre Frøningen.



søge en forklaring for det nuværende forhold i, at fjordens overflade under daldannelsen stod høiere, thi man behøver ikke at gaa længere end til 2 for at finde en dal, som naar omtrent til det nuværende fjordspeil, og til 4 for at finde en som fortsætter under det, og saa igjen ved 6 (Lille Frøningen) er der kun resten af en v-formet dal høit oppe. Naar denne undtages er omtrent alle ujevnheder paa fjeldsiden i den høire halvdel af billedet skuret væk. At saa meget er igjen af dalene 2 og 4 maa rimeligvis tilskrives, foruden disse dales størrelse, ogsaa den omstændighed, at kysten paa dette sted (tilvenstre for indre

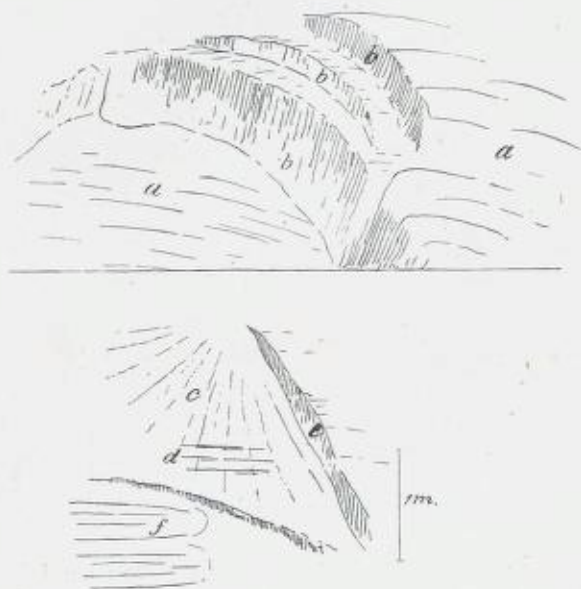


Smaadale paa siderne af Aurlandsfjorden.

Frøningen, 5 paa tegningen) gaar ind i en bugt, saaledes som det sees af amtskartet.

Dette forhold med dale, som har faaet den nedre del skuret væk, fremtræder ogsaa aldeles udmerket paa Aurlandsfjordens sider: Tegning I er fra fjeldsiden kort i vest for Skjærdal; man har to dale, der har form omtrent som en

bedømmelse af, hvorledes denudationen ved isbræer har fundet sted, maa man ikke alene regne med skuring, transport af forvitret materiale, som har faldt ned paa bræen fra omgivelserne, og med vandets virkning under bræen; men man maa ogsaa tage med vækplukning af stykker under isen fra det friske uforvitrede fjeld. Nedenstaaende tegninger viser eksempler. Disse er rigtignok fra indre Hardanger; men forholdene er der som i indre Sogn. Den øverste tegning viser en omtrent



Tegninger fra fjeldsider, hvor klippestykker er plukkede væk under fordums isbræer.

100 m. høi klippeflade fra Eidfjordvandets østlige side, *a* og *a* er skurede flader, *b, b, b* er steile, ru vægge. Dele af fjeldet har løsnet efter dem og sprækker omtrent parallelt med dal-siden (stenbryderne kalder saadanne sprækker bundslepper); den gjenstaaende side af en saadan spræk (*f*. eks. *a* underst tilvenstre) kan saa siden være bleven glattet af is.

Den nederste tegning fra den nærliggende Simadalsfjord er mere detailleret. Et fladt stenflag er løsnet efter *e* og efter en brudflade *c*, der endnu viser et skjælformet udseende, et slags gigantisk muslingbrud med vifteformet anordnede linjer.

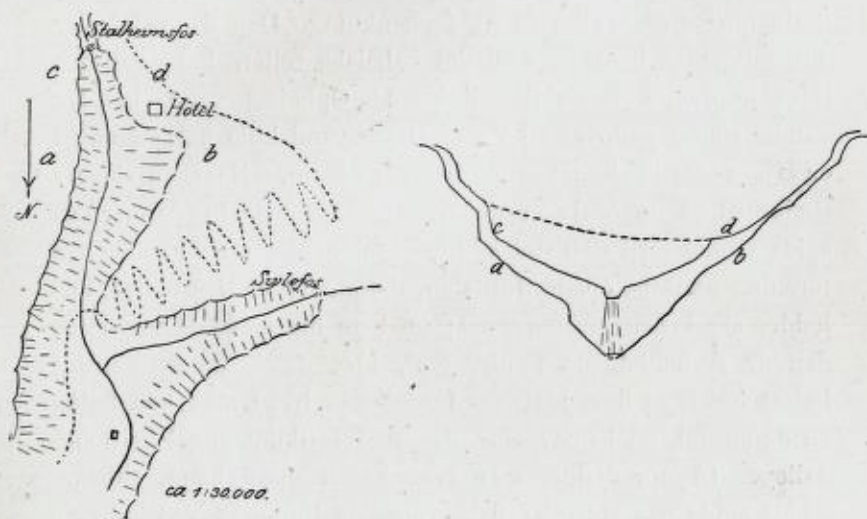


Stalheimskleven seet fra nord. Betragteren staar nede i Nærødalen. Tilvenstre gaar ind en snæver dal, der ender med en botten, hvori Stalheimsfossen styrter ned; tilhøire er der en anden botten med Sivlefossen. Fjeldet mellem begge heder Stalheimsberget. Veien gaar opad det i omtrent 15 slyngninger; man ser kun begyndelsen af denne zikkakvei opstigende fra broen over elven. (Fotografi af Lindahl).

(Saadanne findes beskrevne af J. B. Woodworth: On fracture systems of joints etc. Proceedings of the Boston Society of Natural History, 27, Boston Mass. 1896, p. 163—183). Efter stenflagets bortførelse sees bundfladen at være let skuret ved *d*. Vel udviklede skuringsmerker sees endvidere ved *f*.

Nærødalen og Voss.

Vi skal nu begive os ind til bunden af Nærøfjorden og gennem Nærødalen gjøre en liden afstikker over til Voss. Nærøfjordens steile sider, som i sin ydre del overalt fremviser fast solid fjeld, forandrer karakter henimod bunden, hvor der ligger store stenskred, som rækker høit op paa dalsiderne og er beklædte med adskillig løvskov. Man reiser forbi Holmenes, en liden halvø, om hvilken man ikke i forbifarten kan



Omgivelserne af Stalheimsberget. (Paa kartskissen skulde bogstaverne *c-d* staaet lidt høiere for at svare til profilet *c-d*, der er tænkt lagt netop over fossen).

afgjøre, om det er en rest af en moræne eller af et stort skred. Nærødalen, som danner en fortsættelse af fjorden, har ogsaa skredklædte sider. Dalen strækker sig med flad bund lige til foden af Stalheimsberget, hvor veien gaar opad i zikzak, den bekjendte Stalheimsklev.

Ovenstaaende figur er en kartskisse af de to dalbotner ved Stalheim. Ved siden af er to profiler over Stalheimsdalbotnen. Stalheim hotel ligger paa en afsats (betegnet

med *d*) ved den vestre dalside. Dalens bund har paa dette sted oiensynlig engang været som den punkterede linje i profilet antyder; saa er der først gravet en forholdsvis vid dal deri, og endelig har elven ved ny tilbagegaaende erosion gravet ud den dybe dalkløft, hvori fossen falder ned. Istidsbræer har sikkerlig, her som ellers, virket modificerende paa daldannelsens forløb.

Naar man er kommet op for Stalheimsberget og forbi hotellet, har man for sig til vestenden af Opheimsvandet en vid aaben dal med flad bund, hvor der paa strøget nærmest Stalheimsfos er gravet en ny forsækning. Den flade dal, der antagelig maa henregnes til det palæiske relief, har et meget lidet udpræget vandskille lige ved Opheims vand, hvorfra vandet rinder nedover til Voss. Dette vandskille har engang i en fjern fortid ligget anderledes end nu. Naar en sideelv støder til en hovedelv er det regel, at sidedalen danner en spids vinkel med den del af hoveddalen, der strækker sig fra foreningspunktet opad. Jordalen, der støder til Nærødalen, forholder sig tydeligvis omvendt; med de fire sidedale i syd for den er forholdet mere ubestemt, idet de kommer omtrent lodret ind mod hoveddalen. Jordalen er hvad man kan kalde en agnor-dal, en benævnelse, der svarer til det engelske hook-valley. (Agnor defineres af Ivar Aasen som „hage, tilbagevendt spids paa siden af fiskekroge og lignende redskaber“). En saadan agnordal viser, at vandet i hoveddalen dengang, da den begyndte at dannes, var del af et andet elvesystem end nu. Nærødalen tilhørte saaledes sikkerlig dengang ikke Sognefjordens system, men havde sin hældning mod sv.¹⁾

¹⁾ Barrett har i det før omtalte arbejde anført flere agnordale fra Sundalen. Ved undersøgelse af vore karter kan man finde mange flere; man betragte saaledes ved Sireaaen elven, som kommer fra Valle vand, elven fra Naavand i Mandalselvns distrikt, elvene ved Breivand øverst i Otteraaens distrikt, Dorholt elv i vest for Norsjøen, Elgsaaen paa østsiden af Fæmundsjøen, Høgskarelv og andre tilløb paa Dividalens vestside ved Tromsø og Gievdnejavre i syd derfor ved rigsgrænsen. Som eksempler paa agnor-fjorde kan nævnes Aalfoten fjord i Nordfjord.

Fortsætter man nu reisen nedover mod Voss, saa finder man, at fjeldgrunden mellem Opheim og Vinje kirker bestaar af lerglimmerskifer istedetfor de haarde bergarter, som har været de raadende hidtil. Paa denne strækning gaar elven i en omtrent 100 m. dyb snæver v-formet dal nedsunket i en mere aaben dal.

Ved Vinje kirke kommer elven fra Mørkrisvandet nordenfra ud i hovedelven. Mørkrisvandet omgives i den sydlige del af fjeldsider, der hælder 30—40° og bestaar af haarde bergarter; foran vandet, i syd for det, ligger en fjeldryg af lerglimmerskifer, der sees paa nedenstaaende tegning; den kan anslaaes at være 80 m. høi og 1 km. bred fra n. mod s. Den er gjennembrudt af en v-formet snæver dal.



Den sydlige ende af Mørkrisvandet.

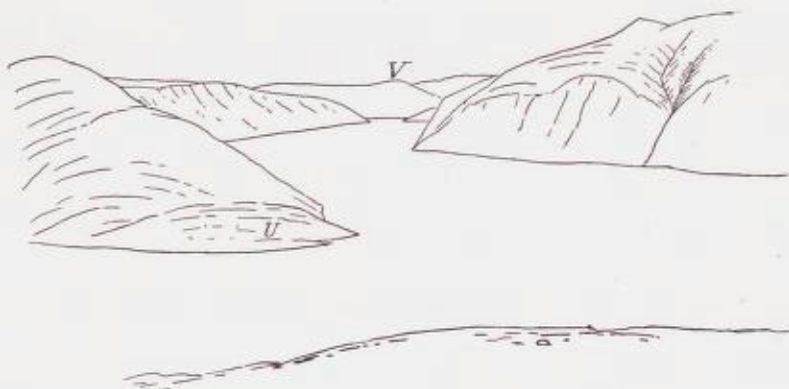
Her er et tilfælde, hvor man staar i stor tvivl, naar man skal forsøge at forklare landskabets dannelsesmaade. Hvorledes har der kommet at ligge en ryg af den bløde lerglimmerskifer foran sjøbækkenet? Stod vandets overflade engang i høide med ryggens kam, og er det siden blevet udtappet, eller blev bækkenet udgravet af is, efterat allerede den v-formede kløft var dannet? Det faar være fremtiden forbeholdt at svare paa disse spørgsmaal.

Paa de nordligste 200 m. nærmest sjøen er dalbunden dækket af stillestaaende vand, en forlængelse af sjøen; her er saaledes som det sees af tegningen steile bredder af fast fjeld; videre frem strømmer elven raskt afsted mellem masser, der

er nedskredne i dalkløftens bund. Rimeligvis er det saadanne skred, der holder vandets overflade saapas høit, som det staar. Lerglimmerskiferen løsner gjerne i store blokke, og en enkelt kan være nok til at foraarsage opdømmning af vandet.

Lysterfjorden og Hafslo.

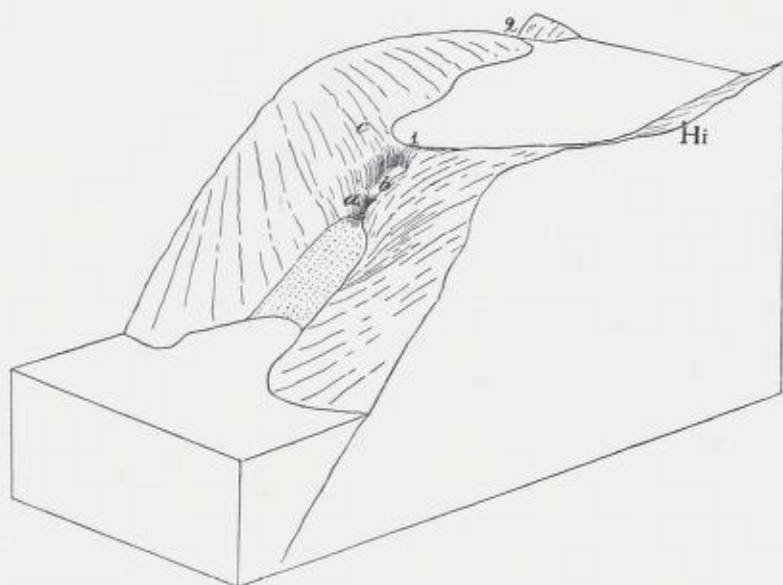
Efter denne lille udflugt over i Vosseelvens gebet vender vi tilbage til Sogn og følger *Lysterfjorden* indigjennem. Lysterfjorden har i sin ydre del indtil der, hvor den bøier om i en ret vinkel ved Solvorn, steile sider nedskaarne i landets palæiske overflade. Næste tegning viser denne ydre del af fjorden seet fra den temmelig høitliggende gaard Molland. Betragteren er vendt mod syd og ser ud igjennem fjorden.



Den ydre del af Lysterfjorden. *V* i det fjerne er Vetanaase. *U* er Urnes. Urnes er et lavt fremstikkende forland, som yder plads til en liden bebyggelse. Ligeoverfor paa den anden side af fjorden har man Solvorn bugt med en liden brat opstigende dalsenkning, der fører op til Hafslo vand. Situationen paa dette sted faar man kanske lettest oversigt over ved en skematisk tegning.

Hafslovandet har til en tid havt afløb mod øst til Lysterfjorden (ved 1 paa tegningen); nu rinder dets vand mod syd til Sogndalsfjorden (ved 2). Den nederste del af dalsenkningen ved Solvorn er dækket med grus og sand (prikket

paa figuren). Dette løsterrain skraaner raskt opad indtil Øvrebo omtrent 130 m. o. h. aneroidmaaling. (Kjerulf har i „Udsigten“ s. 19 Kjeldedal 115 m.). Her er der en smule fladt terrain, som maaske betegner den øvre marine grænse; det begrænses mod vest af steile, tildels lodrette, omtrent 60 m. høje fjeldskrænter, der danner som en liden botten. Fra



Terrainet mellem Hafsloandet og Lysterfjorden ved Solvorn, skematiseret.

denne skjærer der ind mod sv. med en længde af omtrent 70 m. en snæver kløft indesluttet af steile sider (*a* paa tegningen). Kløftens retning synes at være betinget af et system lodrette spalter. Her har sikkerlig engang en anselig fos styrret ned; men nu er det ikke stort mere, end at der drypper vand i regnveir. Man kan fra kløften forfølge videre opad en dalsænkning (*b* paa tegningen), hvis sider viser jettegrydedannelser. Denne lille dalsænkning slutter opad med en bottenformet ende, som er lidt mindre end den nedenfor ved *a*, men som dog antagelig har omtrent 40 m. høje vægge. Man er nu kommet til den lille ryg, (omtr. 210 m. o. h.) som dan-

ner det nuværende vandskille og har en noksaa rask skraaning ned mod Hafsløvandet.

Hafsløvandets høide er efter amtskortet 140 m. o. h. Det ligger i en forsækning, som i Sogndalsfjordens forlængelse strækker sig til Marifjæren ved Gaupnefjord. Hele den indre del af Lysterfjorden fra Solvorn af og Fortundalen gaar i samme retning om end ikke i umiddelbar forlængelse. Dette belte med nordøstlige dalstrøg er et længdedalsystem, som har stor udstrækning i nø.—sv.-lig retning i vort land. Det kan forfølges langs grænselinjen mellem det sogn-romdalske grundfjeldstrøg og yngre bergarter og saa ind i disse til Røroseggen. (Denne linje, vil findes afsat paa det lille kart, som staar side 5 i min bog „Die Fossilien führende krystalinischen Schiefer von Bergen in Norwegen“. Deutsche Ausg. v. Baldauf. Lpz. 83¹).

Naar man er kommet op paa vandskillet mod Hafsløvandet har man dettes flade udbredt for sig; endnu bedre oversigt over det faaes, hvis man stiger op i høiden f. eks til det punkt, der er betegnet med *c* paa den skematiske figur. Udsigten herfra mod nord er fremstillet paa næste tegning. I forgrunden er veien (*c*), som man følger op fra Solvorn; ved *a* er den omtalte øverste lille bottenlignede forsækning (*b* paa foregaaende figur). Hinsides den er en ældre vei. Alt hvad der paa tegningen ligger nærmere end vandet hører til vandskilsryggen. Paa den anden side af vandet ligger Hafsløbygden. Veien fra skydsstationen Hillestad (*Hi*) opover gaar gennem dalsækningen over til Marifjæren. Begiver vi os nu over til Hillestad og vender os i sydlig retning, har vi for os det billede, som er fremstillet nedenfor. Vort forrige standpunkt sees ved *c*. Vandets tidligere udløb til Solvorn var ved *1*, den nuværende lavere udstømningsaabning er ved *2*. Gaarden som er betegnet med *o* heder Orklevik.

¹) En anden merkelig lang dallinje fra Romsdal til Nordland har jeg beskrevet som et gammelt flodløb i en opsats om Norges relief, der i 1899 indleveredes til redaktionen af det under trykning værende værk „Norge i det nittende Aarhundrede“.

