

Norges geologiske undersøgelse. No. 32.

Aarbog for 1900

Udgivet af

dr. Hans Reusch,
undersøgelsens bestyrer.

Indhold: afhandlinger af dr. Hans Reusch. (English Summary).



Kristiania.

I kommission hos H. Aschehoug & co.

1901.

Indhold.

	Side
Nogle optegnelser fra Værdalen.	
1. Det store Værdalskred	1
2. Gamle udgledne masser	7
3. Mælerne ved Reppe	10
4. Udgravninger af elven ovenfor Hærfossen	13
Tillæg: Skjælrester	29
Jordfaldet ved Mørset i Stjørdalen	33
Høifjeldet mellem Vangsmjøsen og Tisleia (Valdres)	
Indledning	44
Grundfjeldet	48
Lerskiferafdelingen	48
Skiferbrud	51
Sandstenafdelingen	59
Granitafdelingen	62
Istidsgruset, skuringsstriber	72
Kart	86
Listerlandet	89
En notis om istidsgruset ved Lysefjordens munding	95
En forekomst af kaolin og ildfast ler ved Dydland nær Flekkefjord	99
Skjærgaarden ved Bergen	104
Kart	106
Oplysninger til Blakstads jordbundskart over Trondhjems omegn	113
Nogle bidrag til forstaaelsen af hvorledes Norges dale og fjelde er blevne til.	
Indledning	124
1. Sogn og nogle tilgrænsende strøg	136
Fjordens ydre del	136
Smaa sidedale delvis bortskurede af is	137
Nærdalen og Voss	143
Lysterfjorden og Hafslo	146
Fortundalen og Turtegrødalen	152
Lærdal og Hemsedal	161
2. Søndfjord, Nordfjord og Søndmøre	176

	Side
3. Hardanger	189
Bremmer af lavt klippeland langs fjordsiderne.	189
Gravensfjordens og Sørfjordens sider.	191
Eidfjord	196
Simadalen	211
4. Rjukanfos i Telemarken	214

English Summary.

Some notes regarding Værdal	218
The landslip at Merset	226
The Mountain Region between the Lakes of Vangsmjøen and Tisleia	229
Listerlandet	234
The glacial deposits at the Lysefjord	234
A deposit of kaolin and fireproof clay	235
The islands in the neighbourhood of Bergen	236
Text to the Mr. Blakstads agricultural map of the Trondhjem region	238
Some Contributions towards an understanding of the Manner in which the Valleys and Mountains of Norway were formed.	239



Nogle optegnelser fra Værdalen.

Af Hans Reusch.

1. Det store Værdalsskred.

Omtrent kl. 12^{1/2} om natten mellem den 18de og 19de mai 1893 indtraf det store skred i Værdalen, som gjorde, at landets opmærksomhed i flere uger var rettet paa denne dal. Nedenstaaende lille kartskisse viser konturerne af skredets hulning, (der hvor navnet „Follobækken“ staar) og de efter dalbunden udflydte lermasser. Ler er ladt uden betegnelse; det fint prikkede



Kart over den nedre del af Værdalen. 1: 100000.

er sand. Med grovere prikning er fremhævet det sandlag, som danner fladen ved Uglen og er leiret ovenpaa leret i skredet.



Skredet i Værdalen 1893.

gaardene, Follo, Krog og Trygstad ikke kunde faa grøfter at staa, da man 70 cm. til 1 m. nedi jorden traf saa blødt ler, at alle

Sandets nedre grænseflade hælder her i vestlig retning. Med uregelmæssig stillede smaa linjer er betegnet masser, der formodes at være ophobede ved udglidning engang i fortiden.

Hosstaaende tegning viser skredet seet i fugleperspektiv noget skematiseret.

Afleiringerne af de løse masser naar i Værdalen op til omtrent 110 m. o. h. I det udgledne stykke bestod de af marine lerlag, der i skredets vestlige del var overdækkede af sand. Den yngste dannelse var torv.

Paa flere af de udgledne gaarde var forekomsten af meget blødt ler kjendt allerede før udglidningen. Saaledes berettes det mig, at man flere steder paa begge nedre Jermstad-

gravninger straks gled sammen. Typisk kvikler stødte man ogsaa paa ved gravning for kjeldereren, da der skulde bygges ny hovedbygning paa Jermstadjordet.

Omtrent midt i skredet sees opragende et lidet øformet urokket parti med en del af leiet for den lille Follobæk. Denne havde i gammel tid gravet sig en liden dal, der hvor nu skredmundingen er.

Angaaende skredets forløb har man de fuldstændigste oplysninger i „Brøgger og Münster. Indberetning om skredet i Værdalen. Med tegninger af M. Bugge. Naturen 1893 s. 184—207“ og i „Sætren“, [Tekst til] Kart over skredet i Værdalen. Teknisk ugeblad. Supplerende oplysninger om skredet og omgivelser af Arntz, Bjørlykke, Helland, Reusch, Schmidt-Nielsen findes citerede i Geol. unders. aarbog for 1894—95. Kr. 1896 s. 139.



En del af skredhulningens vestlige side. Efter fotografi af E. Olsen.

De nyeste oplysninger om skredet indeholdes i Friis: Terrænundersøgelser og jordboringer i Stjørdalen, Værdalen og Guldalen samt i Trondhjem i 1894, 95 og 96. N. g. u. No. 27. Kr. 1898, som er benyttet til det ovenfor meddelte lille kort.

Aftenen forud havde folk, der fiskede i elven, fundet den

usædvanlig uklar. Brøgger og Münster tænker sig, at udglidning da havde begyndt ved den nedre del af Follobækken. Sætren oplyser imidlertid, at der om eftermiddagen var skeet et ras ved Røppe, som ligger 3 km. ovenfor skredet, og at uklarheden i elven rimeligvis skrev sig derfra. Ved midnatstid viste heste, der passerede det senere udgledne stykke, en ganske paafaldende uro. De maa med sine fine sanser have sporet bevægelser i grunden, som har undgaaet folks opmærksomhed. Hovedmassen af skredet gled ud kort efter midnatstid med bulder og larm, idet samtidig en røg reiste sig. Udglidningen varede omtrent $\frac{1}{2}$ time efter øienvidners beretning, og

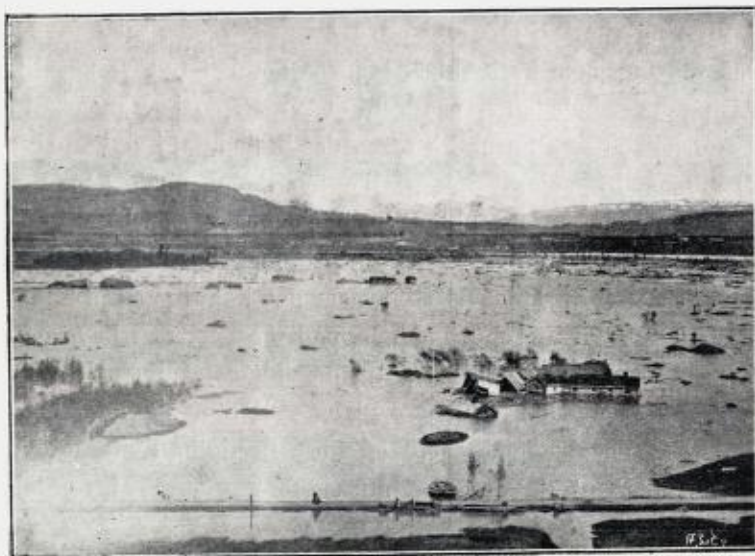


Udflydt lermasse. Beskueren ser mod skredets munding. Efter et maleri af Vexelsen tilhørende Trondhjems kunstforening.

efter den tid en af de reddede tog for at løbe et givet veistykke. Bevægelsen skede ikke jævnt og uafbrudt; men stykke for stykke kom paaglid længer og længer ind fra munden. Sætren omtaler tre ras, hvoraf det sidste var det mest omfattende. I skredets bund blev liggende igjen adskillige partier af mark med paasiddende træer, efterat det underliggende ler var flydt væk.