I Hafslobygden nord for vandets østlige del i strøget ved Hillestad har man vidnesbyrd om tidligere høiere vandstand. Den har været omtrent 90 m. over vandet, som det nu er;



Hafslovandets omgivelser.

og altsaa adskillig høiere end det laveste sted paa vandskilsryggen mellem vandet og Solvorn. Den gamle vandstand fremtræder som en afsats i løsterrainet udhævet ved at flere



gaarde er byggede derpaa. Meget tydelig er dog ikke afsatsen andre steder end ved gaarden Hauge (H), hvor der er en vel udviklet flade, langs hvilken man kan sigte over til Kjøs (K). Gaar man fra Hillestad ned mod vandet, træffer man paa halvveien i løsterrainet en omtrent vandret flade, der sees at ligge omtrent i niveau med det laveste punkt af vandskilsryggen mod Solvorndalen. Jordbunden i fladen er sand, som tildels er saa fin, at den nærmer sig til ler og ligner det stof, som afsættes af bræelve. Fladen er meget ufrugtbar og adskiller sig derved fra de gode skraaninger ovenfor den. Mod syd, ud imod vandet, er den udtunget i lapper, og der ligger foran den nogle fladtoppede hauge, der synes at være dele, som oprindeligt har hørt til den, men nu

er blevne skilte derfra ved erosion. I selve fladen nær dens rand er der etsteds en rund kraterformet forsænkning, som har det rare navn „Kongerikje“. Oventil maaler forsænkningen 40 m. tvers over. De indvendige sider skraaner under en vinkel paa omtrent 25° ned til bunden, der indtages af en sump ca. 8 m. lavere end randen.

De høiere vandstande, som der sees merker af ved Hafsløvandets nordøstende, men som ikke findes, saavidt jeg har seet, ellers ved vandet, tænker jeg mig nærmest frembragte paa følgende maade. Isbræen fra Veitestrandsvandet strakte sig engang over til vandskilsryggen og over dens laveste del; udløbet maatte da finde sted over et høiere parti af ryggen, saa trak bræenden sig lidt tilbage, og vandet havde udløb over den laveste indsænkning i ryggen; endelig trak bræenden sig saa langt tilbage, at det nuværende udløb til Sogndalsfjorden kom i virksomhed.

Elven, som render fra Hafsløvand sydover, gaar først med et moderat fald; saa møder den omtrent 3 km. i nord for fjordenden en dalbotten, ad hvis side den styrter ned gjennem et kløftformet 10 til 30 m. dybt leie dannende fos paa fos, den sidste den saakaldte Helvedesfos. Veien gaar i zikzak ned ad bottenvæggen følgende den saakaldte Gildreskredbakke. Gildreskredet er en ur der ligger i en forsænkning indesluttet paa østsiden af en 20—30 m. høi væg, paa vestsiden af lavere tilrundet fjeld.

Til Sogndal-Hafsløforsænkningen kommer fra nord Sogndalen og Veitestrandsdalen. (Paa lignende maade kommer Justedalen og Mørkrisdalen ned til den forsænkning som udfyldes af den indre del af Lysterfjorden). En eiendommelighed saavel ved Sogndalen som Veitestrandsdalen er, at de i de nedre dele boier pludselig om mod øst. Sogndalen i det mindste faar derved udpræget karakter af en agnordal. Det kan, i forbigaaende sagt, være fristende i tankerne at rekonstruere gamle erosionslinjer efter Sogndal, Eidsfjord, det lave land over til Amle, Lærdal og efter Veitestrandsvand, Solvorn, Lysterfjordens ydre del. Udløbet af Veitestrandsvandet i

Hafslovandet har jeg seet noget nøiere paa. Paa amtskartet er her kommet en feil i angivelsen af de to vandes gjensidige høideforhold (den har foranlediget fossespekulanter til forgjæves reiser). I virkeligheden ligger Veitestrandsvandet ved lavvand ikke mere end 1 meter over Hafslovandet. Sydligst paa det lille stykke mellem Hafslo- og Veitestrandsvandet rinder elven langsomt i en flad dalbund og ser ud omtrent som en sø. Mod øst er der i dalsiden steile fjeldvægge som tildels viser merker af rindende vands erosion; saaledes er det en jettegryde, Gjöhellerstaava. Foran sydenden af Veitestrandsvandet ligger der tværs over dalbunden en fjelddryg som er et par hundrede meter bred og er gjennemskaaret med en snæver kløft, der har lodrette vægge paa omtrent 20 meters høide. Det blakkede gletschervand fra Veitestrandsvandet gaar med sterk strøm og har gravet ud store halv-cylindriske jettegryder i kløftens vægge. Bergarten her er granit, den samme har man ogsaa øst for for Hafslovandet til Solvorn og sydover til Sogndalsfjorden.

Opper dalen mod nord fra Hillestad, den dal som sees side 149, har man derimod skifrige bergarter, mest finkornig gneis. Den vide dal med sin uregelmæssige bund ser ud til i væsentlig grad at have faaet sin form ved isbræers virksomhed. Naar man er kommet over vandskillet, møder man ved Fet graa kvartsit, der ved Kjørlaug afløses af lerglimmerskifer. I denne lerglimmerskifer i dalbunden, der til siderne omgives af haardere bergarter, mod vest granit, mod øst kvartsit, er der



Dalen i syd for Marifjæren, *J*, Joranger kirke. *M*, stedet hvor Marifjæren ligger. *R*, Raaum høit oppe paa den anden side af Gaupnefjorden.

gravet en snæver v-formet kløft ned til Marifjæren. Man ser tydeligt, at der er en ældre dalbund (der hvor fuglene flyver paa tegningen), og deri gaar den nye kløft ned; den kan nok tænkes her i det løse fjeld at være efterglacial.

Indenfor Gaupnefjorden er hovedfjordens vestside indtil Dale ikke særdeles steil; bergarten er her lerglimmerskifer. Paa østsiden gaar der ved Feigum ind en botten, paa hvis bagvæg Feigumfossen styrter ned fra en hængende dal.

Fortundalen og Turtegrødalen.

To dale munder ud ved bunden af Lysterfjorden. Mørkrisdalen gaar ind mod nord med flad bund, indtil den ender med en botten, ovenfor hvilken der begynder høitliggende sæterdale. Den dybe del af Fortundalen er lidt længere og gaar i en bue først mod øst saa mod nord og ender lidt nordligere end den dybe del af Mørkrisdalen; ogsaa den har ganske langsomt opadskraanende bund.

Eidsvandet omgives af grundfjeld. Indenfor det har man paa dalens syd- og østside lerglimmerskifer overleiret af haarde skifere, der har været betegnede som høifjeldskvartsit. Længst inde (i nord for Steinen) dukker grundfjeld op i selve dalbunden. Nærmest i nord for Fortun kirke synes der at gaa en forskydning; paa østsiden finder man nemlig lerglimmerskifer og paa vestsiden haarde skifere m. m., der synes at tilhøre høifjeldskvartsiten. Dalens former ser ikke ud til, naar man bortser fra den finere skulptur, at være synderlig afhængige af bergarterne.

Mellem Steinen og Fortun kirke rinder elven i stryg og smaa fosser, idet den har gravet sig ned i en ældre dalbund (a—a paa omstaaende tegning). Denne ældre dalbund danner som en tærskel for den nordlige del af Fortundalen, hvor bunden mellem Steinen og Bjørk er flad, uden fald og bedækket af løsmateriale.

En rest af den samme ældre dalbund længere nord er maaske det fremspring fra den østlige dalside, som er af-

bildet ved *c* paa den øverste af tegningerne paa næste side.

Vi skal nu følge Turtegrødalen østover. Side 155 er der en skematisk tegning af den seet i fugleperspektiv. Nederst i den ligger gaarde; høiere op kommer man til sætterregionen,



Fortundalen. Betragteren befinder sig nær gaarden Steinen, vender sig mod syd og har gaarden Skagens jorder i forgrunden. Mellem *a* og *a* sees den gamle dalbund i profil. *b* er et fremspringende fjeldparti foran Turtegrødalen. Bergarten her og i størsteparten af fjeldet i baggrunden er lerglimmerskifer. De baandformige fjeldvægge, som sees deri, er brudformer i lerglimmerskiferen. Deres længderetning er sammenfaldende med bergartens lagning. Der hvor fuglen flyver er en steil nedstigning fra heifjeldet, som med et betegnende navn kaldes „Fuglestig.“

og øverst oppe fører passet ved Kaiseren over til Vettisdalen, der gaar mod syd til Aardalsvandet.

Den nederste ende af dalen, 1 km. eller saa, er flad; denne flade dalbund rager som oversiden af en omtrent 200 m. høi bastion frem i Fortundalen. Denne forlængelse af dalbunden sees der hvor tallet 1 staar paa tegningen. Hvorledes en saadan bastion til og med bestaaende af en blød bergart som lerglimmerskifer kan fremkomme, er det ikke let at forklare. Paa nordsiden er bastionen adskilt fra den tilstødende fjeldside ved det dybe af elven nygravede gjel, som kaldes Bergegjelet, og som sees paa tegning II næste side. Paa den fremstikkende platform synes isskuringen, i det mindste den sidste, efter klippeformene at dømme, at have gaaget i hoveddalens retning, altsaa paa dette sted omtrent mod ssv. Høiere

oppe i Turtegrødalen sees flere steder skuring; den gaar som dalens hældning mod vest.

Fra broen, der fører over dalen ved Berge, begynder dalen at blive raskt opadskraanende (ca. 14°). Den har her,



I



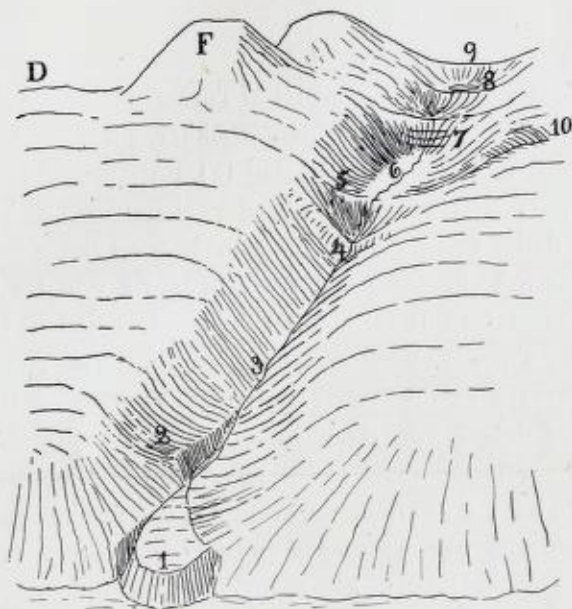
II

I. Fortundalen ved Bjerk. Man ser mod syd. Ved *c* er et fremspring fra den østlige dalsides fod. Den mindre steile skraaning, *d-d*, heit oppe paa den vestlige dalside tilhører maaske et meget gammelt stadium af daldannelse.

II. Turtegrødalens munding i Fortundalen seet fra vest. Turtegrødalen er en hængende dal. Bergarten ved munden er lerglimmerskifer, hvori elven har gravet ned det snevre og dybe Bergegjel (skygget paa tegningen).

ved gaarden Optun (2 paa tegningen) u-form med et nygravet v-formet leie, der ser ud til at være for stort til i sin helhed at kunne være postglacialt. Lerglimmerskifer naar til omtrent $\frac{1}{2}$ km. i øst for den nævnte bro ved Berge saa begynder haard skifer der i det hele taget stryger paa tværs af dalens retning.

Fra omtrent 1 km. i øst for Optun til henimod Turtegrø sæter (5 paa tegningen) er dalens tversnit v.-formet. Elven danner en omtrent 20 m. høi fos ved Dokke (3) og høiere oppe, omtrent 2½ km. i v. for Turtegrø sæter, en anden fos Simogjelfos (4); elven gennemskjærer der et baand af kvart-



Turtegrødalen skematiseret. (Dalen skraaner opover fra vest mod øst).

sitiske bergarter. Lidt nedenfor Simogjelfossen ligger der lidt grus og sten i elveleiet; ellers rinder vandet (mellem 4 og 2) saa fort, at det holder sit klippeleie omtrent rent. Ved Turtegrø sæter (5) ender den nedre del af dalen med en bottenformet afslutning, og man stiger op i et nyt dalafsnit, Helgedalen (6). Denne dal tilhører landets palæiske overflade og er dannet under en ældre cykle i udformingen af landets relief. Helgedalen er en flad sæterdal med u-formet tversnit. Den afsluttes mod øst med en bottenkrænt (7). Paa opstigningen ad den har man tre afsatser (en saadan afsats kaldes af lystringerne ei ekra, med bestemt artikel: ekrau, flertal bestemt: ekredne). Man er nu kommet høit op nær den

evige snes region. Dalen her er opdelt i flere botner, som følger efter hverandre men ikke fremviser nogen synderlig udpræget regelmæssighed. Et vand, Illvatn (8), ligger i øverste botten. Herfra gaar man over Kaisarpasset (9) (Kaisaren er et fremragende fjeldparti i nord derfor) til en ny botten, som ogsaa holder et vand, og som danner den øverste ende af den dal, hvori Gjertvatsbræen gaar ned. Vandet rinder herfra ned til Aardal.

I nord for den høieste del af Turtegrødalen og Gjertvatsdalen er der en fjeldryg, der strækker sig fra sø. mod nv. Op over den rager Fanaraaktind (F), Kaisaren og nogle andre fremspring; mod nordøst udbreder sig over en halvcirkelformet flade Fanaraakbræen, som har en ganske langsom skraaning (5° eller saa) ned fra ryggen. I vest for bræen er et ujævnt plateau Dølefjeld (D), hvorover veien til Lom gaar. I syd for Turtegrødalen reiser sig Horungtinderne, hvis kamlinje gaar fra nordøst mod sydvest. Vi skal se lidt nøiere paa en af dalene her, Skagastøldalen, men vil først orientere os lidt over landskabets store træk. Horungtinderne som de andre tinder i Jøtunfjeldene er toppe, der forekommer i grupper og gjerne har egge som knytter dem sammen. Er en saadan gruppe langstrakt, tegner de forbindende egge sig paa karterne som en bugtet og forgrenet linje, idet der inde i bugterne og mellem grenene ligger bottner. Øverst i disse og opad tindernes og eggens nedre dele er der evig sne, som nedad gaar over til isbræer. Tinderne og eggene har skarpe former og er overalt i sine ydre dele af forvitrede sprækker opdelt i blokke, naar hældningen ikke er altfor steil til at løsmateriale kan blive liggende. Nedenfor tinderne udbreder sig et fjeldlandskab af en anden karakter fremvisende u-formede dale, oftest vide og med flad bund, og adskilte ved tilrandede rygge. Medens man ikke finder vidnesbyrd om isskuring oppe i tindernes region, er landskabsformerne lavere nede utvivlsomt paavirkede af bræer. Tinderne og denne lavere høifjeldsregion tilhører landets palæiske overflade; som et nyt træk i landskabet kommer

saa de dybeste dale, der tilhører det store Sognefjordens system. De er dannede i en ny cykle og begynder øverst oppe pludselig med fos og stryg. Ogsaa de er blevne paa virkede af is. Af saadanne nyere dalbotner har vi nu seet flere; en af de smukkeste var Nærødalens ende ved Stalheim. Nedenfor 5 paa tegningen side 20, begynder, som vi hørte, den del Turtegrødalen, som tilhører Sognefjordens system.

Hosstaaende tegning er en skematisk fremstilling. Fjeldgruppen tilvenstre skal forestille Horungtinderne. Midt paa



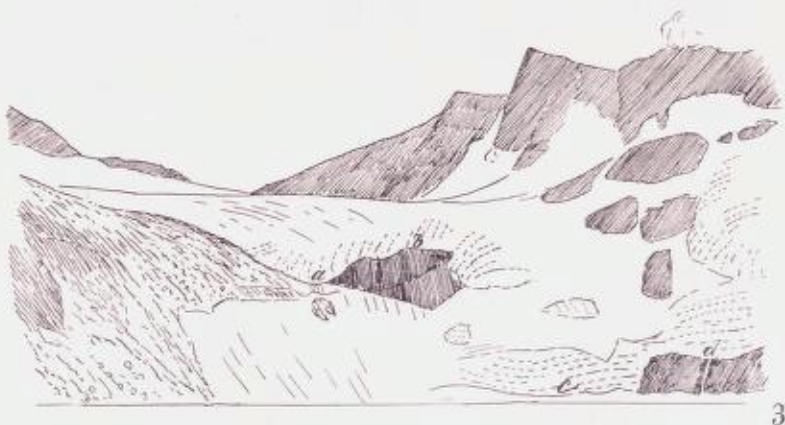
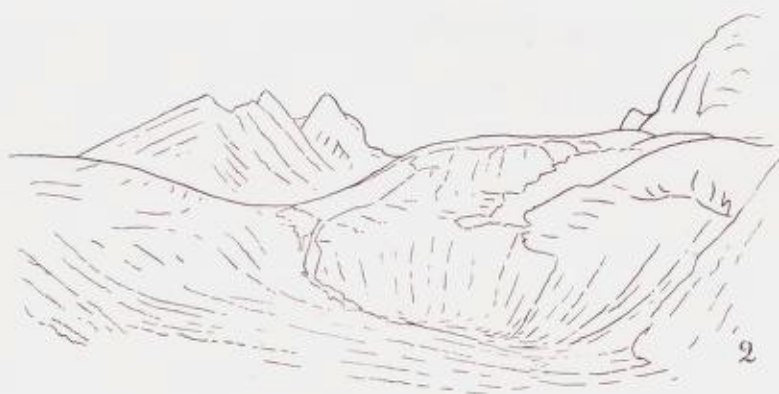
Vettisdalen i Sogn med tinder og „naaser“, skematiseret.

figuren er den dybe dal tilhørende Sognefjordens system, Vettisdalen, som fører ned til Aardal. Tinderne til høire er topperne paa østsiden af Vettisdalen. Paa følgende tegning ser man disse, saaledes som de viser sig seet fra nv. fra Kaisarpasset. De er altsaa seet fra et punkt, som omtrent vilde svare til X paa foregaaende figur.



Fjeldene i øst for den øvre del af Vettisdalen seet fra Kaisarpasset.

S. Saaga. U. Uranaastind. F. Falketind. St. Stelsnaastind. Gn. Guridalsnaas. Sk-n. Skogadalsnaas. U-n. Uranaas. Fn. Fleskedalsnaas. Bag den gaar ned Fleskedalen Fd. Sk-b. Skogadalsboen.

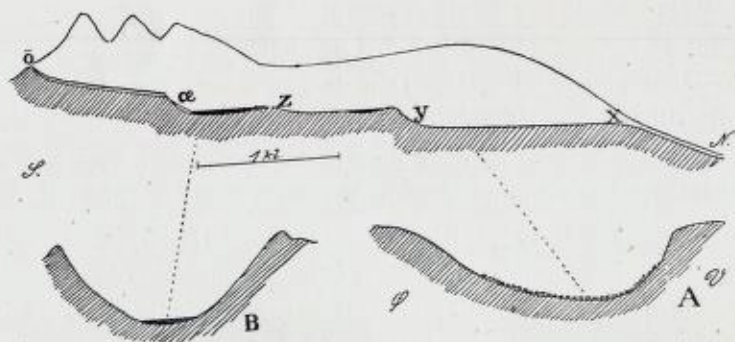


1. Skagastølsbotten. 2 og 3. Partier af samme seet paa nærmere hold

Ryggene mellem sidedalene kaldes naaser; fortrinsvis anvendes vel denne betegnelse om ryggenes endepartier ud mod hoveddalen.

Skagastølsdalen eller Skagastølsbotten gaar fra Turtegrødalen mod syd i nærheden af selve Turtegrø sæter, ved 10 paa tegningen side 155. Man faar en udmerket oversigt over den, naar man stiger op i høiden paa Turtegrødalens nordside. Tegning 1 viser udsigten herfra. Som man ser, er dalen delt i flere underordnede botner, hvad der ogsaa træder frem paa nedenstaaende profil¹⁾.

Fra Turtegrødalens bund stiger man paa omtrent 1 km. 200 m. op til Skagastølsbottens munding (x paa profilet). Elven derfra gaar nedover Turtegrødalens side i et leie 5—10 m. dybt. Dalens ydre afdeling, som man kommer op i, har et u-formet tværsnit (A). Bunden er morænedækket; langs den vestlige sides fod ligger ogsaa en del nedfalden ur. Er man



Profiler af Skagastølsbotten.
Længdeprofil. A, B Tværsprofiler.

kommet til enden af denne afdeling (y), staar man foran den paa tegning 2 fremstillede fjeldskraaning af form som en halv skaal. Elven rinder nedover i fos, og man har en opstigning paa omtrent 150 m. til den næste afdeling af dalen. I forbi-

¹⁾ Sml. Harker. Glaciated valleys, Skye. Geol. Mag. 1899, p. 196.

gaaende bemerkes, at de til optegning af profilet benyttede høide og længdemaal kun er omtrentlige.

Den nye afdeling er snævrere, saaledes som tverprofilet (B) viser. Bunden stiger paa midten lidt op (ved z). Den er dækket med morænegrus. Dettets stene, der alle bestod af omgivelsens bergart gabbro, var ikke tilrandede, kun kantstødte; de største var paa 4—5 m., det finere materiale var som sand, lersubstans forekom neppe. I dalbunden ligger to smaa vande. Morænegrus havde del i opdæmningen af det øverste vand. For enden af det reiser sig den paa afbildning 3 fremstillede bottenskrænt, hvis høide jeg har anslaaet til omkring 100 m. (Denne skrænt har betegnelsen α , baade paa profilet og paa tegning 1). Dalen ovenfor er fyldt med en bræ, hvis tunge skyder ned over bottenskrænten mod vandet¹).

Den øverste del af dalen har jeg ikke besøgt, den ender med en steilere skrænt op til „Bandet“ en eg (θ), som adskiller Skagastølsbotten fra Midtmaradalen, der fører ned til Vettisdalen. Paa „Bandet“ er opført en stenhytte for bestigerne af Store Skagastølstind, (den høieste top S til venstre for dalen paa tegning 1). Den dal, som sees paa denne tegning tilhøire er Ringsbotten; den har samme karakter som Skagastølsbotten, dog med den forskjel, at den kun har en enkel, og det en mindre steil bottenskrænt svarende til den nederste skrænt (γ) i Skagastølsbotnen. Dalen er bræfyldt fra den inderste ende til nedover denne bottenskrænt.

Aardal vil sandsynligvis ved nærmere studium frembyde meget af interesse hvad daldannelsen angaar. Jeg kan kun meddele følgende tegninger fra Vettisfossen udførte 1871.

¹) Tegningen kan være til hjælp ved en fremtidig undersøgelse af bræens frem- eller tilbagerykning. De stiplede linjer antyder sprækker og struktur, hvor blaabræen var synlig. Ved *a* rinder elv ud af bræen; men forsvinder straks under en snefon. Ved *b* skyder bræen ud over en steil klippe, som skal være begyndt at komme tilsyne omkring 1888. Ved *c* naar isen ned til vandet. Skulde den engang komme omtrent 20 m. videre frem, saa langt som til *d*, vilde den her træffe en bæk, der er afløb for en hængebræ paa dalens vestside. Hr. arkivar Thomle har skjænket den geologiske undersøgelse et par fotografier af bræenden.

Fra Aardalsvand strækker sig i nordlig retning den trange Utladal. Paa dens steile østside gaar ind et kort gjuv¹⁾ med



Vettisfossens gjuv.

urfyldt bund, og deri falder fossen ned 260 m. (maalt af Jens Klingenberg direkte med snor). Paa den større tegning ser man gjuvet; men af fossen kommer kun frem det øverste (betegnet med et lidet kors). Gjuvets sydvæg med fossen er fremstillet paa profilet nederst tilvenstre. Et grundplan, hvor man ser fossen i tværsnit og elven paa gjuvets bund, staar ved siden af. Elven, der kommer fra den vide aabne dal, hvor Vettismarken ligger, knuses i faldet til støv og falder ned paa ur. Faldets kraft er saaledes, uagtet dets høide, ikke stor, og det maa sikkerlig have taget lang tid, før det har faaet udarbejdet gjuvet.

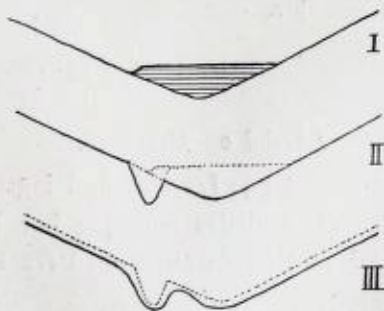
Lærdal og Hemsedal.

Idet vi nu tager fat paa Lærdal, skal iagttagelserne meddeles efter hverandre, saaledes som jeg har havt anledning at gjøre dem. Der skal ogsaa tages med fra Hemsedal nogle

¹⁾ Folket i Aardal kalder en snever fjeldkløft for et gjel; naar gjelet har en steil bagvæg, kaldes det et gjuv. Dette er altsaa en kløftformet botten.

notiser, som kan supplere hvad der tidligere er bleven meddelt om „nogle træk af landskabets geografiske karakter i Hemsedal“ (Geologiske iagttagelser fra Telemarken o. s. v. Chr. Vid. Selsk. Forhandl. 1896, No. 2 s. 85).

Der hvor Hemsedalen støder til Hallingdalen, ved Gols kirke, er man ikke høiere over havet end omtrent 220 m. Vandskillet øverst i Hemsedalen (omtrent 55 km. fra Gol maalt i ret linje) ligger 1155 m. o. h. Stigningen er i det hele taget noksaa jevn; der er ingen nævneværdig fos og heller ikke nogen indsjø, der er saapas lang som 2 km. Paa de første 32 km. til Fausko, der hvor Grøndalen støder til, er Hemsedalen aaben og vid, ja den er altfor vid til at kaldes u-formet og maa rettere betegnes som traugformet. Paa de 4 km. længst nede i Gol er der i dalens bund gravet et nyt omtrent 100 m. dybt kløftformet leie, som elven gjen-nemstrømmer i raskt stryg. Dette nye leie synes altfor stort til i sin helhed at kunne være postglacialt (bergarterne er grundfjeldets). Man maa vel nærmest tænke sig, at det skriver sig fra den sidste interglaciale tid, idet hoved-elven der kommer fra Aaldalen, da sænkede sit leie saa, at sideelven fik fornyet arbeidsevne til at grave sig ned. Fra Løftegaard og omtrent 2 km. opover gaar elven ogsaa i et nydannet leie, som her imidlertid kun har 10—20 m. høie sider. Ovenfor har dalbunden meget ringe stigning lige til Fausko. Det eneste sted, hvor elven rinder raskt, er paa en



Figur, der viser hvorledes en i en dalbund opragende fjeldknaus kan tænkes dannet.

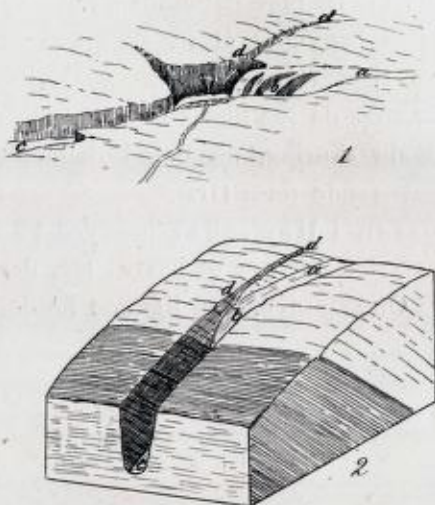
ubetydelig strækning ved Ulsaker; dog har den her neppe nogensteds gravet sig et dybere elveleie end paa omtrent 1 m. Ved Ulsaker og ved Grøndalens munding rager op i dalbunden de side 87 og 89 i ovenfor nævnte afhandling afbildede smaafjelde. En maade hvorpaa de kan tænkes at være blevne staaende igjen under dalens udformning ved vand og is, er den, der oplyses ved omstaaende figur. I en tid, da landet var fri for is, blev dalbunden først fyldt med løsmateriale (I). Saa begyndte elven at grave et kløftformet leie i det faste fjeld (II). Det dannedes til siden af den egentlige dalbund, og da saa tilslut isen under en paafølgende istid kom med sin skuring, fik det i dalbunden opragende fjeldparti sin nuværende form (III).

Rjukanfossen i Hemsedal nær ved Fausko er en af de fosser, som styrter ud over et haardt lag, der hælder mod elvens løb. Fra Øigarsnuten, som ligger i nordøst for Rjukan-



Rjukanfossen i Hemsedal. (Efter fotografi af Lindahl).

fossen, kan man faa se omgivelserne ovenfra saaledes som fremstillet paa den øverste af de to nedenstaaende tegninger; den anden er skematisk. Elven kommer rindende rolig (*a*), saa styrter den med et fald (*b*) paa omtrent 10 m. ned i en kløft. Her rinder den igjen rolig (*c*). Bergarten er en grønliggraa lerglimmerskifer med sin skifrighed hældende omtrent 40° mod ssv. Ved fossen er der en grænseflade mellem en mørkere,



Rjukanfossen i Hemsedal.

1. Omgivelserne seet i fugleperspektiv.
2. Skematisk tegning.

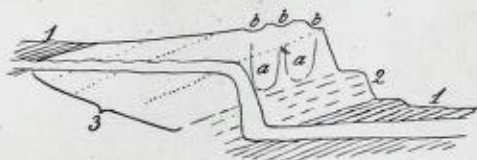
blødere og en lysere haardere varietet saaledes som fremstillet paa den skematiske tegning (2). Den blødere bergart vaskes væk under den haardere.

Fjeldet er gjenemsat af lodrette sprækker, der gaar paa tværs af skifrighedens strygningsretning. Navnlig er der en hovedspræk, som viser sig i terrainet ovenfor fossen (*d, d*), og som kløftens ene væg (den tilvenstre paa den skematiske tegning) synes at følge¹).

¹) En mindre fos lignende denne er den omtrentlig 8 m. høje fos, som Vosseelven danner under Aabrække bro straks i nord for gaarden Gjøstein. Følgende tegning viser et lidt skematiseret profil. Ovenfor fossen løber elven i et temmelig grundt leie; saa styrter

Ved gaarden Bakken har elven paa en strækning af et par kilometer skaaret sig et nyt omtrent 10 m. dybt snævert

den sig ned i en dyb kløft med halvcylindriske udhulinger paa siderne (*a— a*) og fortsætter saa igjen i et grundere leie. Ved fosser som denne og Rjukanfossen i Hemsedal har vi altsaa i smaat, hvad de



Fos nær Gjostein paa Voss.

1. Grøn, mild skifer.
2. Letskifrig kvartsskifer.
3. Fast kvartsskifer.
- a. a. Halvcylindriske jettegrydedannelser.
- b. b. Jettegryder.

ofte beskrevne forhold ved Niagara viser i stort, en fos dannet hvor et lag haard bergart med fald mod strømretningen hviler paa blød skifer. *b b* er mindre jettegryder oppe paa fladen til siden af den dybe kløft; de dannedes i elveleiet, engang faldet var længere i syd (tilhøire paa tegningen), end det nu er. De halvcylindriske jettegrydedannelser *a a* er fremkomne i den tid, elven under fossens tilbagegrykning udgrov den dybe kløft.

Til sammenligning med denne slags fosser kan nævnes en anden fos, der ogsaa forekommer i en dalbund, men er opstaaet paa anden vis (som den bekjendte fos ved Schaffhausen), nemlig ved at elveleiet har faaet et nyt løb formedelst afleining af glacialgrus. Hos-



Terrasse ved Øvre Fos i Hyllestad.

staaende tegning og kartskitse fremstiller den grusterrasse, som gaarden øvre Fos i Hyllestad (ytre Sogn) ligger paa. Elven har engang fulgt den egentlige dalbund og rundet ved 2, paa hvilket sted et

leie i den her flade dalbund. Høiere oppe er der igjen en snævring ved Klanten; ellers reiser man fra Fausko til Bjøberg og videre lige til forbi Breistølen i Bergens stift gjennom en u-formet dal, der snart kan være lidt bredere, snart lidt smalere, men i det hele er meget regelmæssig; den fører, i det mindste paa stykket ved Bjøberg, navn af Mørkedalen. Nedenfor gjengives et i den før citerede afhandling meddelt billede fra den.



A. Dalen lidt ovenfor Bjøberg.

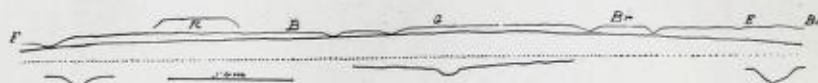
B. Tversnit af dalen ved Bjøberg.

En saadan dal, der gaar paatvers over landets høide, er paa en maade et pas, men fjerner sig meget ved sin langstrakte form fra den forestilling, man i almindelighed gjør sig ved dette ord. Den følgende tegning giver et længdeprofil og 3 tverprofiler af dette „pas“, ikke nøiagtigt, men dog tilstrækkelig rigtig til, at man kan faa en forestilling om hvorledes forholdene er.

Af samme karakter er de andre „passer“, der overskjærer Langfjeldenes ryg, idet dog kanske Bjøbergpasset blandt disse er den mest regelmæssige dal, hvor den forsækning, man følger, intetsteds udvider sig, saa man har indtryk af at være paa en høifjeldsvidde.

gammelt leie sees. Efterat løsmaterialet kom til, randt elven først i leiet 3; nu rinder den langs terrassens vestkant og falder ned i fos, idet den holder sig til en indsækning i dalsiden.

Det omtales i indledningen, at der over høifjeldet rager op rester af et ældgammelt plateau-land, der er bleven denunderet gennem lange tidsrum, forud for „hævningen“, der ind-



Længdeprofil og 3 tverprofiler af „passet“ mellem Fausko i Hemsedal og Borlaug i Lærdal. *B*, Bjøberg. *G*, stiftsgrænse. *Br*. Breistølen. Den prikkede linje er havniveauet. Ved *R* er antydnet Reinsfjeldet, et plateau der ligesom Hallingskarven antagelig tilhører det ældste høitliggende peneplan.

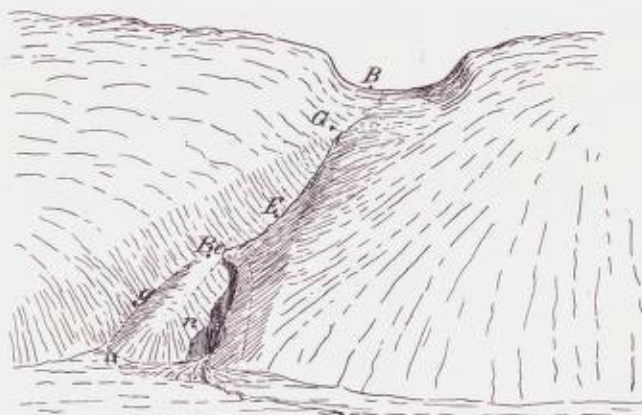
ledede dannelsen af de dybe fjordrender. De daværende elves erosionsniveau (base level) var under omhandlede tid i høider, som nu maa søges omtrent 700—1000 m. o. h. Man maa nærmest antage, at der dengang ikke har været vandskille, hvor der nu er, men at elvene, som dannede dalene (disse følger en herskende hovedretning fra nv. mod sø.), er komne fra et nabostrøg. Det er nemlig paafaldende, at sidedale kun er meget ufuldkomment udviklede; nær et vandskil vilde alle vandaarer hørende til samme system omtrent have været jevngode. Denne mangel paa sidedale til de større dale er forresten karakteristisk for vidtstrakte dele af det Søndenfjeldske. Det nuværende vandskilpunkt i Mørkedalen er svært lidet udpræget. Man kan vel ikke engang paastaa, at det gennem hele den efterglaciale tid har havt sin plads, hvor det nu er. Det kan meget godt i begyndelsen have været et andet sted i den flade dalbund, og faaet sin nuværende beliggenhed ved bortskylning af løse masser eller formedelst en lidt ujævn hævnning af fjeldgrunden. Det ser ud saaledes som paa nedenstaaende tegning fremstillet. Der er to smaa damme adskilte ved nogle faa skridt af myret terrain. Vandskillet er omtrent der hvor korset staar. Stedet ligger omtrent $1\frac{1}{2}$ km. i øst for stiftsskillemærket; et tværsnit af dalen paa det omhandlede strøg er som profilet øverst tilhøire viser. Dalsidernes høide blev ikke maalt, men kan vel være paa et par hundrede meter.

Dalstrøget mellem Breistølen (1035 m. o. h.) og Borlaug (474 m. o. h.) nede i Lærdalen er en strækning, som maalt i ret linje er 8 km. lang. Man kan her adskille flere stadier i



Vandskillet mellem Hemsedal og Lærdal. A. Profil af Hemsedal ved Bakken. Ved siden af et profil af dalen ved vandskillet.

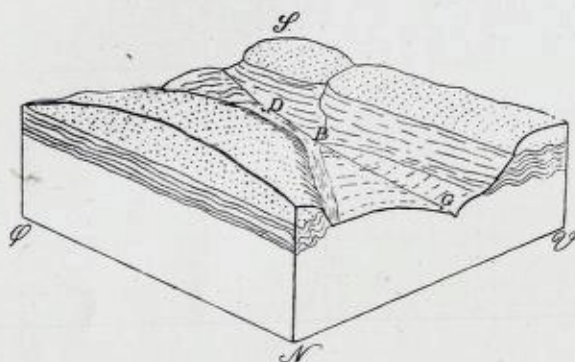
reliefets uddannelse. Den hurtigste oversigt faar man ved hosstaaende skematiske tegning, der viser dalen seet i fugle-



Skematisk tegning af den dal, hvorigjennem veien fra Hallingdal kommer ned i Lærdal.

perspektiv. Betragteren er vendt mod sø. Reliefets ældste former findes i høiden til siderne af dalen omkring Breistølen

(B). I disse øde høifjeldsstrøg er landformerne for størstedelen ubestemte uden fast tegnede dal- og fjeldsystemer. Skraaningerne er kun faa steder steile. Naar reliefet betegnes som det ældste, menes derimod kun dets store træk. I enkeltheder er det modificeret i ny tid, saaledes antagelig ikke lidet ved isbræer. Den aabne u-formede dal ved Breistølen, den vestlige del af det lange „pas“, skjærer igjennem dette landskab som en nydannelse. Denne dal og fjeldbygningen ved den er fremstillet noget mindre generaliseret paa næste figur.