Lergroden flød mod vest oversvømmende den brede dalbund og ødelæggende gaardene der. Det tog 3 kvarter maaske 1

time efter den første store udglidning, før lerflommen naaede saa langt som til gaarden Hægstad. Flere beboere af gaarden Follo, der stod paa det udgledne stykke, blev reddede fra hus-tage efterat have seilet paa lerflommen omtrent 6 km. Leret dæmmede elven op, saa den blev tør nedenfor, og der ovenfor dannedes en indsø, i hvilken adskillige gaarde blev oversvømmede. Begyndelsen af denne sø sees nederst til høire i forgrunden paa tegningen side 4. Først den 20de om mid-dagen begyndte elven at flyde over de udskredne masser.



Den opdæmmede elv ovenfor skredet. Efter fotografi af E. Olsen.

Den nat skredet gik omkom 111 mennesker, og mange af de gjenlevende mistede alt. Skadens værdi antages at udgjøre $\frac{2}{3}$ million kr. Sætren anslaaer volumet af den udskredne masse til ca. 55 m.³ og det deraf overdækkede areal til 8,5 km.²; den opdæmmede sø var 3,2 km. i flademaal.

Friis's borerer viser, at der i den nuværende skredbund øverst er en del fast ler, men at der dybere er blødt ler. Skredbunden ligger imidlertid saa lavt, at de bløde masser ikke har nok fald mod elven, til at der kan være frygt for, at de skal

skride ud paanyt. Paa Uglenplataaet findes under sandet blød, tildels ganske suppeagtig lér. Ved den nordvestlige krog af skredet begynder dette halvflydende ler endog lige under myren; der er nemlig her ingen sand ovenpaa leret. Om end grunden der maa siges at være meget utryg, er der dog alligevel ikke nogen overhængende fare for større udglidninger. Der er nemlig ingen bæk. Havde der været en saadan, vilde den have truet med at „skjære hul paa bylden“, kunde, idet den grov ud sit leie, foranledigede en begyndende udflyden af blødt ler, som kunde trække mere efter sig.

Boringerne i Stjør- og Værdalen har vist, at det ikke er bestemte lag, som er kvikler; men at der i lermasserne, hvis lagning i det hele ligger vandret, er visse partier, maaske af linseformig eller ellipsoidisk form, der bestaar af kvikler. Hvad det er som gjør at visse lerpartier har denne bløde consistens er ikke kjendt. Alslags blødt ler benævnes ofte kvikler; i mere indskrænket betydning menes dermed ler, som har den egen-skab, at det er forholdsvis stivt, naar det ligger paa oprindeligt leiested, men bliver tyndtflydende, naar det sættes i bevægelse. Skjærer man f. eks. forsigtig til en liden terning af kvikler og lægger den i den flade haand og ryster denne lidt, bliver terningen tilsyneladende mere og mere fugtig og flyder udover.

Grunden til skredet var altsaa forekomsten af særdeles blødt ler.

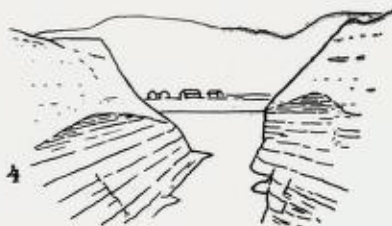
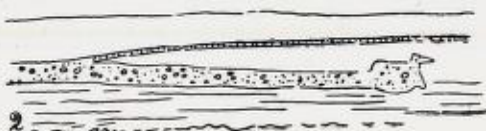
Den nærmeste aarsag var imidlertid en bæk nemlig Follo-bækken. Trediva aar før 1893 havde der fundet sted et jord-skred ved denne bæk paa gaarden Krog, og de udgledne mas-ser var saa betydelige, at Værdalselven blev opdæmmet i $\frac{3}{4}$ time. Bredderne af Follodalen ved gaarden Krog var efter dette jordfald paa sine steder høie og steile, og langs bækken var der tildels saa blødt, at hverken folk eller fæ kunne komme frem. Kort før skredet i 1893 foranledigede bækkenes udgrav-ning, at der nu og da faldt mindre partier ud af siderne. Dette kunde maaske, om man havde havt øinene aabne for terrænets farlige bygning, have gjort folk forsigtige.

De udførte jordboringer, der er beskrevne i Friis's arbeide har sikkerlig værd for de undersøgte steder; men som en undersøgelse af det hele lerterræn i Værdalen, Størdalen og Guldalen med hensyn til fare for skred er de ikke ment at skulde gjælde. Dertil vilde kræves meget mere omfattende undersøgelser. De udførte arbeider har bekræftet, hvad man vidste paa forhaand, at grundlaget for saadanne arbeider maa være et geologisk studium og kartlægning af de løse affeiringer, saaledes som de viser sig i overfladen, og som de kan udforskes med et mindre haandbor. Disse studier maa siden suppleres med et mindre antal dybe boringer. Disse behøver foresten ikke for det praktiske behov være saa særdeles dybe, 30 m. er vistnok tilstrækkeligt i de allerfleste tilfælde.

2. Gamle udgledne masser.

Den svenske forsker Hamberg, der besøgte Værdalsskredet kort efter katastrofen beskriver profilet i skredet saaledes (Geol. fören. förhandl. i Stockh. 15.8 115—18.) Underst laget ler, derover omtrent $9\frac{1}{2}$ m. sand og grus, saa følger 5 cm. torv med birk, or, alm, hassel m. m. og øverst 3,4 m. ulaget ler med *mytilus edulis*, *modiola modiolus* m. m. Forf. er tilbøielig til den antagelse, at det øverste ler (68 m. o. h.) er afsat ved en sænkning af landet under havet (svarende til littorina-sænkningen i Sverige). Stedet for Hambergs profil har ikke siden kunnet gjenfindes; antagelig har det været paa vestsiden og er udraset ved senere nedfald. Der er imidlertid ingen sandsynlighed for, at den af ham givne tydning er den rette. Rimeligvis har han havt for sig et ganske lokalt fænomen, thi ellers maatte jo hans lagfølge være at se ogsaa for senere iagttagere af skredets vægge, og man maatte sikkerlig ogsaa have fundet spor til de paastaede nivaaførandringer andetsteds i det trondhjemske. Rimeligheden er for, at Hambergs øverstliggende ulagede ler med knuste skjæl og kanske ogsaa torvlaget er udskredne masser fra et lokalt skred i ældre tider. Man finder spor til saadanne flere steder, ja grunden til selve Værdalsskredets eiendommelige form som et vidt bas-

sin med en snæver munding maa søges deri, at terrænet til siderne af munden bestaar af materiale, som allerede en gang i fortiden har skredet ud. Lagene er komne til ro i stillinger, som ikke er den oprindelige. Dette forhold var især paafaldende ved Eklo. Hvad der engang har gledet og har



Uregelmæssigheder i lagningen af grus og ler, Værdalen.
En nøiere beskrivelse findes i teksten.

opnaaet en ny ligevegt har siden liden tilbøielighed til igjen at komme paa glid.

Det er ganske rimeligt, at der har fundet en hel del udglidninger sted i Værdalens løse masser gjennem tidernes løb.

Landet har ligget over 180 m. lavere end nu, og den forudms fjord har været fyldt til denne høide langs sine bredder og rimeligvis til henimod den høide i sin midtre del. Tager vi f. eks. elven for os der, hvor den rinder forbi skredet, saa er der al rimelighed for, at den her har gravet sig omtrent 150 meter ned igjennem ler og sand, en proces, som i dette ustø terræn sikkerlig har været ledsaget af mange omvekslinger ogsaa før den sidste katastrofe indtraf. Det mangler heller ikke paa, at man i Værdalens løsmasser kan fremfinde aabne snit, som vidner om forskellige slags omlagringer, der har ledsaget elvens gravning. Jeg har aftegnet nogle.

Den første tegning viser en omtrent 10 m. høi lervæg fremkommet ved gravning af Styggedalsbækken ved Reppe kort i øst for det store fald. Umiddelbart over ler med vandret lagning hviler ler med skraalagning, og den sandsynligste, om end ikke utvilsomme, tydning er, at dette øverste ler er en udskreden masse.