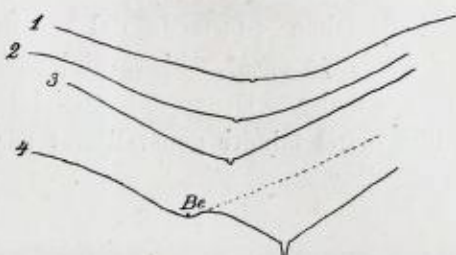
Skematisk tegning af dalen ved Breistølen.

- D. Draugeheller støl.
- B. Breistøl.
- G. Galdestøl.

Afstanden mellem Draugeheller støl og Galdestøl er 6 km.

Det hvide paa tegningen er grundfjeld. Derover kommer skifere og saa ovenpaa dem haarde bergarter, der formodes at være overskjøvet grundfjeld; dette er prikket paa tegningen. Ved Breistøl er dalbunden temmelig flad; ved Galdestøl begynder dalens profil gradvis at blive mere v-formet, og omtrent 2 km. nedenfor er det blevet udpræget v-formet. Nævneværdigt løsmateriale findes ikke. Elven har paa hele denne strækning mellem Breistøl og Galdestøl i det faste fjeld skaaret sig ned et nyt leie, der ved Breistøl er 2—3 og ved Galdestøl 5—6 m. dybt. Dalens form maa øiensynlig have været paaavirket af is. Naar saa det rindende vand efter isens

afsmeltning fik sit løb langs efter dalbunden, har det forefundet en hældning, som har været saa stor, at det har begyndt en udgravende virksomhed. Denne udgravning har været nogenledes jævnt fordelt paa den hele strækning, altsaa



Profiler.

1. Breistøl.
2. Galdestøl.
3. 2 km. i n. for Galdestøl.
4. Berge.

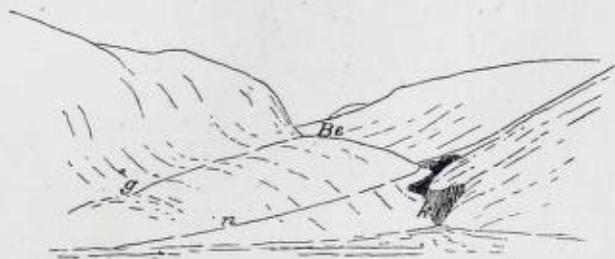
ikke den ellers saa almindelige virksomhedsmaade med et tilbageskridende stryg. Ved bedømmelse af forholdene her ved Breistølen bør maaske ogsaa medtages muligheden af, at der, medens isen laa over landet, kan have fundet sted en ujævn høideforandring, saaledes at dalens hældning blev større (ved en saadan forandring vilde vandskillet, som ovenfor beskrevet, være bleven flyttet fra et østligere sted til der, hvor det nu er). Saafremt man forudsætter en stor iserosion, kan man naturligvis hjælpe sig uden en saadan ujevn høideforandring til forklaring; dalbundens skraahedsgrad bliver da at anse for et resultat af isens virksomhed.

Mellem Galdestøl og Eggestøl (*E*) hælder dalbunden raskt nedover, saa bliver den lidet skraanende indtil Bergestøl eller Berstøl. Her styrter elven som en fos, den omtrent 20 m. høie Berstølfos, ned i et nydannet kløftformet leie, der gaar vestenfor den gamle dal.

Langs den gamle dalbund (betegnet med *g* paa tegningen side 168) gaar der en gammel vei. Ved Bergestøl har man en liden opstigning naar man skal gaa over fra dalen ved

E til dalen ved *g*. Den nye dal ved *n* bestaar for det første af en v-formet dal, og deri er der som allernyeste dannelse gravet ned en snæver kløft.

Den næste tegning viser landskabet her saaledes som det ser ud betragtet fra Borlaug nede i Lærdalen.



Den nederste del af den dal, hvorigjennem veien fra Hallingdalen kommer ned i Lærdalen.

Be. Bergestøl.

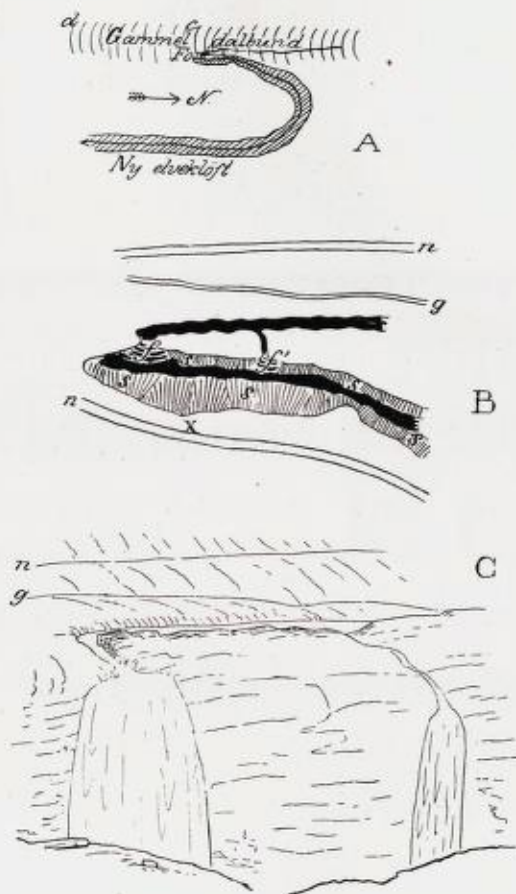
g—Be. Gammel vei.

n. Ny vei.

k. Nydannet kløft.

Tilhører det øverste høifjelds former det første stadium i reliefets uddannelse, tilhører dalen ved *B* (se tegningen side 168) det andet, dalen ved *E* og *g* det tredje, den v-formede dal ved *n* det fjerde og endelig kløften det femte stadium. Maaske der endog kunde regnes seks stadier, idet dalstykket ved *g* udsondres for sig fra dalstykket ved *E*, der nedentil er temmelig fladt og hvor, som sagt, endog en liden opstigning fører forbi *B*. Grunden til at elvens seneste denudation har ført til en saapas betydelig udgravning som den nederste snævre kløft, kan ikke søges i forekomsten af nogen egen bergart; thi saavidt jeg har seet, er fjeldet overalt (med undtagelse af skiferen høit oppe ved Breistølen) bestaaende af ensartet haarde, væsentlig granitiske bergarter. At ujevn hævning og derved frembragt stærkere fald skal være eneste grund, lader sig ogsaa vanskelig tænke. Kløftdannelsen synes mig at maatte være i væsentlig grad betinget af en forhaanden-værende opsprækning af fjeldet. Uden at en saadan har

været ledende for denudationen, kan jeg ogsaa vanskelig forklare forholdene ved Berstølfossen, som er fremstillet paa følgende figurer. Kløften, der netop har arbejdet sig bagover, indtil bun-



Berstølfossen i Lærdal.

- A. Skisse af situationen. Den gamle dalbund skraar opad paa stykket fra *c* til *d*.
- B. Skisseret grundplan af fossens umiddelbare omgivelser. *g*. Gammel vei.
n. Ny vei.
- s s s s s*. Den nydannede elveklofts steile, for en del lodrette sider. Det fremstillede stykke af kløften er omtrent 50 m. langt. *f*. Hovedmassen af det nedfaldende vand. *f'* en liden sidefos.
- C. En perspektivisk fremstilling af fosserne seet fra punktet *x* i grundplanet.

den af dalen ved *E*, slaar inderst en paafaldende krog paa sig, saaledes som antydet ved *A*; en saadan krumning kan vel neppe være fremkommet uden en sprækkedannelse til at indvirke paa denudationens gang. De to følgende tegninger viser situationen ved selve fossen mere detailleret.

Vi skal nu tage i betragtning den nedre del af Lærdalen. Der hvor Hallingdalsveien kommer ned og fra det sted videre vestover til, Borgund kirke er dalbunden ganske flad, ja elven er tildels saa sagterindende, at den ser ud som en indsø. Fra denne del af dalen er nedenstaaende tegning, der er taget fra dalens nordside fra et punkt i nord for Kvamme. Der

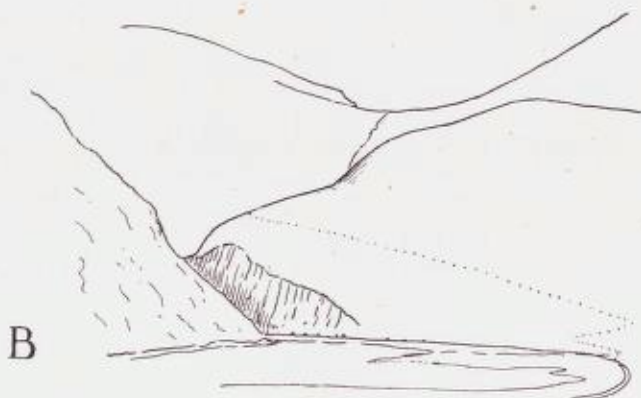
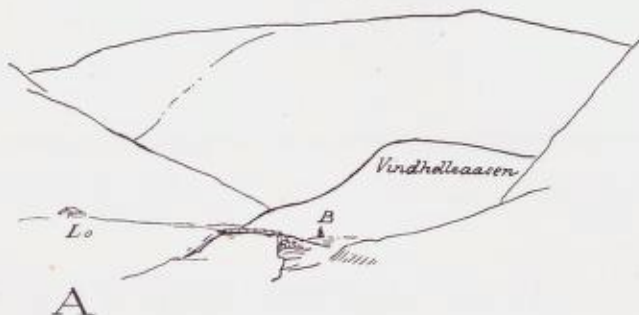


Ved Kvamme i Lærdal.

hvor korset staar, er skydsstationen Hæg, og derfra rinder elven, som man ser i en stor bue stille og bred forbi et lavere fremspring fra dalens sydside. Landeveien gaar paa dens nordside. Aarsagen til, at en dal bugter sig saaledes som Lærdalen, behøver ikke at søges deri, at daldannelsen begyndte i en nu forsvunden fladtliggende formation, hvad flere forskere har formodet for lignende dale. Men den nuværende dals løb var oprindeligt ved „peneplanation“ tegnet bugtende paa, hvad der nu nærmest svarer til høifjeldsvidderne, og da saa den „modne“ dal ved landets hævnning udgroves dybere, blev de oprindelige bugtninger bibeholdt.

Lærdalen blev ikke efter en enkelt hævnning eroderet til sin hele dybde, men der blev først udgravet en dal, hvis bund kanske laa 400 m. eller saa høiere end den nuværende, og deri dannedes saa igjen den dybeste del af dalen. Oven-siden af det foran afbildede dalnæs ved Kvamme er en rest

af den gamle dals sydside. Den øvre del ovenfor *B* af den pagina 168 afbildede dal udarbejdedes antagelig som en sidedal til denne gamle „høiere“ Lærdal. Vi ser andre rester af den samme længere vest. Vindhelleaasen (for eksempel, et lidet fjeld, som rager ud fra dalens nordside og den tilsvarende Seltunaas paa sydsiden fremviser i sine oversider rester efter den gamle dalbund; der er ogsaa andre levninger af den.



A. Vindhelleaasen fra øst. B er Borgunds gamle kirke.

B. Seltunaasen fra vest. Den prikkede linje betegner den gamle vei over Seltunaasen. Den nye vei gaar langs elven i kleften tilvenstre derfor. Den u-formede hængende dal høit oppe i baggrunden er Seknelvens dal.

Elven rinder, som sagt, stille til Borgund kirke. Her, hvor den netop skal til at gaa i en bue rundt Vindhelleaasen,

danner den Svartegjelfossen. Allerede omtrent 300 m. ovenfor har elven begyndt at faa et hurtigere fald og gravet sig et klippeleie. Med en gang styrter den saa, dannende den til 15 m. anslaaede fos, ned i et kløftformet, omkring 40 m. dybt leie, og indesluttet derpaa af dette for omtrent $\frac{1}{2}$ km. Bergarten er her kvartsit, som falder i samme retning, som elven flyder, nemlig $20-30^{\circ}$ mod syd. I den derpaa følgende del af dalsvingen (ved gaarden Traave) paa Vindhelleaasens sydside har elven ikke mere noget nygravet klippeleie. Tversnittet af dalen er v-formet, og langs elven er der stenet grus. Videre frem, der hvor elven er kommet paa vestsiden af Vindhelleaasen et stykke før Husum, faar den atter et nygravet klippeleie, og her er ogsaa en fos. Hvor elven gaar i sving omkring Seltunaasen, er forholdene meget lig dem ved Vindhelleaasen.

Søknjelvns dal er en kort hængedal, der støder til hoveddalen. Den blev antagelig dannet som en sidedal til hoveddalen, dengang dennes elv randt omtrent i høide med Seltunaasens overside. Da hoveddalen blev dybere, maa sidedalen have faaet en elvekløft ned til denne. Naar en saadan mangler nu, og dalen er bleven hængende, skyldes det antagelig iserosion.

Ved Lysne kommer man ud paa en vid og flad dalbund bestaaende af løsmateriale, laget grus og sand. Intet sted ser man nogen tvermoræne, der er ingen indsø og overhovedet ikke noget vidnesbyrd om, at en bræ i længere tid skulde have havt sin ende nær fjorden, saaledes som ellers er saa hyppigt. Hvis der ogsaa her etsteds er en endemoræne, maa den søges paa fjordbunden udenfor Lærdalsøren. Modalen, en paafaldende dyb og snæver dal, støder til Lærdalen ved Lysne. Situationen her minder om den ved den øvre ende af Eidfjord vand, idet Modalen svarer til Hjelmodalen og Vøringfossens dal til Lærdals hoveddal fra Lysne af og opover. Den udvidelse, Lærdalen faar fra Lysne vestover, synes større end den i virkeligheden er derved, at bunden, som kanske i virkeligheden kan være noksaa trang, er opfyldt med nydannelser.

Det er disse, det ogsaa skyldes, at man langs dalsiderne har saa smukke gruskegler og kegleformede urer; disse har nemlig faaet saadan typisk form, fordi de steile dalsider støder umiddelbart til en vandret dalbund. I en almindelig v-formet dal, hvor elven holder paa med at grave i bunden, kan ingen udprægede kegler danne sig, da det fra siderne nedkommende materiale føres bort efterhvert. I en rigtig u-formet dal, hvor siderne gaar gradevis over i bunden, er der ofte en jevn overgang mellem løsmaterialet paa side og i bund.

Gruskegler lignende disse i Lærdal ser man ogsaa andre steder, navnlig ofte naar man reiser indover mod bunden af en fjord. Fra det sted, hvor den undersøiske deltadannelse begynder, stikker grus- og urkeglerne op sine isser; i det hele set vil man finde, at toppene af gruskeglerne reiser sig høiere og høiere, jo længer ind man kommer.

Søndfjord, Nordfjord og Søndmør.

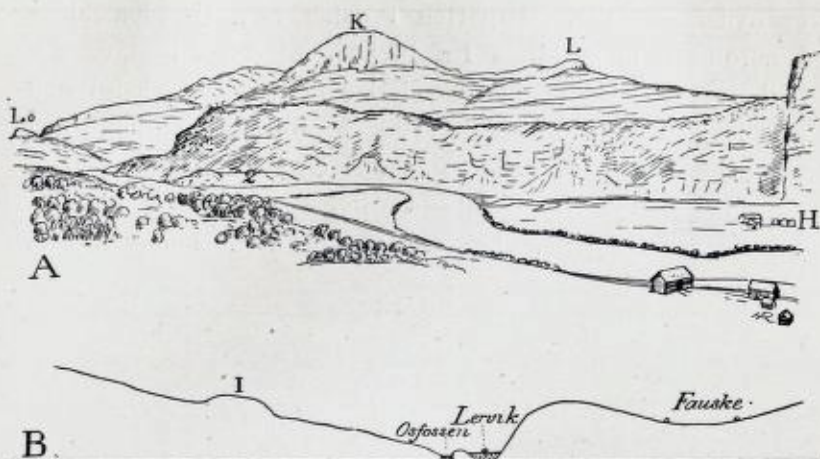
Fra disse strøg kan meddeles nogle enkeltheder.

Osfossen. Elven Gaula, der falder ud i det inderste af Dalsfjorden i Søndfjord, danner lige i munden en anselig fos, Osfossen. Man er her i et grundfjeldsstrøg med gneis som herskende bergart. 2 kilometer udenfor ved Sveene snævres fjorden af til et smalt klippesund med stærk strøm, hvorved den indre del af fjorden blir afsondret til et bassin for sig. Ved østenden af dette er det altsaa, at fossen, der er meget bred, men ikke høi (nemlig kun 13 m.) viser sig for os. Det ser ud til, at Os-fossen hører til den gruppe, som er opstaaet, ved at løsmateriale har fyldt et



Osfossen i Søndfjord.

klippeleie og tvunget vandet at søge et nyt. Ovenover fossen har man en flad dalbund med sand og grus, saaledes som næste tegning viser os.

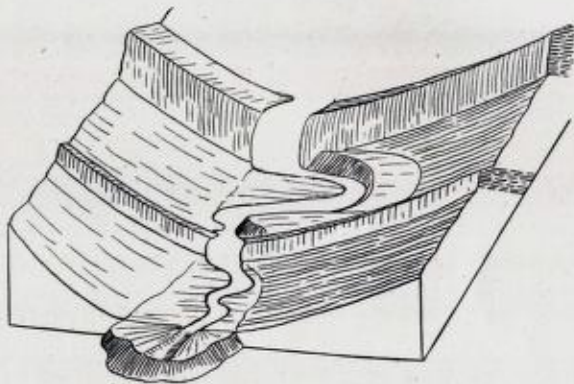


A. Dalen ovenfor Osfossen i Søndfjord. Den øverste del af fjeldet i baggrunden bestaar af konglomerat. Tre toppe er Løkelandshesten (Lø), Kvamshesten (K) og Lillehesten (L). Den lange ryg i mellemgrunden skiller Gaulas dal fra den dal som veien fra Sveene til Førde gaar igjennem. I denne dal ligger gaarden Fauske. Længst tilhøire ser man paa billedet en spræk og en afsats i fjeldryggen; det ser ud, som om der her kunde gaa en forkastning af ny datum; selve stedet er ikke besøgt. Ved 1 er Osfossen, ved 2 er løsmaterialet ved Lervik. H er gaarden Hagenes. — B. Viser terrænets former skisseret i et profil fra s. til n. I er en liden isoleret fjeldknaus.