Tegning 2 viser et omtrent 100 meter langt stykke af syd-væggen i Hauganfaldet. Over tydelig laget ler ligger ulaget med uregelmæssige striber af sand og grus.

Tegning 3 er fra Storelvens nye gravning ovenfor Hærfossen. Det afbildede snit, som er 2 m. høit viste underst vandret ler, derover ler med forstyrret lagning og ovenpaa det elvegrus.

Fjerde tegning er fra de nedenfor omtalte omtrent 8 m. høie vægge i Heggernes kanal ved Reppe. Underst ligger der mørkt blaaler. Det er udpræget laget ved, at det indeholder smale indtil 1 cm. tykke lag af fint lerblandet sand, i egnen kaldet „mo“. Dette sand veksler med rent ler i lag, som kan være fra omtrent $\frac{1}{2}$ cm. til omtrent 10 cm. tykke. Et sted saaes et omtrent 3 cm. tykt sandlag, der indeholdt skjæl og kunde forfølges 20—30 m. i lervæggen. Oversiden af leret er bøl-gende; fra siden indtil omtrent 10 cm. ned har sandlagene og tildels ogsaa leret antaget rustfarve. Ovenpaa leret ligger elvegrus.

3. Mølerne ved Reppe.

Omtrent 2 km. i øst for det store fald ligger gaarden Reppe. Elven gjør her en S-formig bøining. Den østligste sving rinder imod dalens sydside til en sandmæle, ovenover hvilken gaarden Kvello ligger. (Reppe sees til høire paa kartet s. 1. Kvello er beliggende paa sydsiden af elven i syd for Stubskind.) Den følgende sving har med strid strøm gravet en omtrent 30 m. høi mæle i ler kort i syd for gaarden Reppes huse. Man har frygtet for, at elven skulde fortsætte sit gra-



Elvebrud ved Reppe.



Erosionsform i sand.

Dette lag sees med en mægtighed af 3 meter og har en vand-

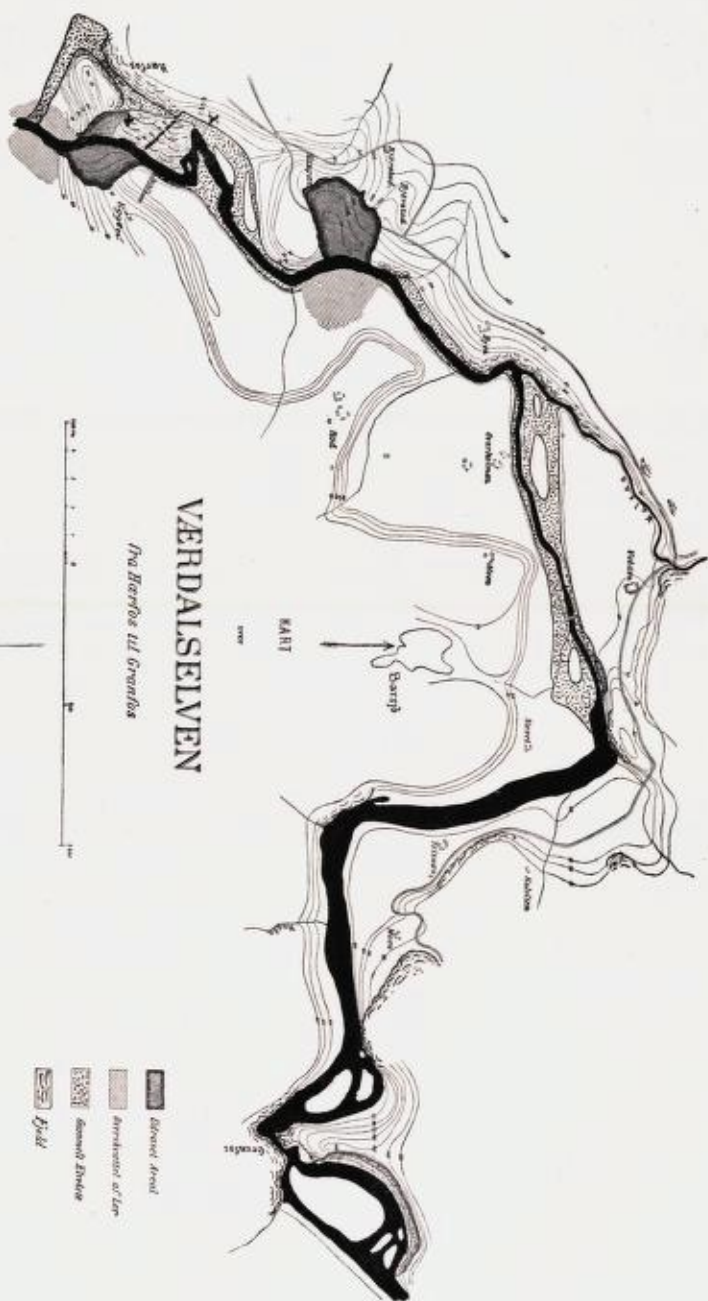
vende arbeide til ødelæggelse for gaardens marker, og har derfor gennemgravet med en kanal den lave halvø i syd for gaarden, der hvor pladsen Storøen laa, Heggernes kanal. Seet fra sø ser elvebruddet ud som afbildet: Længst tilvenstre ligger der med skraastillet grænseflade ler ovenpaa sand. En paafaldende erosionsform her var et omtrent 12 m. høit „spir“ af sammenkittet sand. I den store skrænt midt paa billedet er der under leret blottet et lag af sand med rulle-

stene, som er indtil nævestore.

ret grænseflade mod det overliggende ler. Det er betegnet som „Grus“ paa figuren. Ved x er der et „flaug“, det vil sige der er i skrænten et tragtformet indsnit, hvor udrasning af lervæggen fortrinsvis finder sted. Vand skal her pible frem etsteds omtrent halvveis ned; men selve punktet er utilgjen-



Elvemælerne ved Reppe i Værdalen. Udsigt fra „flaugets“ øverste rand. geligt. I solskin bliver lerets overflade hvidt af salt. (?) Nedfald af ler skal fortrinsvis finde sted i perioder med tørt veir. Den lille bæk, hvis dal sees tilhøre ved Reppes huse, Styggedalsbækken, graver raskt og viser tildels nøgne lerskrænter. Nederst i bakken (aller længst tilhøre paa figuren) er blottet sand. Terrænets stabilitet her ved Reppe undersøgtes af hr. Friis ved boring og blev fundet at være tilfredsstillende. Om elvens gravning ved Reppe berettede en gammel mand, at elvesvingen havde flyttet sig omtrent 200 m. nordover i de sidste 50 aar, idet den først ødelagde fladland langs bakkefoden og saa, da den var kommet ind til denne, foranledigede

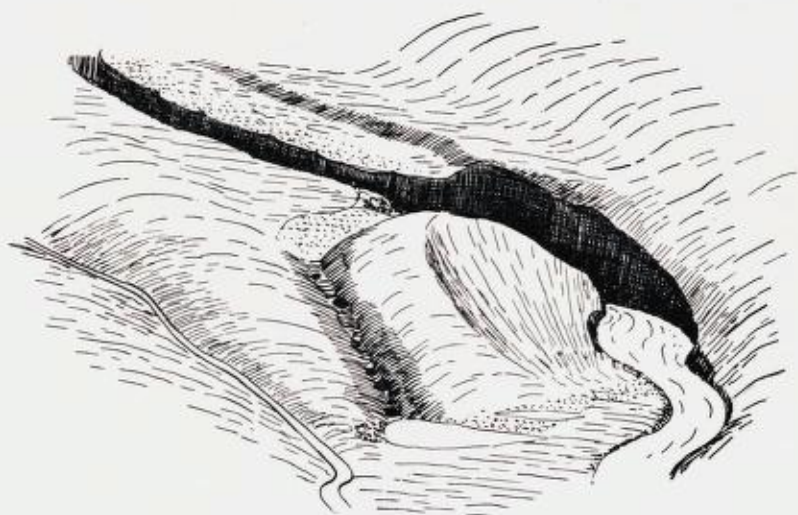


større nedstyrtninger og flaugets dannelse. Nedstyrtningerne fandt i begyndelsen især sted ved Styggedalsbækken, hvor steile lørskrænter har dannet sig. Vandet fra en grøft som førte derned har foranlediget dannelsen af en sidekløft.