Den egentlige dalbund, der ligger ved gaarden Lervik, er bleven opfyldt med terrassegrus. Efter landets hævnning har elven begyndt at grave sig ned i dette og har herunder truffet fast fjeld ved 1 og der frembragt en fos; ovenover denne har elven dannet grus- og sandsletten, hvorpaa Hagenes ligger. Paa dalens sydside ved Korsvold (omtrent betragterens standpunkt for billedet A) har man en terrasse, der med aneroïd maalttes til 40 m. over havet og maaske betegner den øvre marine grænse i dette strøg. Overfladen af grusaflæiringen ved Lervik ligger lidt lavere.

Naustdal munder ud i Førdefjorden lidt udenfor Førde. Man har her to fosser, hvis forekomst skyldes en modstands-

kraftig bergarts optræden. I dalens nederste del, der er fremstillet skematisk paa nedenstaaende tegning, skraaner bunden nedover fra nord mod syd. Nederst paa tegningen har man et nydannet delta. Bergarten i dalen er gneis, der falder i nordlig retning, altsaa fra beskueren. I gneisen er der indleiret to leier af hornblenderige bergarter (saaledes som antydtes ved de skraferede partier i profilsnittet tilhøire paa tegningen) og over disse to gaar elven i fos. Den nederste og mindste fos Naustdalsfossen ligger omtrent 1 km. op fra sjøen. Bergarten her er en seig hornblendesten, som

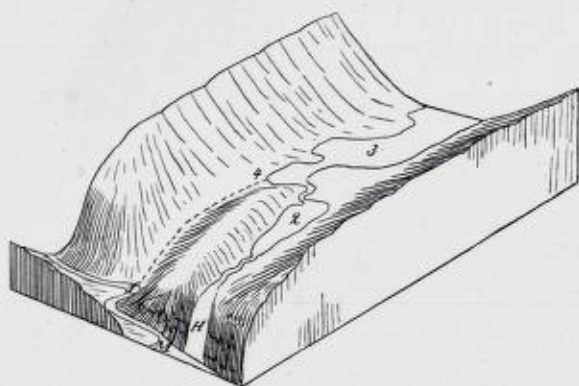


Naustdalens nederste del, skematisk fremstillet.

undertiden er granatførende og tildels er skifrig med skifrigheden hældende i nordlig retning. Hornblendestenen danner tværs over dalen en ryg, som har en steil skraaning mod syd og en mere langsomt hældende side mod nord. Fossen er omtrent 5 m. høi. Ovenover rinder elven paa et stykke langsommere (en grusafleiring er paa tegningen antydtes ved dens østre side), saa kommer man til den mere betydelige Hovsfos, hvis høide efter Nysoms hydrografiske kart, Kr. 1862, er 13 m. Forholdene er her lig dem ved den sydligere fos, dog med den forskjel, at ryggen, som fossen falder over, dannes af flere lag hornblendeskifer i veksling med gneis.

Huldrefossen. Holsendalen er en liden hængende sidedal til Jølsterdalen. Elven derfra falder med en fos, Huldrefossen, der er noksaa høi (maaske 100 m.) ned til Movand i hoved-

dalens bund. Tegningen viser os fossen og omgivelser. 1 er Jølsterelven, altsaa hoveddalens elv, der paa dette sted gaar omtrent fra nord mod syd. 2 er Aasenvand og 3 er Holsenvand, hvilket sidste ikke ligger mere end 1 m. høiere end det andet ifølge et nivellement, der foretoges med en mulig sænkning for øie. H. er Huldrefossen, M. Movand. Ved 4 er der en bugt af Holsenvandet, og fra den gaar der efter den prikkede linje en liden dalsænkning ned til Jølsterelven. Holsendalen har altsaa paa en maade dobbelt dalbund ved sin munding. Jeg tænkte mig i begyndelsen muligheden af, at Hol-



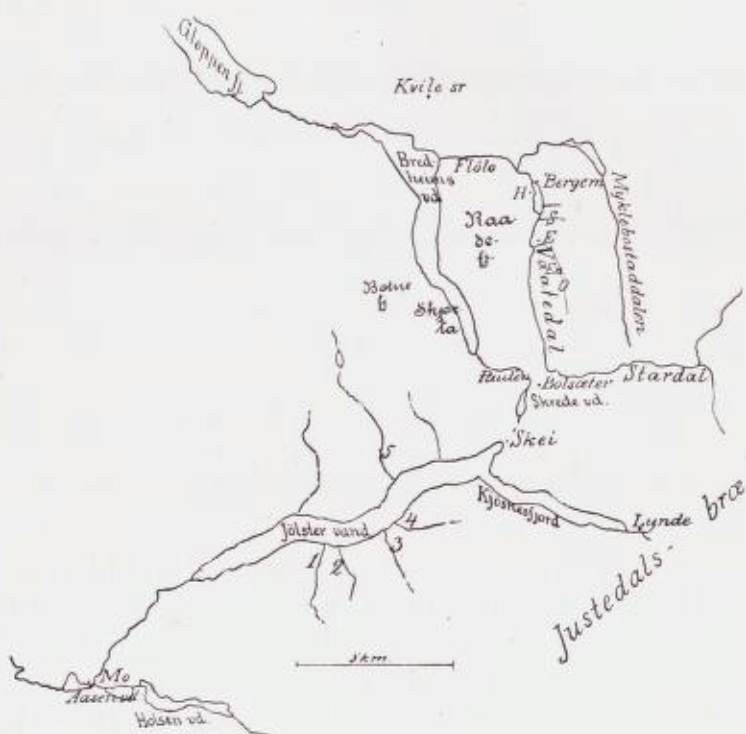
Huldrefossens omgivelser skematiserede.

senelvns løb ved istidens slutning havde været efter den prikkede linje, og at en moræneopdæmring havde bragt den over i sit nuværende leie; men en nøiere undersøgelse af forholdene ved 4 bestyrkede mig ikke heri. Rigtignok er der en grusafleiring, hvis overflade ligger omtrent 5 m. over vandet; men der optræder ogsaa i dalbunden fast fjeld paa en saadan maade, at man neppe kan tænke sig tilstedeværelsen af et klippeleie, der har givet udløb for vandet.

Jølstervandet. Ved Jølstervandet er vi komne henimod Justedalsbræen og dermed ind i et typisk plateaulandskab gennemfuret af dybe dale, der kan sammenlignes med de store amerikanske canons. Desuden er der hængende dale mundende ud oppe paa de dybe dales sider. Ved selve

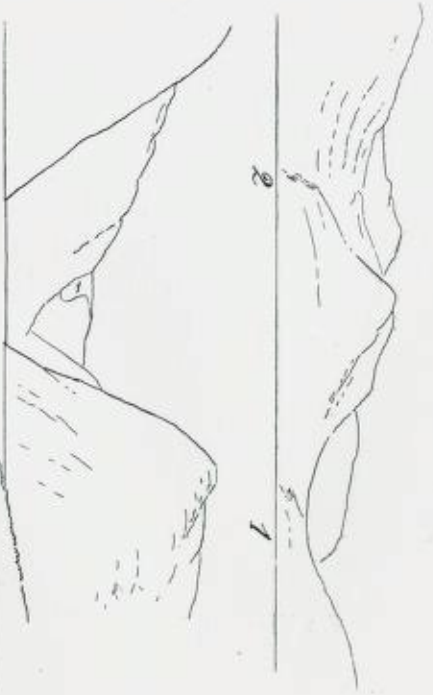
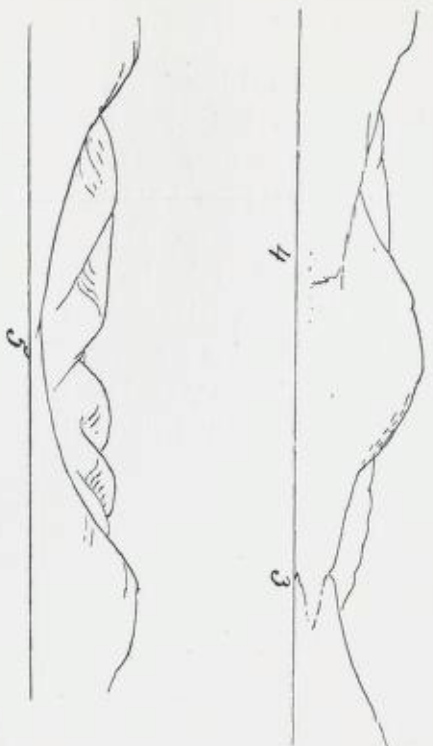
Jølstervandet har man endnu et forholdsvis aabent landskab. Dalene som gaar ned til vandet tegner sig som paa næste side fremstillet, naar man reiser forbi med dampskibet; nummerne svarer til tallene paa kartet. De u-formede dale ligger som man ser mere eller mindre dybt. Gjennem no. 5, Aasdalen, ser man ind i et landskab, hvor en række hængende dale støder til hoveddalen.

En anden karakter har den trange og vilde Kjøsnesfjord; den gaar ind mod øst og ender i Lundedalen med en botten,



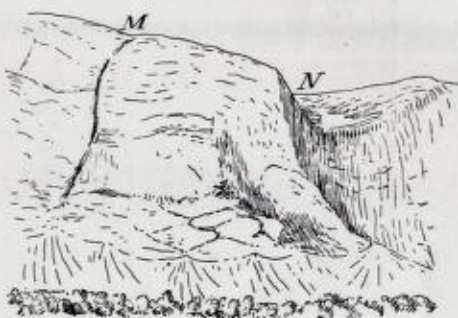
Bredheimsvandets og Jølstervandets omgivelser.

hvor man er omgivet af Justedalsbræens sneflade, der med en tunge, Lundebræen, slikker et stykke nedover bottenvæggen. Den lille Lundedals bund skraaner 6—7° opover. Dalen har et u-formet tværsnit; sydvæggen viger noget tilside inderst inde, saa at selve botnen har en forholdsvis stor dimension



Dale stødende til Jølsteravandet i Sandfjord. Nederst tilhøire vandets sidearm Kjosnesfjord.

fra nord mod syd. Foruden isbræen paa bottnens østside hænger der flere hvide bræelve ned over de nøgne, mørke vægge. Disse vægge er forresten ikke fuldt saa steile, som det ved første betragtning synes; deres hældning er $40-50^{\circ}$. Fjordsiderne længere ude er steilere, idet de nogle steder staar med vinkler paa indtil $55-65^{\circ}$. Isskuring sees langs dal- og fjordsider indtil høit oppe. Skrænterne nærmest dalbunden og fjorden er dækkede af morænegrus, hvorover der ligger nedramlede stenure. At morænedækket er ganske tyndt sees flere steder, hvor det underliggende svaberg er blottet



Fra Lundedalen.

ved at løsmaterialet har skredet ned. Dalbunden er opfyldt med morænehauge af kantede sten og grus; haugene, hvis høidekamme var paa 20 m. eller saa, er ikke ordnede til udprægede tvermoræner. Et vildt parti af Lundedalens sydside er ved den afbildede spræk Middagsgjølet (M) og den høitliggende Nonsgjølbotten (N). Ude ved fjorden mellem Søgnesand og



Fra Kjesnesfjordens sydside.

Sævgrov har man den paa hosstaaende tegning fremstillede rudimentære daldannelse. Indbugtningen i den øvre konturlinje skyldes perspektivet. Fra bræen oventil Justedalsbræen (J), rinder ned over noget fjeld tre elve (1, 2, 3), som i forening danner en gruskegle (G). Hvor forholdene er som her, at en steil sidedal gaar ned til en hoveddal med stillestaaende vand, og der har dannet sig en gruskegle, som beskytter det underliggende fjeld mod erosion, vil der, idet erosionen skrider frem høiere oppe, fremkomme begyndelsen til en hængende dal. Ved betragtninger over saadanne bør man sikkerlig ogsaa i enkelte tilfælde tage denne dannelsesmulighed med¹⁾.

Dalen ved Skei og Skredevand, der fra Jølstervandet fører nordover, er aaben, flad og ganske lav i lighed med den afbildede dal 5, og danner som kartet viser, fortsættelsen af det egentlige Jølstervand. Mellem Skei og Skredevand er der tversover dalen to fjeldrygge, ganske lave, paa 20—40 m. Elven har skaaret igjennem dem, og der skulde ikke meget til, før Jølstervandet kunde have havt sit udløb til Nordfjord. Opkomsten af disse to lave rygge staar sandsynligvis i sammenhæng med, at gneisens strygningsretning her gaar øst-vestlig; men nogen særegenhed ved ryggenes bergart, der kunde tyde paa større modstandsevne mod erosionen, blev ikke konstateret. Fra ombøiningsstedet Paulen løber elven i en snævring ned til Bredheimsvandet, som ligger 144 m. lavere end Jølstervandet. Før gik veien til Nordfjord her; nu er der anlagt en chaussé gjennem Vaatedalen. Ved indgangen til denne har man særegne dræneringsforhold, som allerede E. Richter har gjort opmærksom paa i den før citerede afhandling „Geomorphologische Beobachtungen aus Norwegen“ (Sitzungsber. det Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math. naturv. Classe. Bd. 105, 1896, p. 41). Han betegner sækningen

¹⁾ Man kan f. eks. tænke sig følgende tilfælde. Floder fra en fjeldegne har gravet sig dybe dale i et regnfattigt strøg. Ved en sækning fyldes disse dale af havet, samtidig faar egnen et fugtigt klima. De nyopstaaede sideelver vil erodere dale, hvis bund i begyndelsen udmunder paa toppen af gruskegler ovenover vandfladen og først senere sænkes ned til denne ved det rindende vands fortsatte arbeide.

Skei, Bolsæter, Stardal som „en gammel hoveddal“. Det forekommer imidlertid mig, at Stardalens fortsættelse, hvor man nærmest skulde vente at vandet havde flydt, maa søges mod vest til sydenden af Bredheimsvandet. Ved munden af Stardalen omkring Bolsæter er der en del mindre fjelde op-
ragende i dalbunden og adskilligt morænegrus. Stardalselven danner et lidet fald, idet den gaar ind i Vaatedalen. Indtil Egge (E) er denne dal ganske snever i lighed med Nærødalen i Sogn, og paa den sydligste trediedel af denne strækning rinder elven med særdeles lidet fald. I tværsnit har dalen u-form. Lave, flade, isskurede klipper (skuring antagelig mod n.) er noksaa hyppig fremstikkende i dalbunden. Kun et steds omtrent 2 km. i syd for Egge er der en del lidet betydelige morænehauge. I dalbunden har elven her og der gravet et nyt klippeleie 3—5 m. dybt; dette maa sikkerlig være efter istiden. Fra Egge udvider dalen sig noget; straks i nord for gaarden er der i dalbunden en lav, fra den østlige fjeldside udgaaende fjeldryg. Ved Egge støder til hoveddalen en høitliggende, hængende dal, Øvredalen, der adskilles fra hoveddalen ved Eggenipen¹⁾.



Vaatedalen seet fra munden (fra gaarden Birkelo). Ø. Øvredalen, som ender et stykke op fra bunden af Vaatedalens østside. Elven fra Øvredalen gaar forbi gaarden Egge (E). Eggenipen (En) er en skarp ryg, som skiller Øvredalen fra Vaatedalen (V). B. Bergem, H. Hjelle, som ligger paa en fremspringende fjeldfod.

¹⁾ Paa strækningen mellem den nævnte fjeldryg ved Egge og Bredheimsvandet ser man intetsteds fast fjeld i dalbunden. Omkring elve-sammenløbet i øst for Fløto har man et fladt morænedækket land-

To høiere hængende dale kommer til længere nord. Paa omstaaende tegning er pladsen for den ene af dem betegnet med S. De to hængende dale paa Vaatedalens østside faar man bedre udsigt over, naar man kommer høiere op og længer bort, saaledes som nedenstaaende tegning viser.



Vaatedalen seet fra nv.
B. Bergemsvand.
J. Justedalsbræen.



Botnefjeld i Nordfjord,
seet fra nø.

Et godt blik over Bredheimsvand skaffer man sig fra Kvilesæter. Vandrette konturer oventil rundt vandet er paa-faldende; de viser en del af landets palæiske overflade som en høitliggende temmelig horizontal flade. Det er kun perspektivet, som gjør, at fladen paa tegningen viser sig lavere over horisonten længere borte end nær ved.



Bredheimsvand seet fra Kvilesæter.

skab, lidet opdyrket og bevokset med birk og olderskog. Fra Fløto og vestover er der et af elven gennemskåret terrasselandskab, der efter en løselig barometermaaling hæver sig omtrent 50 m. over Bredheimsvandet. Efter amtskartet ligger Bredheimsvand 63 m. o. h. Dette giver for terrassen 113 m. o. h. Helland angiver vandets høide til 56 m. Han nævner fra dets sydende en terrasse 79 m. o. h.

Søndmør. Den høitliggende palæiske overflade, der er særdeles typisk omkring Nordfjords indre arme fortsættes over til Søndmør. Over store strøg her er den dog saa gjennemfuret af dybe dale, at der mellem disse kun staar igjen skarpe rygge, „de søndmørske alper“. Saafremt denne betragtning er rigtig, at disse alpeformer er dannede ved at erosionen har skaaret furer ned i den palæiske overflade, tilhører de uagtet den ydre lighed et andet system af former end Jøntunfjeldenes tinder, som er opragende dele af den palæiske overflade. Til de søndmørske eller romsdalske alper slutter sig sikkerlig Lofotøernes og Lyngenfjordens tinderækker.

Søndmørske eksempler paa steder, hvor nye dale og gammel landoverflade træder tydelig frem, frembyder de to, som her afbildet. Den første viser den 11 km. lange Søvde-



Fra Søndmør.
Søvdefjorden.
Østsiden af Dalsfjorden.

fjord nær ved Statlandet seet fra syd. Det bølgeformede, ældre plateauformede landskab udhæver sig vel fra de steile fjordsider. Den anden tegning fremstiller fjeldsiden ovenfor Dale ved Søvdefjordens nabofjord, Dalsfjorden. Modsætningen mellem det gamle land, som har sine høider og dale, og fjordens rende træder ogsaa paa denne tegning godt frem.

En interessant fremstilling af en enkelt af de søndmørske dale, har man i et relief, som cand. jur. Sverre Ihle for et aars tid siden har modelleret til statens veikontor. Et fotografi deraf meddeles her.



Relief af Gjeirangerfjordens indre del og Gjeirangerdalen.

Reliefet er i maalestok 1:8000; høiden er $\frac{1}{2}$ gang overdrevet; det er 1.75 m. langt og 0.65 m. bredt. Den høieste top, som i naturen ligger 1110 m. o. h. er i gjengivelsen 32 cm. over grundplanet. Reliefet er for lidet udstrakt til, at man faar med forholdet mellem den palæiske overflade og de nye former. Det viser, saavidt jeg forstaar, omtrent udelukkende disse sidste; men det er virkningsfuldt som illustration af dale, der har gjennemgaaet en istid og faaet sin form i væsentlig grad bestemt derved. Til venstre ser man to udprægede hængende dale, der munder ud høit oppe paa hoveddalens sider.

Søndmørs kyst frembyder, som jeg har havt anledning til at gjøre opmærksom paa i et tidligere arbeide (Træk af havets virkninger paa Norges vestkyst, *Nyt Mag. f. Naturv.* 22, Chr. 1877, s. 169), eksempler i store maal paa havets tæren af fjeldkyster.

En nyere tegning, som jeg har fra Hareidelandets udside viser den palæiske overflade, ikke i modsætning til en daldannelse, men i modsætning til de steile vægge med foranliggende strand-flade, som havets arbeide har frembragt. I landets former paa Romsdalskysten er som bekjendt herskende to dalsystemer, et bestaaende af længdedale parallelt med grundfjeldsgneisens strygningsretning og et andet bestaaende



Fra udsiden af Hareideland paa Søndmør.

af tverdale lodrette derpaa. Tallene 1, 2, 3, 4 paa figuren betegner en palæisk længdedal, som er skaaret over langsefter, saa kun den ene halvdel staar igjen.

Med det samme talen er om saadan landskulptur, som skyldes brændingen, kan det bemerkes, at ogsaa botner kan frembringes ved havets arbeide; nogen hyppig dannelsesmaade for dette slags terrainformer er den dog ikke. Smukke eksempler paa havdannende botner har man paa øen Askroven ved Florø. Bergarten er mild skifer. Langs vestsiden strækker strandfladen sig som en smal brøm. Som det sees paa den geografiske opmaalings fotografiske detailkarter gaar der fra strandfladen ind to botner. De er ved munden 1/2 km. brede. Bunden, som er hævet omkring 10 m. o. h., tilhører strandfladen. Væggene rundt om hæver sig steilt 100 til 200 m. Den nordligste af botnerne (ved gaarden Kvalvik) er bredest i forhold til dybden. Nedenfor er tegnet den sydlige del deraf, saaledes som den viser sig fra munden af en hule, Trollhole, som gaar ind i bagvæggen.



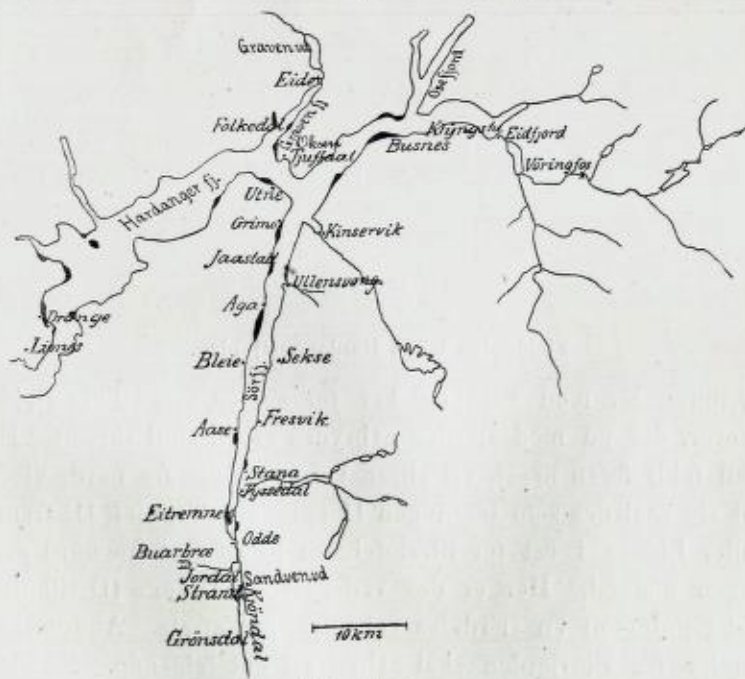
Botten dannet af havet paa een Askroven, Søndfjord.

Som man ser, gaar der paa dette sted i strandfladen ind en bugt, som har to forgreninger og overskyller en del af botnens bund.

Hardanger.

Bremme af lavt klippeland langs fjordsiderne.

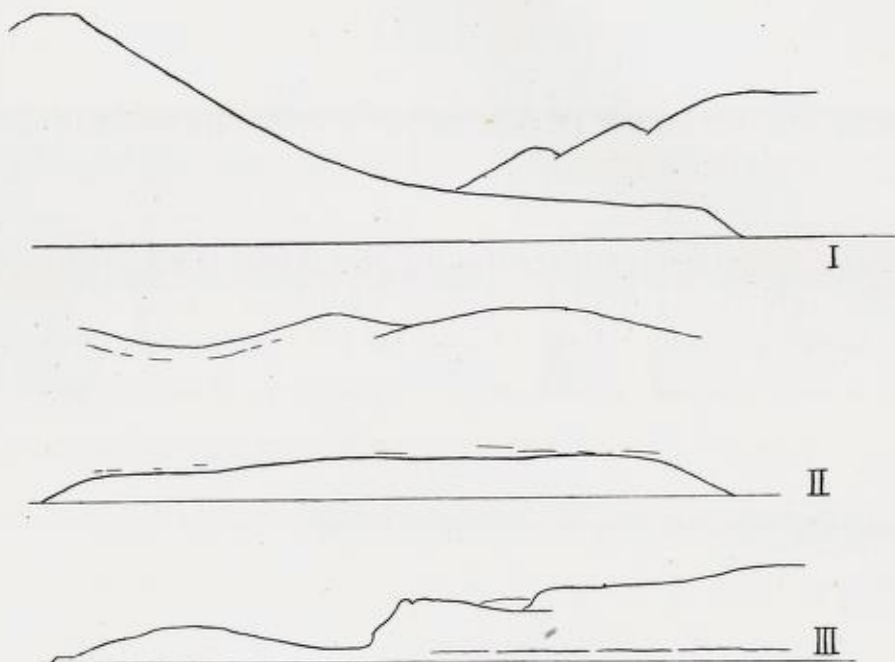
Ligesom i Sogn har jeg ogsaa i Hardanger mine fleste iagttagelser fra de indre egne. Før jeg gaar over til disse,



Indre Hardanger.

vil jeg imidlertid omtale et fænomen, som kan iagttages langs efter den hele Hardangerfjord, og hvorved den adskiller sig fra Sognefjorden, nemlig en udbredt forekomst af en lav fjeldfod foran siderne. Høiden af denne fjeldfod er ofte paa omtrentlig 20 til 30 m.; den er antydningvis angivet med sort paa omstaaende kartskisse.

Paa den følgende figur viser I hvorledes fjeldfoden fremtræder i Busnes, som ligger i nno. for Kinservik. Be-



Fjeldfoden langs Hardangerfjorden.

tragteren ser mod vest og har for sig en svagt buet fjeldkontur, der ud mod fjorden afbrydes af en steil skrænt. Er man midt foran neset, og altsaa betragter det fra nord, viser det sig saaledes som tegningen II antyder. Tegning III fremstiller Liones i øst for Strandebarm kirke seet fra nord paa nogen afstand. Her er der ved gaarden Drange (D tilhøre paa tegningen) en særdeles vel udpræget afsats. Andre eksempler fra Sørfjorden skal afbildes i det følgende. Forkla-

ringen af fænomenet er den samme som gaves for de i Lærdalens bund fremragende aaser, Seltunaasen, Vindhelleaasen

m. fl. Der har engang eksisteret et „hardangersk dalsystem“, som fjordens dybeste del er bleven udgravet i, og af hvis bund man kun har disse smaa rester. Dannelsen af strandfladen udenfor kysten bør kanske bringes i forbindelse med dette dalsystem, nemlig saaledes, at begge er samtidige. Ved mundingerne af de elve som udgravede dalen blev dennes bund vid og gik over i den platform, som havbrændingen udarbejdede saa langt, som den aabne sjøs bølger naaede.

Gravenfjordens og Sørfjordens sider.

Jeg forudskikker den bemærkning, at bergarterne i de her omhandlede dele af Hardanger, hvor ikke andet anføres, er gneis og andre haarde krystallinske skifere samt gneisgranit, i det hele bergarter, hos hvem detaljerne i strukturen ikke er af væsentlig betydning for landets former i de store træk, saaledes som vi her betragter dem. Denne samme bemærkning gjælder i det hele taget ogsaa de før omtalte egne.

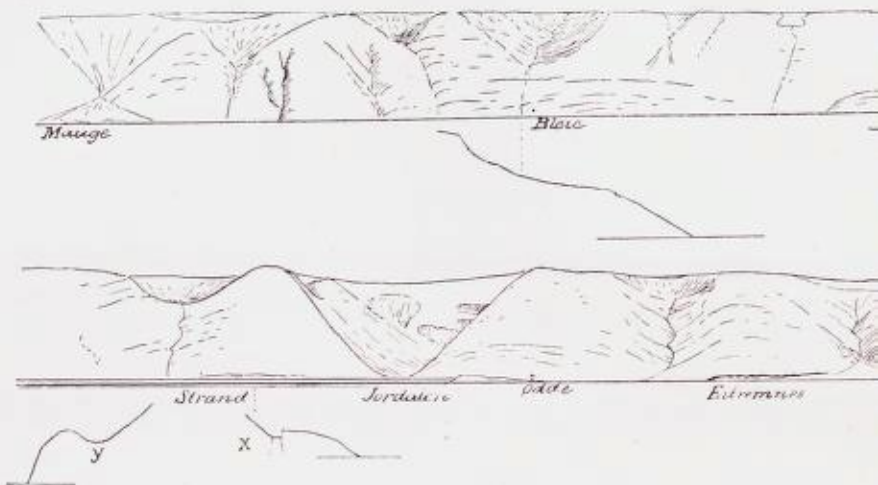
1. Fjældet Oksen ved udløbet til Gravenfjord. 2. Vestsiden af Gravenfjord.



Den øverste af omstaaende tegninger fremstiller fjeldet Oksen i øst for indløbet til Gravenfjord (*G*). En liden rest af en fjeldfod sees her. *T* er Tjuflaatbugt, hvor man har en af de sædvanlige „lemlæstede“ dale, hvis nedre del er bortskuret af is. Ved *a—a*, har man en mod betragteren og samtidig tilhøre skraanende flade.

Den anden tegning fremstiller vestsiden af Gravenfjorden, ikke saaledes som den viser sig fra et enkelt sted, men skematiseret, saaledes som hver del viser sig, naar man er lige foran den, altsaa saaledes som det hele vilde præsentere sig, naar man befandt sig særdeles langt derfra. En mangel ved denne og de følgende tegninger fra Sørfjorden er, at de høiere dele af fjordsiderne er gjorte altfor lave. Billederne er tegnede fra dampskib, og man faar naturligvis en meget ufuldkommen forestilling om de høiere skrænter, naar de sees i sterk forkortning fra fjorden nedenfor. Hvad her gives, er kun skisser, der faar tjene saalænge til man faar noget bedre.

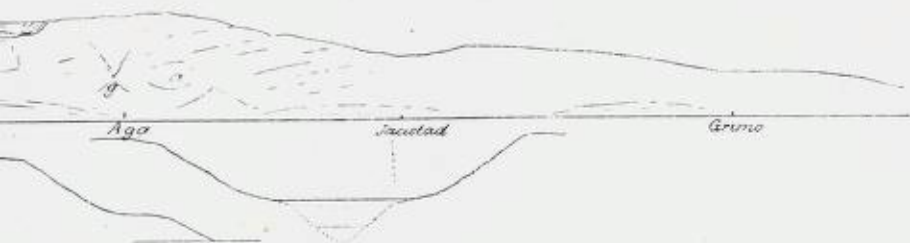
Ved *a* har man paa fjeldsiden en afsats, en slags hylle, kjendelig paa afstand ved sine grønne marker. Ved *K* aabner Krondalen sig, nederst med terrasser. *F* er Folkedalen, en smukt u-formet, hængende dal. Den vertikale høide af den skraaning med fast fjeld, hvorover elven rinder ned i fjorden, er her kun noget saadant som 20 m. Den som en del andre lave hængende sidedale synes at maatte være i hovedsagen eroderende i forhold til det erosionsniveau, der betegnes ved de netop omtalte afsatser langs fjordsiderne. Ved *f* sees gneisens lagning noksaa godt i fjeldsiden, her er en fjeldfod med en ikke steil skraaning. Naar man nærmer sig fjordbunden ved Eide (*E*), antager fjeldsiden et eget udseende, idet den er furet af smaa dale dannede af regnbække. To omstændigheder kan have bidraget til, at disse former har holdt sig saa pas godt, dels at skuringens styrke har været mindre indover mod bræbevægelsens udgangspunkt, dels at de ligger paa læsiden af det dalfremspring, der stikker ud mellem den sydlige del af Gravenvand og den nordlige ende af Gravenfjord.



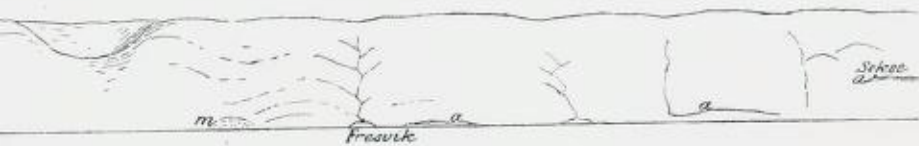
Sorf



Den sydlige



vestside.



ørffjordens østside.

Vi skal nu gaa over til at betragte Sørfjordens vestside. I den nordligste del omkring Grimo er fjeldet lidet steilt; det er jævnt skraanende, beklædt med smaaskov og næsten ikke visende spor af erosionsfurer. En fjeldfod sees i syd for Grimo, en anden dukker op ved Jaastad. Fjorden er her 1800 m. bred og dens dybde omtrent 340 m.; ogsaa paa dens østside ved Helleland er der en fjeldfod; et tværsnit med rigtigt forhold mellem høide og længde vil se omtrent ud som den lille tegning under hovedfiguren. Modsætningen mellem den ældre, videre dal og den yngre deri udgravede under fjordspeilet træder her tydeligt frem. I syd for Jaastad ser man paa fjeldsiden, som er altfor steil til at træer kan vokse paa den, en tilvenstre hældende struktur i gneisen. Vi finder os her ligeoverfor Ullensvang. Ved Ullensvang, Skjeggedal og ved Buarbræen har man de eneste dybe og lidt anselige sidedale, der støder til hovedforsænkningen. Ullensvang ser fra den modsatte fjeldside betragtet ud som nedenstaaende billede viser. Øverst udbreder sig Hardanger-



Ullensvang.

viddens fjeldstrøg. Med steile vægge aabner sig den cirkusformede dal, som de to smukke fosser Bjørnebykse (*B*) og Skrikfossen (*S*) falder ned i; foran den ligger morænemasser (*M*), hvori der forekommer svære kantede stene. Tilhøire for dalen tegner sig paa fjeldsiden lagbygningen af bergarten, som er finkornet mod sv. faldende gneis. Paa bredden af fjorden sees dampskibsanløbsstedet Lofthus (*L*) og Ullensvang kirke (*U*).

Vi gaar efter denne afstikker atter over til fjordens vestside. Ved Aga er der en afsats i fjeldsiden ved *a* og en af nedskyttet morænegrus bestaaende gruskegle ved *g*. I syd for Aga strækker der sig langs sjøen en fremspringende fjeldfod; høit oppe er der en liden hængende dal eller grund botten. Et omtrentligt profil af fjeldsiden er tegnet nedenunder. En hængebræ titter frem lidt længere syd; elven som rinder ned derfra har ikke gravet nogen nævneværdig fure. Ved Bleie har man en større rest af en dal, hvis nedre del er destrueret. Profilet er et snit efter dalen. Man møder snart derpaa smaa dalfurer udgravede i de steile fjeldsider, is viser sig igjen oppe i høiden; det er nordenden af selve Folgefonnen. Ved Mauge er der en tragtformet dal, hvori der hele sommeren ligger en sneflæk langt nede. Foran denne dal udbreder sig en gruskegle, og ved foden deraf stikker op lave klipper af fast fjeld. En større dal finder man ved Kvitnaa, øverst med et cirkusformet parti, hvori der gaar ned en tunge af Folgefonnen. Flere andre tunger sees videre sydover. Gaarden Aase ligger paa en afsats; i syd derfor er fjeldet ujevnt med tilrandede fremspring, saaledes som sees paa tegningen. Dernæst kommer man til en „cirkus i 2 etager“, en af de mere merkelige topografiske eiendommeligheder, som Sørfjordens omgivelser frembyder; elven herfra hænger i fos frit ned over fjeldet. Lidt i syd derfor befinder man sig midt overfor den anselige Tyssedal, som gaar ind paa fjordens østside. Man kommer saa til det lave Eitremnes, der er en opragende del af det faste fjeld i selve fjordbunden. Fjorden er allerede 1 km. længere nord bleven forholdsvis grund, idet man har loddet 113 m. midt ude i den.

Fra Odde vil vi gjøre en liden afstikker op igjennem Oddedalen. Løsmaterialet ved Odde foran Sandvenvandet hæver sig efter Helland til 136 m. o. h. Vandets overflade ligger 90 m. o. h. og dets bund 30 m. under havet, maal der er ganske smaa, naar man sammenligner dem med fjordsidernes høide. Jordalen er et dybt indsnit i fjeldmassen; den fører ind til Buarbræen, der set fra landeveien paa Sandvenvandets

østside tegner sig som paa billedet fremstillet. Med en typisk hængende dal, hvorfra Strandsfossen falder ned, ender vor tegning. Man er her kommet nær til Sandvenvandets sydende. Lidt ovenfor har man selve dalbunden blottet, idet der rager op lave iskurede klipper. Mellem dette sted og det 4 km. søndenfor liggende Grønsdal, passerer man Hildalsfossen, der falder ned fra en hængende dal. Hoveddalens sider, som her er blevne adskillig lavere end før, er furede af smaadale, som bække har gravet ud. Den nederste del af fjeldsiderne er dækket af store ure, de første af nogen betydning man har truffet paa siden Sørfjordens munding. Furingen af dalsiden er her maaske et sidestykke til hvad vi saa i den indre del af Gravenfjord. Ved Grønsdal ender den aabne dal, man hidtil har fulgt, med en cirkusformet afslutning, og veien fører ind i en snevrere dal med v-formet tværnsnit.