Elvens omtrentlige løb ved Kvelstad i 1710 var fremstillet paa et „Geom. Afrits over Øfskinselven. Optaget 3 oktober 1710 ved Niels Dorph G—. Copieret 1883“, som jeg forefandt paa en gaard i Værdalen. Elvens nordside ligeoverfor Kvelstad er paa dette kort angivet som tilhørende Efskin.

4. *Udgravninger af elven ovenfor Hærfossen.*

Samme aar, som det store jordfald fandt sted, indtraf en ny katastrofe i Værdalen, idet Værdalselven om eftermiddagen den 12te september 1893 tog et nyt leie ved Hærfossen. Dette er beskrevet i flere avisartikler, saaledes af nærværende forfatter i Morgenbladet for 12te august 1894, hvor ogsaa et par skematiske tegninger meddeltes til forklaring. Helland har udgivet et udførligere arbeide „Hærfossen i Værdalselven“ i „Norsk teknisk Tidsskrift. 1894“ 19 s. 2 pl., hvortil henvises. Hosstaaende kartskitse fremstiller Værdalselven ovenfor Hærfossen efter et kart, som ingeniør Helge Steen udarbejdede i sommeren 1894, og som ledsager Hellands arbeide. Maalestokkens længde er 1½ km. Det sorte betyder elveleiet, saaledes som det var dengang, det prikkede elveleiet før katastrofen. Forud for denne gik elven længst i sv. gennem et snævert og steilt klippeleie, hvor den dannede Hærfossen. Foden af denne laa 45 m. o. h., toppen 29 m. høiere, altsaa 74 m o. h. Ovenfor flød elven bred og rolig. Fulgte man den indtil Granfos, var man ved foden af denne ikke kommet mere end 6 m. op, 80 m. o. h. Elvens arbeide har i tidernes løb ovenfor Hærfossen frembragt store lavtliggende flader saaledes ved Overholmen og Volden. I syd for disse flader udbreder sig et høireliggende terræn, hvorpaa gaardene Moen og Rød ligger, omkring 90 m. o. h. Granfossen som er vel 9 m. høi gaar i et klippeleie; ovenfor den er atter dalbunden flad.



Strøget ved Hærfossen før og efter den 12te september 1893.
Skematiseret.

Hosstaaende to tegninger tjener til at forklare de forandringer, som er foregaaede ved Hærfossen.

Den øverste tegning fører os tilbage til tiden forud for katastrofen. Man ser elven komme rindende med fladt fald. Ved 1 træffer den fast fjeld og gaar nu dannende Hærfossen ned til fladen i forgrunden. Her gjør elven en bøining. Ved 2 graver den i lerbakken. Aarligaars er der paa dette sted gledet jord ned, men det har gaaet langsomt. Som man ser, er det kun en liden dæmning, som adskiller elvens bøining oventil (ved 3) fra lerbakken. Imidlertid er man blevet opmærksom paa, at der kan indtræffe noget galt. Kanalvæsenet vil opføre en forstøtningsmur for at styrke den lille jorddryg ved 3 og fordrer, at kommunen skal overtage garantien for vedligeholdelsen; men dette har kommunen ikke videre lyst



Hærfossens forladte leie. Fotograferet af E. Olsen.

paa, og foreslaar, at arbeidet skal udføres paa en lidt anden maade, end af kanalvæsenet planlagt. Imidlertid gaar tiden. Saa indtræffer der noget ud i september 1893 en usædvanlig høi flom. En liden vandaare, der i begyndelsen ser ganske uskyldig og fredelig ud, kommer den 12te rislende over ved 3.

Den fordyber sit leie, saa mere vand kommer til, og antagelig i løbet af en times tid har der opstaaet en flomfyldt lerfarvet elv, der med dundrende larm fosser frem gjennem et dybt leie, som den har gravet sig. Dette er fremstillet paa den anden tegning. Fossens gamle kløft ved 1 er nu blevet tør, saa man kan gaa ned i den og betragte de mange jettegryder som vandet i tidernes løb har gravet ud.



Jettegryden i Hærfossens forladte leie.



Elvens nye gjennebrud ved Hærfossen.

Gaar man nu til det punkt, der paa kartet er betegnet med et lidet kors nedentil paa venstre side, og vender sig mod syd, altsaa nedover dalen, ser gjennembrudsstedet ud som paa omstaaende tegning. Til begge sider staar vældige snit, som elven har gravet i lermasserne. Med en punktlinje er betegnet den høide, hvortil den afspærrende lermasse omtrentlig naaede op før katastrofen. Det samme strøg, men seet fra et lidt fjernere standpunkt, er fremstillet paa de følgende billeder, der er udførte efter fotografier.

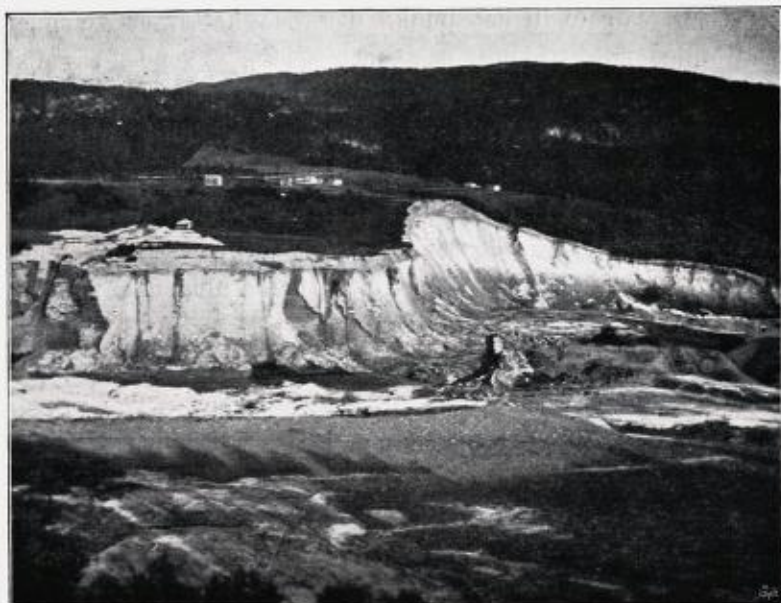
Den med E. betegnede gaard (tegningen paa foregaaende side) heder Eggen. Gaar vi bort i nærheden af den og ser tilbage med vort forrige standpunkt, faar vi billedet side 20 hvor de horizontalt sjatterede partier betegner lervægge.

Omlægningen af elvens leie ved Hærfossen har havt vidtrækkende følger for dalen ovenfor. Forud var klippeleiet i den øverste del af Hærfossen et fast punkt; elven var kommet til ende med sænkningen af sit leie paa strækningen derfra til foden af Granfossen og havde opnaaet et jævnt og langsomt fald. Saa indtraadte katastrofen, og elven begyndte et sterkt gravende arbejde i dalbunden ovenfor, saaledes som nærmere forklaret ved de skematiske tegninger paa side 19. Da jeg i august maaned 1894 var i Værdalen, havde udgravningen naaet til Volden; siden er den kommet frem til foden af Hærfossen. Det nye leie var trangt og stod med nøgne vægge, som der stadig faldt stykker ud af. Senere, naar elvens fald er blevet mindre, vil leiet udvides i bredden, og siderne vil blive mindre steile.

Vi skal nu gaa over til at betragte det nye leie mere i enkelthederne; der er nemlig flere biomstændigheder ved udgravningsarbeidet, som frembyder adskilligt af interesse.

Kort efter, at elven havde brudt sin nye vei, traf den paa fast fjeld, nær det punkt, hvor det lille kors staar paa kartet. Elven kom at gaa i fos nedover her omtrent i den bane, som paa kartet er antydnet ved den punkterede linje.