Sørfjordens rende og dens forlængelse sydover er aldeles paafaldende retlinjet. Rindende vand frembringer ikke, naar det arbejder i et nogenledes ensartet terrain, saaledes som det vi her har, retlinjede dale, noget vi har fuldt op eksempler paa, saavel fra løsterrain som fra fast fjeld. For at en dal som Sørfjorden skal fremkomme, maa vandet arbeide efter en strukturlinje i fjeldet. Denne strukturlinje kan ikke søges alene hos en formation, der har ligget ovenpaa grundfjeldet, f. eks. være en linje efter foldaksen i en nu bortroderet cambrisk-silurisk formation. Bugtninger af dalen vilde aligevel have opstaaet under dens videre udarbeidelse i grundfjeldet, hvis strøg ikke staaer i noget forhold til dalretningen. Jeg kan ikke tænke mig andet, end at en dal som denne maa være udarbeidet efter et sprækkesystem. En støtte for, at sprækker findes og har spillet en rolle, er det, at man i dalbunden sydlig for Odde finder sekundære daldannelser langs efter bestemte svaghedslinjer, som neppe kan være andet end sprækker. Saaledes er fjeldfoden mellem Jordalen og Strand adskilt fra selve dalsiden ved en kløft. Som antydnet (lidt forstørret) ved x nederst tilvenstre paa figuren. Paa Sandvenvandets østside er der, som det vil sees af karterne,

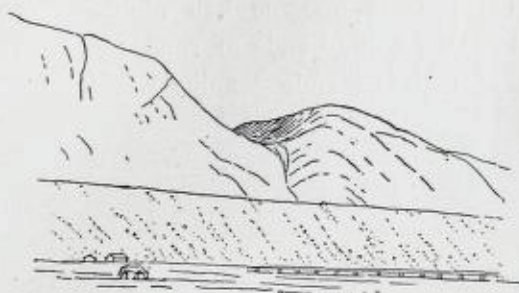
et nes, og derfra gaar en liden dal, Kjøndalen, sydover parallelt med hoveddalen og med sin bund adskillig høiere end denne (*y* paa figuren).

Vi skal nu ogsaa se lidt paa den sydlige del af Sørfjordens østside. For at man som paa afbildningen af vestsiden skal faa syd tilvenstre og nord tilhøire er tegningen af østsiden udført omvendt i forhold til den maade, fjordsiden viser sig paa, naar man har blikket vendt mod den. I syd for Tyssedal er der halvt vækskurede dalfurer ned over fjeldsiden. Ved vandkanten sees først en liden klippeafsats senere en smule moræne. De ved munden af Tyssedal forekommende terrasser er antydede. Ved Stana er der en smal afsats langs sjøen. Isberg ligger som paa en liden hylle høiere op. Saa følger en hængende dal, en ganske liden afsats ved fjorden, lidt morænebedækning paa fjeldets underkant, en liden grusaflæring ved Fresvik m. m. Et stykke oppe fra fjorden ved Sekse (hvor jeg dog ikke selv har været), ser der ud til at være en liden daldannelse, der gaar parallelt fjorden og svarer til den ovenfor omtalte Kjøndal. Ved den isoleres den lille „Berve-nut“, der er saa velkommen for de mange malere, som har fremstillet udsigten sydover fra Ullensvang, idet den paa en meget heldig maade bryder den ellers ensformige konturlinje paa fjordens østside.

Eidfjord.

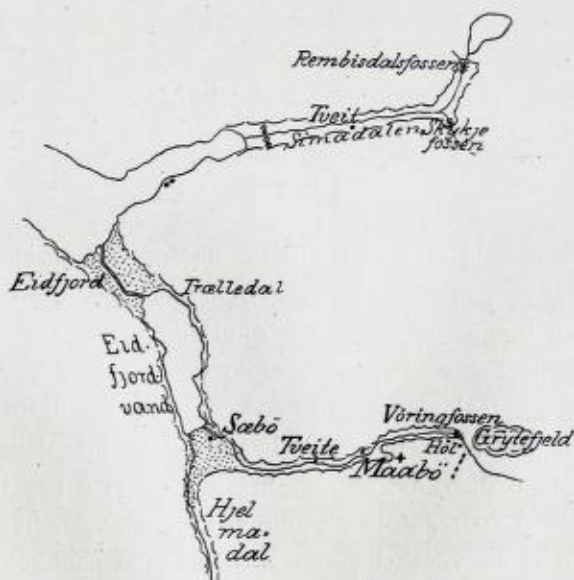
Naar man har passeret Osefjorden paa veien indover til Eidfjord, er der fremdeles som før nøgne, bratte fjordsider, hvorpaa isen har udrettet et betydeligt arbeide. Brynnesdalen paa sydsiden er afskaaret omtrent i vandfladen; to dale længere inde ved Klyngstu viser sig derimod at være afskaarne høiere oppe, og elvene fra dem har paa sit videre løb nedenfor dalmundingerne i postglacial tid ikke kunnet grave dybere render end paa et par meter. Bergarten er her hvid granit. Inderst inde deler dalsystemet sig i to grene, idet Simadalen gaar mod ønø. og Eidfjorddalen, som er bredere, mod ssø. Vi skal først begive os ind i denne sidste og derpaa ogsaa besøge Sima-

dalen. Løsterrainet i Eidfjord findes omtalt flere gange i litteraturen. Helland angiver saaledes høiden af den store terrasse foran vandet paa elvens østside til 107 m. Deraf, at elven etsteds blotter fast fjeld, drager han den lidt raske slutning, at vandet indenfor, Eidfjordvand, er et klippebassin



Den store terrasse foran (Eidfjord vand); ovenover sees Trælledal.

omtrent 60 m. dybt (Om beliggenheden af moræner og terrasser foran mange indsøer. Öfvers. Kungl. Vet. Akad. Förh. Stockh. 75, No. 1, pag. 56). Skrånten af den store terrasse ud mod elven, nord for vandet, er fremstillet paa ovenstaaende



Eidfjordvandets omgivelser.

figur, hvor man ogsaa ser en smuk hængedal, Trælledalen, og elven derfra skummende i stryg nedover fjeldsiden.

Veien fra Eifjord gaar langs vandets vestside; herfra har man et godt blik over den steile østside, hvor isens virkninger er paatagelige, og hvorfra vi havde det (side 140) meddelte eksempel paa, at bræerne kan plukke væk af fjeldet blok for blok. Den sydlige ende af vandet er fremstillet paa den øverste af nedenstaaende tegninger. Man har en gjen-

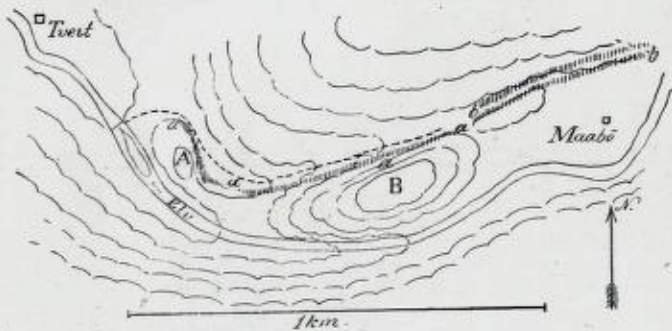


Øverst, Eidfjordvandets sydende. Nederst, Maabøgalderne.

tagelse af den maade, hvorpaa dalen delte sig nede ved fjorden. Den brede dal ender her pludselig med en slags circus, hvorfra der gaar ind snevrere dale. Svarende til Simadalen gaar Maabødalen ind mod ønø, til Vøringfossen; svarende til Eidfjords hoveddal har man Hjelmadalen. Fjeldet midt imellem dem, det som er betegnet med *b* paa tegningen vender mod betragteren en omtrent lodret væg, hvis dannelsesmaade synes vanskelig at forklare, baade naar man tænker paa bræers og anden erosions virksomhed. Hjelmadalen (*H*)

har jeg ikke besøgt. Dens bund synes at holde sig omtrent paa samme høide som hoveddalens. Anderledes er det med Maabødalen (*M*). Man stiger der op omtrent 40 m., først over terrassegrus, saa over fast fjeld. I dalmundingens oprindelige bund har elven skaaret ned et snævert nyt leie, der sees ved *a* paa tegningen. Maabødalen, der er omtrent 8 km. lang, er nedsænket i høifjeldets plateau som en nygravet groft i en ager.

Mellem de to gaarde Tveit og Maabø frembyder dalbunden et særeget forhold. Elven, Bjoreia, gaar i en bue; men foruden dens nuværende leie er der et ældre elveleie, der delvis ligger dybere end det nuværende og paa hosstaaende kartskisse er betegnet med en punkteret linje. Klippen *B* kan an-



Maabødalen mellem Maabø og Tveit.

slaaes til at hæve sig omtrent 140 m. over gaarden Tveit. Langs det gamle elveløb er der flere jettegrydedannelser, af hvilke en, der var formet som et aflangt bassin, maalte 12 m. i den længste diameter. Fjeldet bestaar af gneisgranit og viser den almindelige isskuring; herfra maa dog undtages en noget nær lodret, omtrent 20 m. høi klippevæg med brudflader. Ved foden af væggen (som er lodret skrafferet, *a a a*, paa kartskissen) ud mod det forladte elveleie ligger en storstenet ur, langs hvilken rideveien gennem dalen gaar.

Paa den øverste af de følgende tegninger er dalens bund mellem Tveit (i forgrunden) og Maabø fremstillet noget skema-

tiseret, idet f. eks. den omtalte ur ikke er medtaget. Man ser mod øst. Den følgende tegning viser et stykke af væggen ved *A* set fra øst og noget ovenfra. Nogle af urens stene er



Fra Maabødalén.

her komme med. Den tredie tegning giver et overblik over en større del af dalbunden seet østenfra. Allernederst endelig er et profil over klippen A. Paa skraaningen til høire er der et skaar med ur svarende til det i dalbunden.

Elvens nuværende retning følger antagelig den oprindelige dalbund; elveleiet er dog forsaavidt modificeret, som det nu paa sydsiden er begrænset af løsmateriale, nemlig ur nedfaldt fra fjeldsiden ovenover.

Rimeligvis har vi her for os virkningen af isen, som har holdt paa at omdanne en v-formet dal til en u-formet. I en kroget dal angriber bræen naturligvis mest fremspringene,



Urfyldt kleft ved Maabø. Klippen tilvenstre naar op omtrent 20 m. over elven i forgrunden.

hvad man med et udtryk overførte fra fjordene, kunde kalde dalnessene, (engelsk: the spurs); er der nu her sprækkedannelser, som begunstiger isens arbeide med at bortplukke blokke, gaar arbeidet saa meget raskere for sig. En lette for isens virksomhed er det, naar der er et hovedsprækkesystem, der gaar som fjeldets overflade; vanskeligere er det, naar sprækkesystemet falder ind mod dalsiden. Paa saadanne forskjellig-

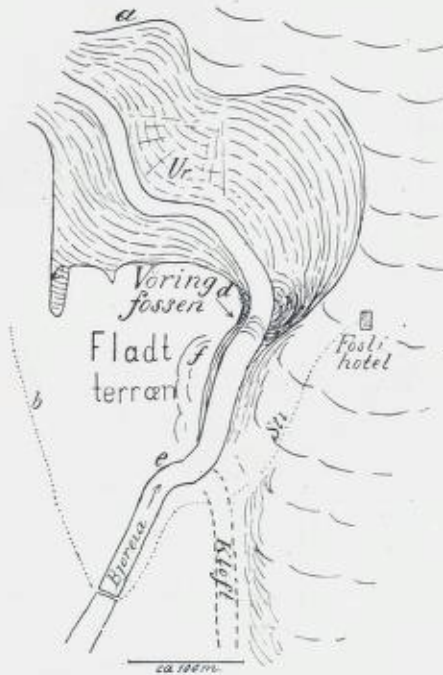
heder kan det bero, at nogle nes i en dal angribes sterkt, andre meget mindre. I det foreliggende tilfælde er bræns arbejde bleven understøttet ved lodrette sprækkedannelser langs



Vøringfossen. (Efter fotografi af Lindahl). Denne fos, der er saa anselig om sommeren, skal ved vintertid kun være et tyndt vandslør, gennem hvilket fjeldet sees overalt.

efter dalen. Først har man sprækken langs væggen *a— a— a— a* og saa strækker der sig østover i forlængelse af den en urfyldt kløft, hvorom foregaaende figur giver en forestilling (*b— b* paa kartet); den naar til elven ovenfor Maabø, og det er en

mulighed for, at vandet i det forladte leie har rundet ogsaa gennem denne kløft. Sprækkerne maa man nærmest tænke sig dannede under geotektoniske jordskjælv, og, som vi straks skal høre, er de ikke de eneste i den omhandlede egn. Aarsagen til at den spaltedannelse, som vi her særskilt har for øie, følger dalbunden, er antagelig ikke den, at dalen selv er en „spaltesdal“, men kun den, at dalen er et svaghedsbælte

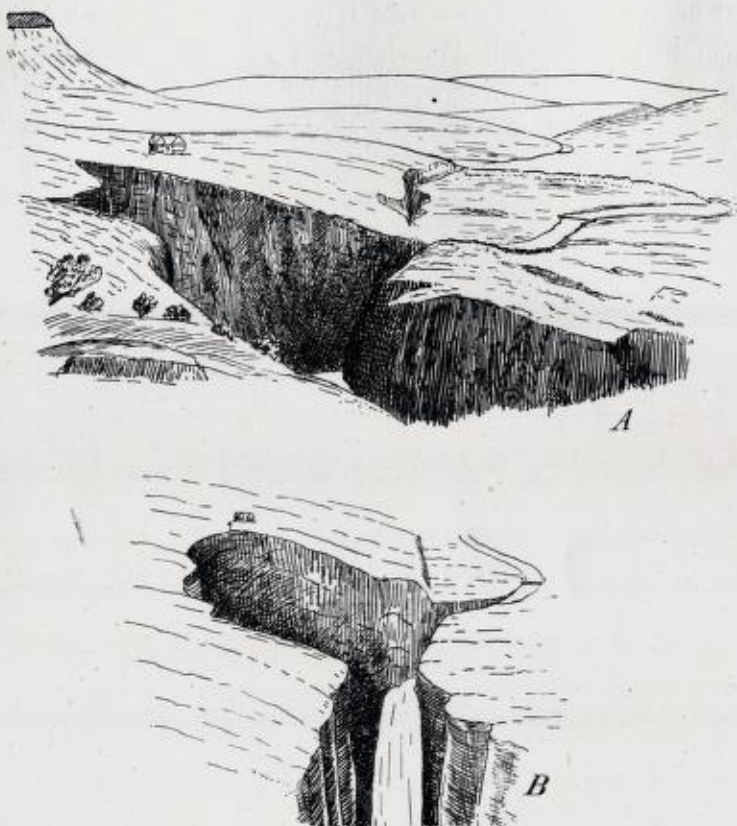


Kartskisse af Vøringfossens botten.

i jordskorpens overflade, langs hvilken trykket under de bergdannende kræfters virksomhed har haft særskilt let for at udløses i en spaltedannelse. En spalte, der erindrer om denne, har jeg omtalt og afbildet fra Lygre paa nordsiden af Hardangerfjordens mundning (Reusch. Bømmeløen og Karmøen. Kristiania 1888, s. 203).

Den egentlige Maabødal ender mod øst med en vel udpræget botten (hvori der nu ikke er vand), saaledes som frem-

stillet paa den nederste tegning side 198. Op igjennem denne botten bugter den steile sti Maabøgalderne sig i zikzak og fører op paa fjeldplateauet; det er der, hvor der staar et lidet



Vøringfossens botten.

A. Standpunktet er punktet *a* paa kartskissen. Man ser den brede, aabne Sysendal, hvorigjennem Bjoreia kommer rindende med svagt fald. Øverst tilvenstre løfter sig Grytfjeldet med sin kalot af kambrisk-silurisk lerglimmerskifer ovenpaa den gamle granit. Nær randen af den store botten ligger Fosli hotel. Selve fossen falder ned inderst tilhøire i krogen af botnen og er skjult fra vort standpunkt. B. Det samme landskab skematiseret og betragtet i fugleperspektiv, saa fossen sees.

kors paa kartskissen s. 197. Maabødalen selv bøier af tilvenstre og danner en egen indre snæver afdeling, der kunde kaldes Vøringfosdalen. Indgangen dertil er ved *V* paa tegningen side 200. Akkurat hvor dalen bøier om er der et lavt dalnes,

der, naar man kommer nærmere hen til det, viser sig gjen-nemsat af kløfter, og rimeligvis er resterne af et større dalnes reduceret af isen ved skuring og bortplukning af blokke.

Saa stiger man raskt op til et lidet vand opdæmmet af ur. Man gaar ikke langt derfra, saa ser man lige ind til enden af den trange dal, man vandrer i. Vøringfosdalen har ingen is-skuring bevaret. Den nordlige fjeldside har to gjel, men er ellers jevn. Paa sydsiden er der dybere gjel; dalen slutter pludselig med en botten, og ned i denne styrter Vøringfossen med et lodret fald paa 145 m.

Vi skal nu betragte nøiere omgivelserne af Vøringfossens botten.



Udsigt nedover Vøringfosdalen fra Fosli hotel. Hvor der er sprækker i dalens granitvægge, viser konturen af dalens øvre rand store indbugtninger efter gjelene. Nederst tilvenstre er den kløft, hvori Vøringfossen gaar ned. Den største af indbugtningerne paa venstre haand er fyldt med ur lige til øverste rand; op her gaar den sædvanlige turistvei til hotellet; Maabegalderne benyttes kun sjelden nufortiden.

Bjoreia kommer rindende med langsomt fald gennem en af Hardangerviddens aabne traugformede dale, Sysendalen. Efter at have rundet under den lille bro, hvorover man vandrer hen til Fosli hotel, bliver elvens fald steilere, og den skummer i stryg gennem en trang kløft indesluttet af lodrette vægge og tiltagende i dybde; saa med en gang styrter den lodret ned i den kjedelformede botten. Kløften med stryget er frem-

stillet paa de to følgende tegninger. Paa den første ser man opad elven i retning til broen. Paa den anden ser man fra broen nedover mod fossen.



Kløften ovenfor Vøringfossen. Beskueren ser opad elven.

Stiger man efterat have passeret broen op til Fosli hotel og ser ud over dalen, faar man et aldeles bestemt indtryk af, at Maabødalen er et nyt træk i landskabets relief, en sent dannet dal skaaret ned i en gammel vid og aaben dal tilhø-

rende landets palæiske overflade. Botnen er det sted, hvortil elvens gravende virksomhed er naaet, efterat dens nedre del var bleven forynget ved en hævning af landet.

Erosion simpelthen ved rindende vand kan imidlertid ikke forklare det hele fænomen. Vi staar her overfor et hyppigt gjentaget forhold (vi skal endnu en gang faa se et smukt eksempel derpaa fra Simadalen): en yngre dal ender pludselig med en botten, som er vid og stor, og paa et eller etpar steder hænger ned steile vandfald, som kun har gravet ganske snævre og i forhold til dalvidden omtrent forsvind-



Kløften ovenfor Vøringfossen. Beskueren ser nedad elven.

ende kløfter, ja i nogle tilfælde næsten ingen gravning har udført. Disse dalbotner maa paa en eller anden maade være dannede i istiden medens bræerne gled hen over landet, og spørgsmaalet bliver da, hvorledes kan den øvre ende af en almindelig erosionsdal omdannes til en cirkusagtig botten med mer eller mindre lodrette sider og u-formet tværsnit. Den forklaring, som forekommer mig sandsynligst er følgende: Isen, som gled hen over fjeldmarken, landets palæiske overflade, slog sprækker, der hvor den øvre, brat nedgaaende ende af de nye erosionsdale laa under. Smeltevandet, som paa indlandsisens flade del havde rundet i leier ovenpaa isen, faldt gjennem sprækkerne ned til fjeldbunden og eroderede

denne. Der fandt sted en slags jettegrydedannelse i stor skala, og da det nedstyrtende vand ikke bestandig traf noiagtig paa samme sted, men skiftede arbejdsplads, efter som isforholdene varierede, uddannedes i tidens løb en vid botten. At skuring af isen nede i botnens bund kan have bidraget meget til dens dannelse forekommer mig usandsynligt. Isen som laa vel gjemt nede i gryden, synes at maatte have haft en mindre hurtig bevægelse end is i omgivelserne og saaledes ikke at kunne have eroderet mere end den. Den smule bevægelse den har været i, har dog rimeligvis haft betydning ved at fjerne løsmateriale og saaledes stadig skaffe det nedstyrtende vand fri fjeldgrund at arbejde paa.

Hvad specielt Vøringfossen angaar, saa antager jeg, at sprækker i fjeldet har betydning for, at den findes paa det punkt hvor den er og for dens form og høide. I enkelthederne lader dette sig dog ikke paavise.



Klippevæg ved Vøringfossen, hvis øvre del sees nedentil tilvenstre; oventil har man den flade dalbund, der er saa godt som fri for grus og kun dækkes af et tyndt myrjordlag.

Selve elveleiet ved fossen er utilgængeligt, saa man ikke kan faa rede paa sprækker netop paa det sted; men sprækker optræder saaledes i omgivelsen, at det ikke er usandsynligt, at de findes ogsaa der. Paa ovenstaaende figur er fremstillet bottenvæggen straks i vest for fossen, nemlig stykket mellem *c* og *d* paa kartskissen side 203. Fra den lille sidekloft ved *c*, der er dannet paa en spræk, fortsætter sig omtrent $\frac{1}{2}$ km.

sydover i den flade dalbund som en liden skrænt ($c-c'$ paa tegningen), der gjør indtryk af at være frembragt ved en forskyvning; denne har sænket terrainet tilvenstre 5—6 m. En anden spræk gaar i retning $x-x$. Fra e paa kartskissen i retning af c er der ganske lavt og fladt. Elven gaar dog ikke her, men bryder igjennem fjeldpartiet ved f , det samme som saaes paa tegningen side 207. Langs efter den der fremstillede kløft, hvori elven sænker sig ned til det egentlige fald, strækker der sig nogle lag af biotitrig, udenpaa rustet, temmelig let smulrende krystallinsk skifer. Ikke utænkeligt er det, at spalter fornemmelig kan have aabnet sig efter dette baand, som desuden med lethed har ladet sig tære af vandet. Naar denne bergart undtages, ser det ikke ud til, at forskjelligheder inden den herskende granitiske bergart er af nogen betydning.

En særegenhed ved terrainet sydlig for fossen staar endnu igjen at berøre. Nogle faa skridt i syd for det punkt, hvorfra



Vøringfossens omgivelser seet fra vest.

1. Grytefjeld. Kambrisk-siluriske lag øverst.
2. Fosli hotel.
3. Vøringens botten.
- 4—4. Østsiden af den i teksten omtalte kløft (gammelt elveleie).

elven begynder at løbe i stryg ned til fossen, udgaar der fra den en urfyldt kløft med vægge, der er indtil 60—70 m. høie. I denne kløft skal der findes jettegrydedannelser. Elven har rimeligvis engang rundet her, maaske i en tid under eller efter istiden, da grusmasser opdæmmede det nuværende elveløb længer syd ved Høl. Det er en mulighed for, at der kan have fundet sted forskydninger paa nogle faa meter langs denne kløft, da terrainet tildels er paafaldende høit paa den ene side.

Grytefjeld, som løfter sig over Fosli, er et godt udsigtspunkt. Den side, man ser fra vest, er en læside; skiferen og graniten danner her øverst en utilgængelig væg. Den bortvendte side, østsiden derimod, er jævnskraanende og tydelig paavirket af is, altsaa en stødside. Fjeldets øvre flade er is-skuret og overstrøet med granitblokke, af hvilke dog kun faa



Spalte, langs hvilken der synes at gaa en postglacial forskydning.
Grytefjeldets ryg.

maaler saa meget som $1\frac{1}{2}$ m. i tvermaal. Paa den østlige del af fjeldets overside gaar der i n.-s.-retningen nogle spalter. Vort billede viser en af dem; paa kløftens vestlige side er den isskurede overflade 1 m. lavere end paa den anden. Langs en stor del af den opragende væg er der saaledes som paa det afbildede sted, en gravformig forsækning, der kan være saa omtrentlig 1 m. bred og 1 m. dyb.



Skitsætergjelet seet fra Grytefjeld.

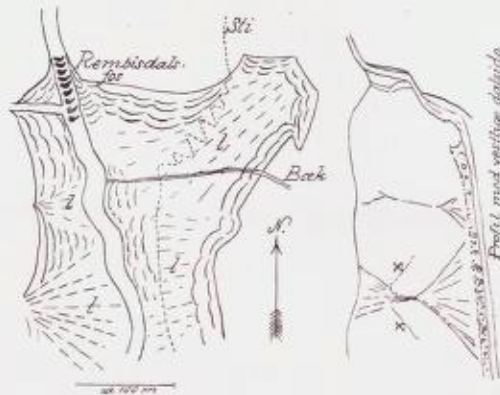
Fra Grytefjeldets top ser man udover fjeldmarken med sine aabne dale og tilrundede fjeldformer; en paafaldende dannelse deri er Skitsætergjelet, der strækker sig sydover og paa kartskissen s. 197 er antydet ved en liden punkteret linje i syd for Høl. Der maa her være en særegenhed, som gjør, at der i graniten har kunnet opstaa en saadan dal. Da den postglaciale erosion ellers i egnen er saa liden, maa man vel

antage, at daldannelsen har begyndt allerede i interglacial tid. Den særegne aarsag maa ogsaa her være tilstedeværelsen af sprækker. Disse har løst fjeldet efter en bestemt linje, og man ser ogsaa, at der paa den anden (nordøstlige) side af elven, hvori Skitsætergjelet munder ud, er en kløftformet forsænkning, der danner en fortsættelse deraf.

Simadalen.

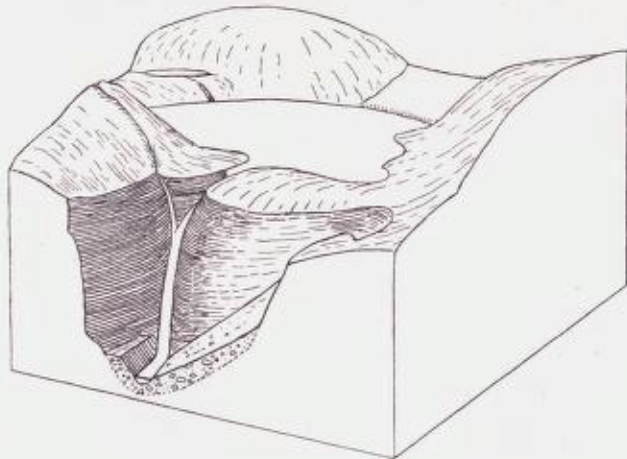
Simadalen frembyder lignende fænomener som Maabødalen. Dalbunden er indtil der, hvor Skykjedalselven forener sig med hovedelven, ganske lav og flad og bedækket af elvegrus, saa fast fjeld ikke stikker frem. Man har ogsaa her en gaard ved navn Tveit; den ligger paa en terrasse omtrent 107 m. o. h. Spor af en marin grænse 5 m. høiere sees, og man har altsaa her nogenledes samme tal som i Eidfjord for hvor dybt landet har ligget. Dalsiderne fremviser betydelige gruskegler liggende nedenfor store gjel. I forbigaaende bemærket, saa maa man ikke tage de almindelige gruskegler i vore dale for blot ophobninger af sten, løsnede ud af det faste fjeld ovenfor; var de simpelthen ure, kunde de ikke være saa bevoksede, som de er. Som regel er de nedtumlede blokke blevne blandede med morænegrus ligefra den tid, keglerne begyndte at dannes efter isens bortsmeltning, og en videre blanding har fundet sted under paavirkning af flombække og sne-skred nedgjennem gjelene. Nær munden af Simadalen sees resterne af en tværmoræne; en anden morænerest ligger længer ude paa sydsiden af fjorden. Skykjefossen hænger fra den palæiske høifjeldsvidde omtrent 220 m. lodret ned i et betydeligt gjel. Paafaldende er det, at fossen har sin plads paa gjelets side, medens en anden dybere indbugtning af gjelet kun har en ubetydelig strøm. Fra sammenløbet med Skykjedalselven stiger hoveddalens bund omtrent 10°. Man har først fast fjeld, hvori elven har gravet sig ned et leie et par meter dybt, saa har man i dalbunden grus indtil Rembisdalsfossens fod. Et profil langs efter dalen her ser ud omtrent som paa

nedenstaaende figur fremstillet. Elven har skaaret sig 10—15 m. gennem bundmoræne, en gruskegle sees paa dalsiden; gjelet ovenfor var delvis skjult i regntaae ved mit besøg. Professor W. M. Davis, som ledsagede mig paa excursionsen her ind i Simadalen, henlede min opmærksomhed paa de



Kartskisse af Rembisdalsfossen omgivelser.

ved x x antydede afsatser i fjeldsiden, der maaske kunde tydes som rester af „klippekegler“ („rock fans“), en erosionsform under daldannelsen, som vi dog ikke skal gaa nøiere



Skematisk tegning af Rembisdalsvand og den dal som Rembisdalsfossen styrter ned i.

ind paa her; men som man vistnok bør have opmærksomheden henvendt paa.

Den dalbotten, hvori Rembisdalsfossen styrter ned, har jeg forsøgt at fremstille foruden ved kartskissen ogsaa ved en skematisk tegning. Bergarten paa stedet er middelskornig granit. Den er ofte folieret og omslutter gneisagtige indleiringer, som dels er lyse, dels smaa-kornige mørke glimmerrige. Foliation og indleiringer stryger n—s og staar steilt. Paa tegningen ser man oventil Rembisdalsvandet. Ned til dette gaar der i baggrunden en fra Hardangerjøkelen udgrenende isbræ, Rembisdalsskaakje, der høiere oppe afspærrer „den norske Märjelensjö“, Dæmmevandet. Dettets udløb er som bekjendt reguleret ved en tunnel, et meget kostbart arbeide i forhold til den skade, som det skal afhjælpe. Afstanden mellem vandet og det punkt, hvor fossen styrter lodret ned, er omtrent 300 m. Paa den første halvdel af denne strækning sees ingen eller næsten ingen erosion af elven. Saa skyder den fart og gaar brat nedover i en kløft, indtil den danner det lodrette fald. Fjeldet heroppe ovenfor fossen er isskuret i retning fra n. mod s. Dannelsen af en kløft ovenfor et lodret fald, saaledes som vi nu flere gange har hørt om, er en meget ligetil sag, som jeg dog ikke har seet nøiere behandlet. Tænker man sig, at en elv rinder over en omtrent horizontal flade og saa møder en lodret nedgaaende væg, maa vandet, der pludselig til den ene side kun begrænses af fri luft, faa sin strømningshastighed og dermed ogsaa sin eroderende evne forøget. Rembisdalsfossen ligger i et kløftformet leie, der maaske er omtrent 10 m. dybt (vandret maalt). Den har en øvre lodret del, og en nedre del, der ikke er fuldt saa steil; disse to dele er ikke adskilte paa den skematiske tegning. En liden sidefos forener sig med den store fos i dens øvre del, en anden ganske liden bæk hænger ned over botnens østside (ikke med paa den skematiske tegning). Naar man kommer nedefra, ser det ud, som om botnens sider er utilgængelige; først ved nøiere eftersyn opdages det, at man paa et

enkelt punkt kan komme op over en herværende ur (øverst oppe delvis over fast fjeld), saaledes som antydet ved zikzaklinjen paa kartskissen.

Rjukanfos i Telemarken.

Fra Tinsjøen udgaar den bekendte Vestfjorddal. Udløbet af Tinsjøen maa paa en eller anden maade være forhøiet; thi dalen er i sin nedre del vandfyldt, dannende „Vestfjorden“.



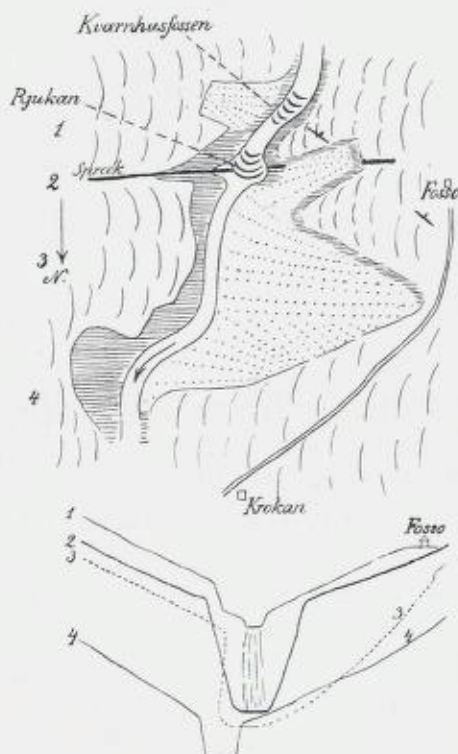
Rjukanfos i Telemarken.

Tilsvarende, dog mindre dybt indskaarne, bugter udgaar til dalene ved sjøens nordende. Vestfjorddalen har et u-formet tværsnit; i den indre del af den skjærer sig ned i dens bund en kløft, hvori Rjukan bruser. Elven rinder paa dette sted fra syd mod nord. Ovenfor Rjukan fortsætter fremdeles kløften, og her er en mindre fos, Kværnhussossen.

Den meddelte kartskisse er ganske omtrentlig. Afstanden fra Krokan til Fosso kan være en kilometer eller saa. Omtrent i halve høide af Kværnhussossen er indhugget i fjeldet et tal, der angiver høiden over havet, 675 meter. Bergarterne i Rjukans omgivelser har udseende som tæt kvartsit, tildels forekommer ogsaa bergart med tydelig sandsten-struktur og

konglomerat. (Reusch. Geologiske iagttagelser fra Telemarken osv. Chr. Vid.-Selsk. Forhandl. 1896. No. 2, s. 8).

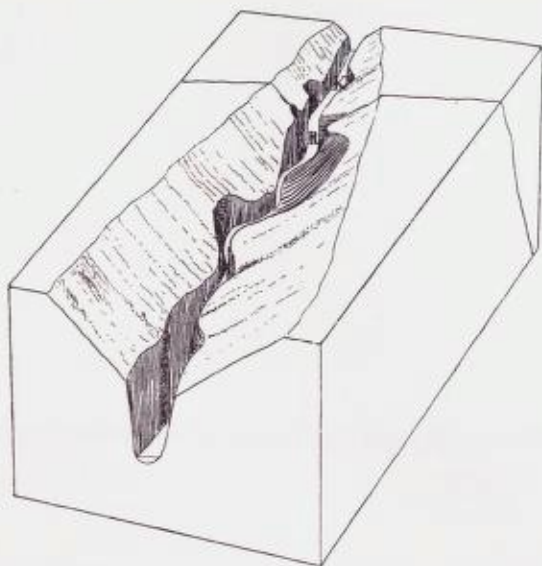
Siderne af dalen, hvori Rjukankløften gaar ned, skraaner ikke mer end omtrent 30° . Kløften i syd for (ovenfor) Rjukan er 20—30 m. dyb eller saa. Elveleiets bund skraaner her gjennemsnitlig omtrent 20° , og der fremkommer derved en fos, der nævnte Kværnhusfos. Saa falder vandet med frit



Kartskisse af Rjukanfossens omgivelser. Lodrette og næsten lodrette klippevægge er vandret skræfede. Skrænter, bedækkede af udrasede masser, er prikkede.

Tversnit.

fald 106 m. ned dannende Rjukanfossen. Kløften, som elven dernæst fortsætter i, har omkring 200 m. høie sider. Denne betydelige dybde skyldes ikke alene den omstændighed, at elveleiet ligger dybere; men ogsaa at vidden af kløften har tiltaget, hvorved følgelig kløftens øvre rand kommer at ligge betydelig



Skematisk fremstilling af kløften med Rjukanfossen (*R*) og Kværnhufossen (*K*).

høiere end før. Det er fornemlig paa den vestlige side, at der er to vældige udsnit, hvor store masser fjeld har raset ud (prikket paa kartskissen). Den lille tegning nedenfor viser den øvre del af væggene i Rjukankløften, seet fra veien mellem Krokan og Fosso. Som man ser, er fjeldet gjennemsat af flere spalter. En af disse maa betegnes som en hovedsprække.



En del af væggen i Rjukanfossens (*R*) rende.

Man ser den ved *S* paa tegningen og finder den ogsaa anmerket paa de skematiske figurer. Idet elven har udgravet kløften, og dennes begyndelse har rykket længere og længere sydover, har elven truffet hovedspalten, og fossen har

opstaaet der. Fossen rykker naturligvis fremdeles tilbage og har, som det synes, netop passeret spalten. En gang i fremtiden vil Rjukanfossen gaa sammen med Kværnhusfossen og ikke længer have et frit fald som nu.

Spalten er næsten lodretstaaende og falder i nordlig retning. Dens nedre del kan man formedelst vandstøvet kun skimte ved selve fossen. I virkeligheden er den ikke mere end 1 eller 2 cm. bred; men den synes bredere, da stykker er faldt ud langs den. Ved gaarden Fosso er sprækken skjult under morænegrus; men vandrør man langs efter dens linje og er kommet forbi gaarden, træffer man i lien en liden urfyldt forsækning, der angiver dens forløb. Paa nordsiden begrænses denne forsækning tildels af fast klippe, der mod uren vender lodrette indtil et par mandshøider opragende vægge. Jeg fulgte sprækken indtil en høide af omtrent 100 m. over gaarden.

Som man af denne beskrivelse ser, er Rjukanfossen af en anden karakter end Vøringfossen, den af det høie lands fosser som kappes med den i vælde. Rjukanfossen forekommer ikke paa noget udpræget grænsepunkt mellem en høifjeldsdal og en nyere botten, men falder ud over en afsats i et snævert nygravet leie paa bunden af en forholdsvis vid dal. Dette nye leie er rimeligvis yngre end det sidste store afsnit af istiden.