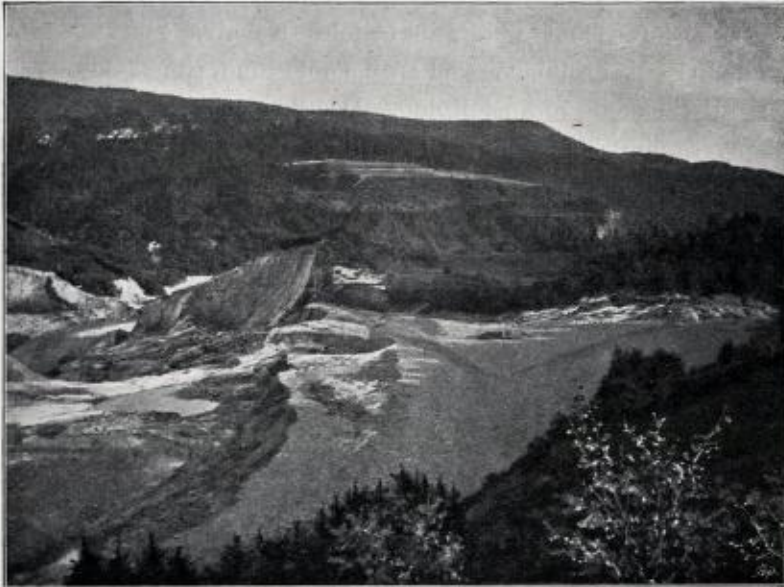
Samme løb er paa tegningen side 20 antydnet med pilen 2 (Pilen 1 viser retningen, hvor vandet løb til Hærfossen



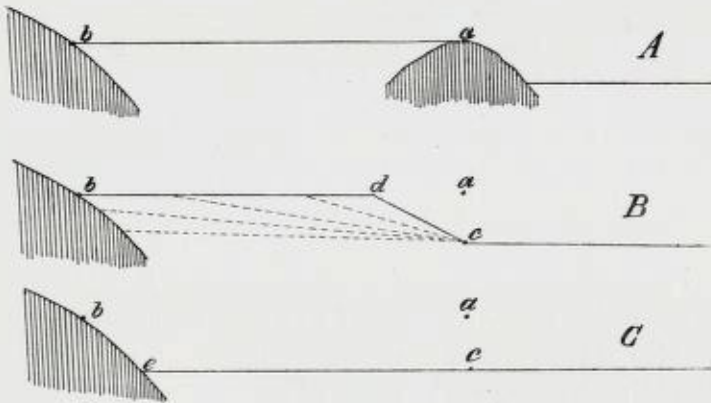
Elvens nye gennembrud ved Hærfossen.



Fortsættelse til venstre af ovenstaaende landskab.



Fortsættelse til højre af landskabet øverst paa foregaaende side.



Skematisk tegninger fra Hærfossen; det stregede er fast fjeld.

- A. Før katastrofen. Ved *b* er Granfossen, ved *a* Hærfossen.
- B. Efter katastrofen. Leiet sænkes fra *a* til *c* ved Hærfossen; derved bliver stykket *d c* meget steilt. Elven gaar i stryg og graver sit leie dybere og dybere i lerlagene. De punkterende linjer angiver leiets profil eftersom gravningen skrider fremad.
- C. Det endelige resultat. Leiets profil har opnaaet samme hældning som før, Granfossen er forøget med stykket *b c*.

før gjennembruddet). Fjeldets hældning var saaledes, at vandet ikke kunde holde sig i dette løb. Kanalvæsenet forsøgte at hjælpe paa forholdene ved en dæmningmur; men dette var en utilstrækkelig foranstaltning. Den 3die mai 1894 tog elven en ny retning, den som er fremstillet paa kartet og som er antydnet ved 3 paa tegningen; kun rester af muren saaes ved mit besøg (ved M paa tegningen).



Udsigt fra gaarden Eggen vestover til det med en punkteret linje paa kartskissen side 12 betegnede elveleie.

1. Vandets løb før september 1893.
2. Vandets løb før mai 1894.
3. Vandets løb i august 1894.

Den vandrette skygning betegner lervægge.

En malerisk graa taarnformig masse stod i 1894 op ved elvens ombeiningsted, hvor den fra at løbe øst vendte sig mod syd. Men taarnet var kun af ler, nemlig et lerparti, der stod paa en klippekant og var isoleret ved gravningsarbeidet. Siden skal det være styrtet sammen. Figurerne viser det gjengivet efter fotografi og tegning.

Den næste tegning er omtrent fra punktet X paa kartet; man staar vendt mod nordost og har gaardene Moen og Rød i baggrunden. Man ser elvens nye leie, hvor den strømmer skummende frem mellem lodrette lervægge; oventil paa siderne udbreder sig det gamle flade og brede leie.



„Taarnet“, et ved elvens gravning isoleret lerparti.



„Taarnet“, et ved elvens gravning isoleret lerparti.



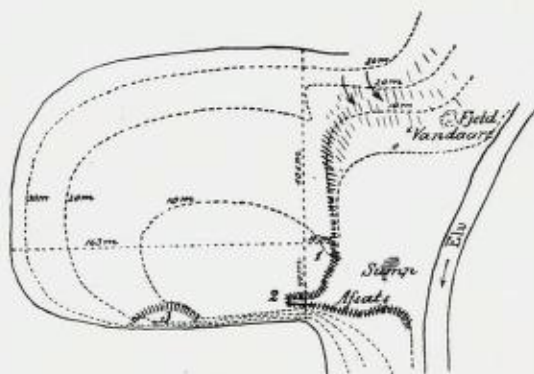
Elvens nye leie gravet ud i det gamle.

Lidt længer mod nordøst aabner Hauganfaldets amfitheater sig for os. Om denne udglidning skriver Helland, (l. c. s. 10). „Lerfaldet gik pludselig, uden at noget tegn paa forhaand røbede, at en saadan katastrofe vilde finde sted, og vandføringen var liden. Dog maa det bemerkes, at man samme dag havde hørt risling af vand nede i jorden ved Haugan, og denne risling havde før skredet fremkaldt ængstelse. Da lerfaldet skede, havde elven gravet sig ned ca. 5 m. Overfladen af markerne skraaner her ved Haugan og øvre Bjørstad nok saa steilt ned mod elven, og da denne havde gravet sig indtil det ovenfor omtalte dyb, saa var ligevægten forstyrret. Der var ved Haugans huse paa det udgledne stykke en dyrket, men ikke godt dræneret myr. Da skredet gik, hørtes smeld, der efterfulgtes af drøn. Lerlagene er faldt ud i vertikale skiver, den ene efter den anden; det saa saa ud, siger et øienvidne, som om de var skaaret over med en hakkelsesmaskine. Skredet fyldte det nedenfor i ler liggende elveleie, ei alene nedover, men ogsaa opover saa langt som ovenfor gaarden Byen eller henimod 1 km. — Det udgledne ler blev imidlertid ikke liggende i elveleiet, og det voldte ingen oversvømmelse i elven ovenfor; thi efter ganske kort tids forløb, nogle faa minutter, tog den hele lersøle veien nedover, flydende i det af elven dannede dybe leie som en lersuppe. I det elveleiet fyldtes, formaaede det imidlertid ikke at optage al den udgledne ler, og en del af denne skvættede over paa den anden side af elveleiet og bedækkede 384 ar af gaarden Røds indmark. — Intet menneskeliv gik tabt ved denne leilighed.

Hosstaaende tegning giver en skisse af lerfaldet seet fra nordøst. 1 er elven; den rinder fra betragteren og har paa venstre side de ved udgravningsarbeidet fremkomne steile ler-vægge. 2 og 3 er ødelagte veie. I det fjerne (ved 4) sees en murrest af et forladt hus. Et træk i skredbundens udseende er, at den har en vel udpræget afsats.



Hauganfaldet seet fra nordøst.

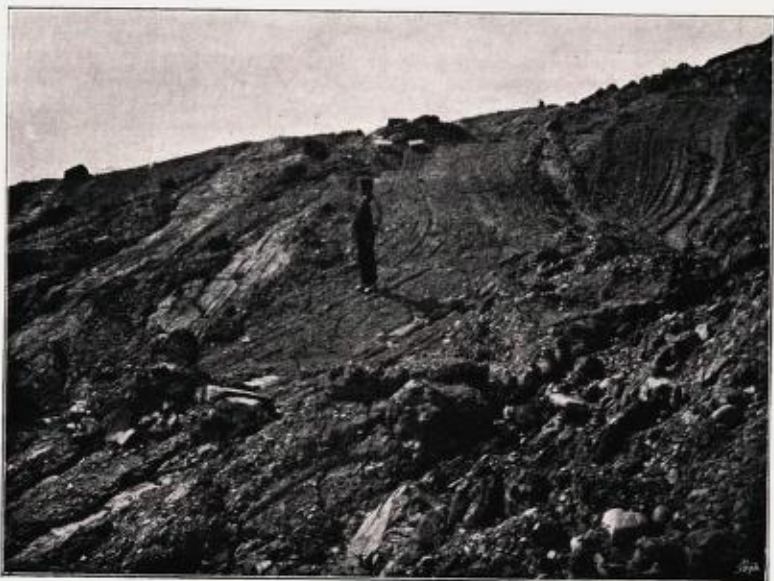


Hauganfaldet.

En kartskisse af faldet er fremstillet paa den næste figur. Nul-linjen ligger omtrent 8 m. over elven. I afsatsen gaar der ind et kløftformet indhak (2) nær faldets sydlige væg. Langs denne er bunden fugtig, et steds er den endog en sump.

Skredets vægge er steile og betaar af blaaler i flade dog ikke overalt ganske vandrette lag. Oventil er der 1 til 2 meter sand og grus og derfra er den side 8 meddelte figur 2. Leters lagdeling er undertiden særdeles vel udhævet ved, at det

indeholder papir- til paltykke lag af fin sand. Ved den omtalte lille kløft i afsatsen var der i leret en del stene og desuden klumper af fin gulagtig sand og af ler haardere end den omgivende. Stenene og disse klumper er mest valnødstore og ligger spredte med omtrent 10 til 20 cm. mellemrum. Sand og lerklumperne har rimeligvis været transporterede til sit nuværende leiested i frosen tilstand. Et par steder foretog jeg boringer paa $1\frac{1}{2}$ m. i skredbunden. Naar man var kommet igjennem en skorpe paa nogle faa cm. var leret ganske blødt, saa boret sank nedi. Ved punkterne 1 og 2 var lerets konsistens



Udglidningsfurer, Hauganfaldet.

som grød, ved 3 som tyk suppe. Disse boringer blev foretagne i urokket ler paa oprindeligt leiested. Ved punkt 3 anbragtes saaledes boret kun 2 meter fra yderkanten af en liden afsats med lodrette sider, der viste tydelig vandret lagning. Den skorpe man vandrer paa i skredbunden, er altsaa kun som is paa vand og fremkommet ved en overfladisk indtørring af de bløde masser.

I hele skredets hulning er der omtrent ingen rester igjen af hvad der har været i bevægelse; alt saadant er flydt væk.

De omtalte tynde sandlag, der ofte saa smukt markerer lerets lagning, har tildels virket som forskydningsplaner, idet et lag som en helhed har bevæget sig over sit underlag. Derved kan dette være bleven furet med glidningsfurer. Et sted hvor man udmerket godt ser saadanne er betegnet med pile paa kartskissen. To fotografier derfra meddeles.

Lidt ovenfor Hauganfaldet træffer man paa Malsaaens sammenløb med Værdalselven.



Udglidningsfurer, Hauganfaldet.

Den pludselige sænkning af elveleiet ved Hærfossen har udøvet sin indflydelse ikke alene paa hovedelven; men da hver bielv har faaet sin munding sænket, er dens gravende evne forøget og udvaskningen æder sig længere og længere opover den. Ved Malsaaen har man søgt ved forbygningsarbejder at bekjæmpe terrænets ødelæggelse. (Tegning næste side.)

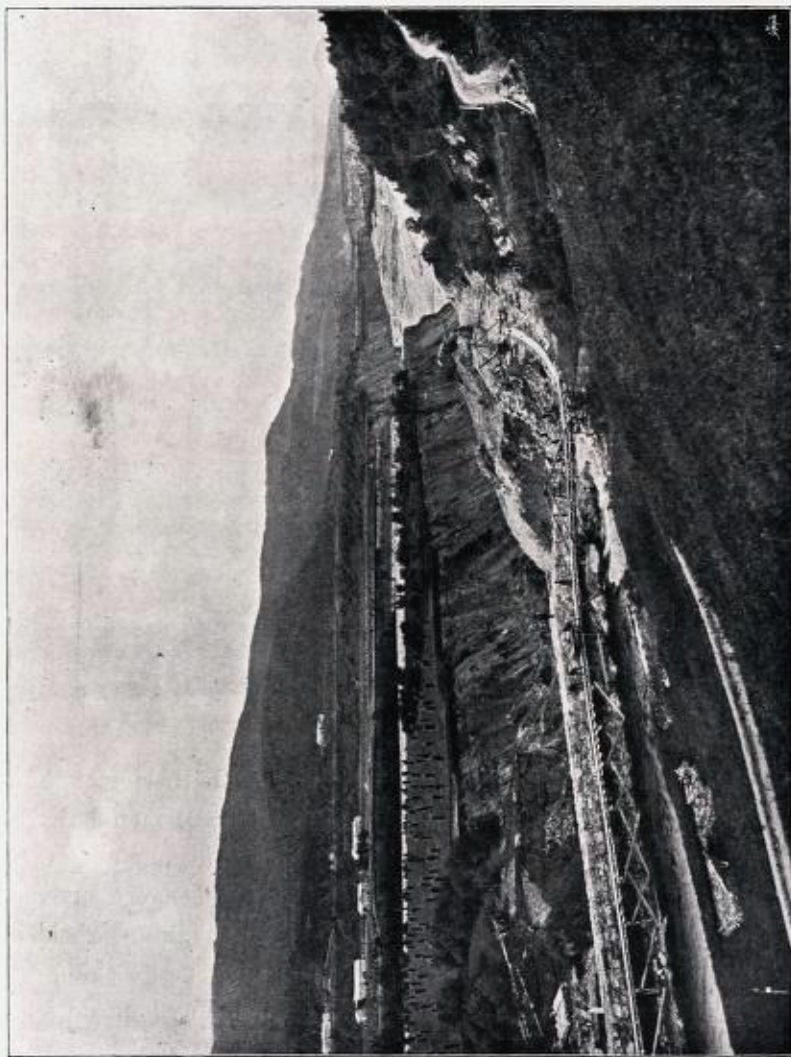
Følger man hovedelven mod øst, sees det nydannede leie

Malsaaen.

Man ser nedover elven til dens sammenløb med hovedelven.

I baggrunden er tørrasserne ved Overholmen og Rød; i forgrunden dæmningen, der skal holde vandløbet langs fjeldet, der er bleven blottet paa Malsaaens høire side.

Fotografi udført sept. 1897 af cand. min. A. Holmsen og velvillig udlånt af kanalvæsenet.

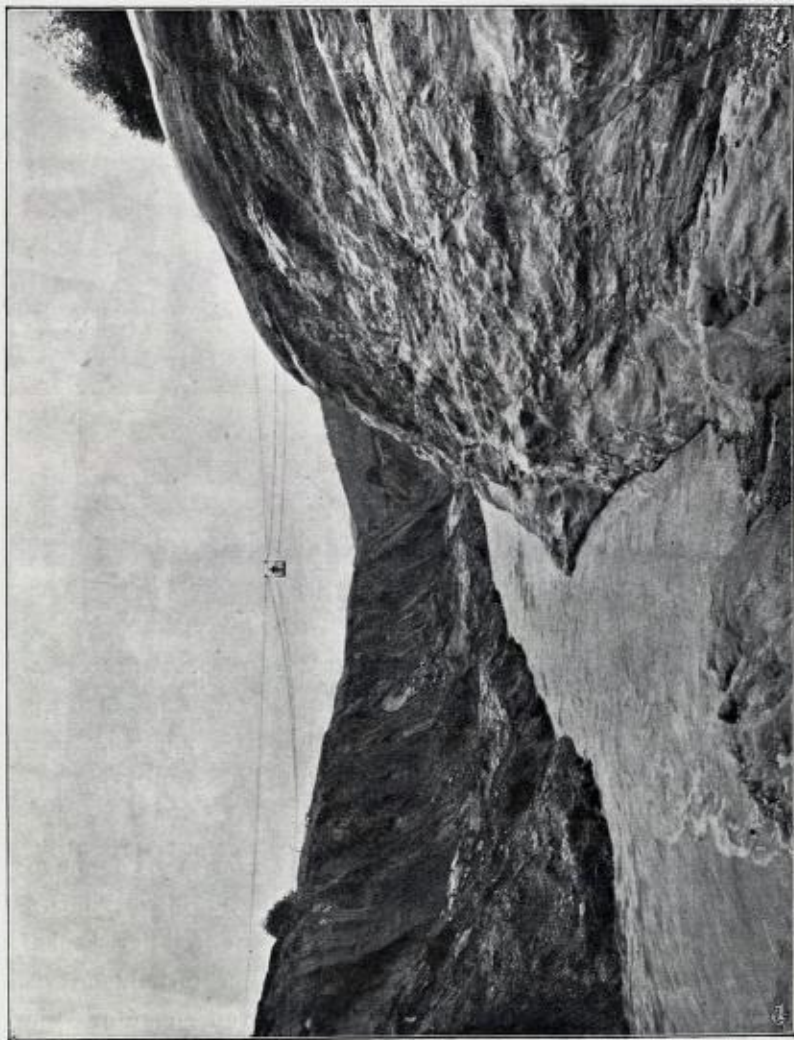


Værdalselvens løse ved
Volden i september 1897.

Dette er det samme
sted, som er fremstillet
paa afbildninger side 29
og 30.

Før havde man kun-
net sætte over elven her
i baad, nu opretholdes
forbindelsen med en læn-
parstreng. En mand hol-
der netop paa med at
hale sig over.

Efter fotografi ud-
ført af cand. min. A.
Holmsen og velvillig ud-
laant af kanalvæsenet.



med aftagende dybde indskaaret som en grøft i det langt bredere, ældre leie.

Ved Volden foregik, da jeg var i Værdalen 1894, den del af udgravningsarbeidet, som maaske var det interessanteste; det havde nemlig der sin begyndelse. Dannende en ganske



Malsaaens sammenløb med Værdalselven, seet fra sv.

liden fos, og et stryg sænkede elven sig ned i sin nydannede rende, og fra dag til dag kunde man følge det lille strygs tilbagerykning. Det er fremstillet paa følgende figur og øverst side 30.

Udgravningsarbeidet er nu naaet op til Granfossen; længer tilbage kan det ikke gaa, idet elveleiet som før sagt i denne fos dannes af fast fjeld. Granfossen er imidlertid blevet høiere, end den var før, saasom elven ved dens fod er sænket. Ved Granfossen er forholdene nu meget lige forholdene ved Hærfossen før gjennebruddet, idet elven ovenfor gjør en bugt med elvemæler. Grunden synes imidlertid, efter

den geologiske undersøgelses arbejder at dømme, her at være saa solid, at der ikke er nogen umiddelbar fare for, at elven skal bryde igjennem paa samme maade som ved Hærfossen.



Stedet nær Volden, hvor Værdalselvens gravende virksomhed havde sin begyndelse i juli 1894. (Efter fotografi).

Tillæg.

Ved det store skred er kun fundet muslinger tilhørende muslinglerets fauna.

Ved Skavdalen 5 km. i no. for Reppe forekommer ler; ved bredden af Kjesbuvandet fandt jeg i leret arktiske skjæl. Disse og nogle muslinger indsamlede af mælen ved Reppe har hr. cand. philos. Øyen velvillig paataget sig at undersøge. Han meddeler derom.

En prøve fra mælen ved Reppe (20—35 m. o. h.) indeholdt: 23 eksemplarer af *Yoldia lenticula*, Møller. Det

er den almindelige form, som her er repræsenteret. Den brune epidermis er endnu tildels bevaret, og der fandtes tre eksemplarer med forenede skaller.



Samme billede som foregaaende. (Efter tegning.)



Et fotografi taget af E. Olsen omtrent paa samme sted et par aar efter. Sammenlign side 27, hvor der er et endnu nyere billede.

4 eksemplarer af *Leda pernula*, Müller. Det ene eksemplar havde forenede skaller og tildels den brune epidermis bevaret, men ellers er det tildels kun brudstykker.

1 eksemplar af *Pleurotoma trevelyana*, Turton. Eksemplaret er ikke af nogen usædvanlig form, men muligens lidt

kraftigere bygget end f. ex. den af M. Sars fra Bjørum i Asker beskrevne *Mangelia Trevelliana*.

Prøven fra Skavdalen ved Kjersbuvd. 122 m. o. h. indeholdt:

3 eksemplarer af *Axinus flexuosus*, Montagu. Saavidt brudstykkerne giver anledning til at bedømme forholdet, er det den almindelige form, af almindelig størrelse og med almindelig skaltykkelse.

10 eksemplarer af *Saxicava arctica*, Linné. Det er smaa og tynde eksemplarer, men af den almindelige, kantede skalform, abrupt nedbøiet forende og et par mere eller mindre skarpt fremtrædende diagonalribber.

5 eksemplarer af *Yoldia lenticula*, Møller. Den almindelige form og størrelse.

3 eksemplarer af *Leda pernula*, Müller. Eksemplarerne er forholdsvis smaa, men synes ikke at afvige fra den almindelige type.

3 mindre brudstykker af *Mytilus edulis*, Linné. Disse brudstykker kan være af forskellige eksemplarer, men kan ogsaa være af samme individ.

Nogle mindre brudstykker af *Balanus* sp. Sandsynligvis *porcatus*, efter det som er at se.

Med hensyn til de forekommende fossiler, skal jeg tillade mig at meddele følgende:

Leda pernula er ifølge M. Sars „almindelig udbredt i og karakteristisk for mergelleret“ samt forekommer postglacialt i skjælbanke ved Ommedalsstrand og i ler ved Trondhjem. G. O. Sars betegner den som „egte arktisk og circumpolar“.

Yoldia lenticula, benævnt af M. Sars *Y. pygmæa* var. *gibbosa*, Smith og betegnet som „almindelig udbredt i og karakteristisk for mergelleret“ samt postglacial i skjælbanken ved Ommedalsstrand m. fl. st. og i ler ved Stenkjær. G. O. Sars betegner den som en „egte arktisk form“.

Axinus flexuosus, benævnt af M. Sars *Cryptodon flexuosum* som forekommende i mergelleret ved øvre Foss, Søringlerene

og Trondhjem samt postglacial i skjælbanker og ler fl. st. G. O. Sars siger, at den er almindelig ved vor syd- og vestkyst, mindre hyppig i vor arktiske region.

Saxicava arctica er ifølge M. Sars almindelig udbredt saavel i de glaciale som i de postglaciale skjælbanker.

Mytilus edulis er ifølge M. Sars almindelig udbredt saavel i de glaciale som de postglaciale skjælbanker, men sjeldnere i ler.

Den af M. Sars betegnede *Mangelia Trevelliana* angives af ham forekommende „i mergelleret ved øvre Foss, Bryn og Bjørum“. M. Sars angiver flere mangeliaarter som postglaciale, men ikke trevelyana. G. O. Sars siger om denne, at den „er i vor arktiske region ligesaa almindelig som ved vor syd- og vestkyst, og her i almindelighed af langt anseligere størrelse“.

Naar jeg sammenholder, hvad der saaledes allerede før er kjendt om forekomsten af her omhandlede kvartærfossiler, med de resultater, jeg selv er kommet til, idet jeg gjør udtrykkelig opmærksom, paa at jeg endnu ikke har havt tid til at gjen-nemarbeide og sammenstille disse paa den maade, som materialet vil give anledning til, og idet jeg forudsætter, at den kvantitative forekomst ikke er af blot tilfældig natur, kan jeg ikke betænke mig paa at erklære, at de to nævnte forekomster er af væsentlig samme karakter, tilhørende en tid (afsnit), der væsentlig er at sammenstille med den øverste del af arcaleret, en afdeling der paa mange steder ogsaa udpræger sig ved rigelig forekomst af *Pecten septemraditus*, Müller, der altsaa mærkelig nok ikke findes i de oversendte prøver.

Jordfaldet ved Mørset i Stjørdalen.

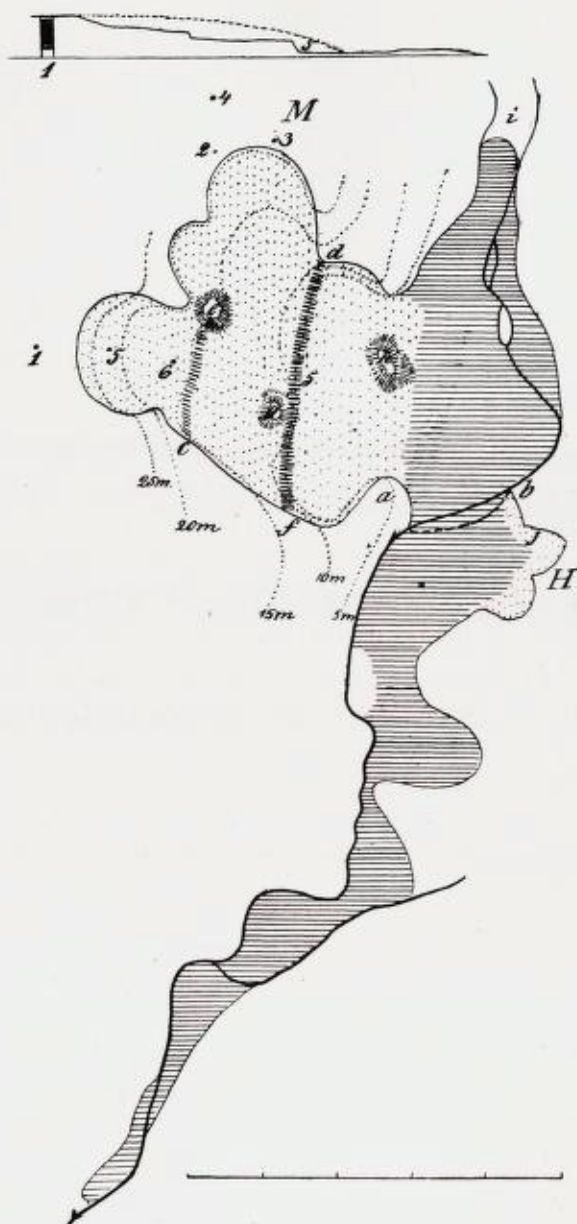
Af Hans Reusch.

Stjørdalen gaar fra øst mod vest og munder ud i den sydøstligste bugt af Trondhjemsfjorden. Den nedre del har en bred, flad, af løsmateriale bestaaende dalbund. Omtrent 9 km. fra sjøen rinder ud i hovedelven en liden fra nord kommende elv, som fører navn af Graaelven, da dens vand altid er blakket af lerslam. Denne elv gennemstrømmer et lerstrøg „Skjelstadmarken“, hvor kløveren paa de dyrkede enge trives i en sjelden seet fylde. Skjelstadmarken er omtrent 7 km. lang fra syd mod nord og omtrent 5 km. bred. Lerfeltet indfattes af en omtrent sammenhængende dog smal brem af sand og grus, der med vel udpræget øvre grænse strækker sig langs de omgivende uanselige, 2—3—400 m. høie fjelde. Sandet og grusets overflade betegner, hvormeget landet har været nedsunket, altsaa „den øvre marine grænse“. Denne kan sættes til omtrent 165 m., da den er noget høiere beliggende end gaarden Ulstad, som paa rektangelkartet („Stjørdalen“) er anmerket at have en højde af 157 m. o. h. De omhandlede lerfelt har oiensynlig engang, da landet laa lavere end nu, og den nedre del af Stjørdalen dannede en fra Trondhjemsfjorden indgaaende havarm været en rummelig sidebugt. Deri har lerslam, som gennem tiderne førtes ned af den anselige Stjørdalselv, lidt efter lidt afsat sig. Samtidig har smaaelve og bække ogsaa ført ler, sand og grus ned fra de omgivende fjeldhøider. Lerfleirin-

gens samlede tykkelse er det ikke muligt at angive. Man ved nemlig ikke hvor dybt den oprindelige undergrund ligger. Heller ikke kjender man hvilken høide den fordums fjordbund i bugtens midterste del har opnaaet; ganske fyldt til vandspeilet har den gamle havbugt rimeligvis aldrig været. Leret er, saavidt vides, overalt tydelig laget og indeholder postglaciale skjæl, *Cardium edule*, *Cyprina islandica*, *Mytilus edulis*, *Aporrhais pes-pelecani* etc. Disse sees i adskillig mængde i det nedenfor omhandlede jordfald, men er ikke almindelige, saa at selv en ellers omhyggelig iagttager, dersom skredet ikke havde fundet sted, godt kunde have passeret tvers over feltet uden at have opdaget dem, endog om han søgte. Hvorvidt den nederste del af afleiringerne er af glacial alder, faar staa derhen; i ethvert tilfælde er glaciale muslinger endnu ikke paaviste. Mørsetfaldet findes omhandlet i „I. P. Friis. Terrænundersøgelser og jordboringer i Stjørdalen, Værdalen osv.“ no. 27 af Norges geologiske undersøgelses skrifter s. 6—3. Hr. direktør Friis deltog i undersøgelsen af faldet sammen med mig og ledede jordboringerne.

Jordfaldet har fundet sted temmelig nøiagtig midt i Skjelstadmarken paa Graaelvens vestside ved gaarden Mørset. I nord herfor er Skjelstadmarken i det store seet forholdsvis jævn; navnlig udbreder der sig betydelige flader mod øst i høide med gaardene Hofstad, Torget og Sætran, omtrent 100 m. o. h. Maaske betegner disse flader et trin i landets stigning, eller ogsaa kan de, hvad der kanske er mere sandsynligt, være rester af den oprindelige gamle havbund, saaledes som den var, før elvene begyndte sit udgravende arbejde. I syd for faldet rinder Graaelven ned i en dalformig fordybning, som den har gravet sig i lerterrænet, og dette skraaner her temmelig raskt om end med bølgende overfladeformer ned til Graaelven fra begge sider. Paa denne strækning er der ved elven adskillige „mæler“, der vidner om dens arbejde i at grave, og her har der ogsaa i gamle dage fundet sted betydelige jordfald, saaledes ved Kyllø.

Mørsetfaldet ligger nøiere bestemt, i nord for gaarden Ø. Mørset og i nordøst for gaarden N. Mørset; det har ødelagt



Mørsetfaldet i Stjørdalen.

Maalestockens længde er 500 meter. Øverst er et profil. Blødt ler i borhullet ved 1 er betegnet med sort. Høiderne er regnede fra elven i øst for skredet.

jord for de forskjellige Mørsetgaarde, gaarden Frøian og (det lille fald i øst for elven) gaarden Sætran. Et gaarden Frøian tilhørende sommerfjøs med kjø og en gaarden N. Mørset tilhørende husmandsplads blev revne bort. Intet menneskeliv gik tabt, idet husmanden med kone og barn fik reddet sig i sidste øieblik gjennem et vindu (døren var allerede stængt ved jordmassernes bevægelse). Faldet indtraf natten til den 16de august 1893 i løbet af $\frac{1}{2}$ timestid. Det skede med brag, der skildres som lignende en række kanonskud og vaabenklirren. Jorden rystede i omgivelserne, og der blev ogsaa iagttaget lysfenomener, som mindede om lyn. Af forudgaaende tegn anføres, at vandet i elven dagen forud havde en brunlig farve, og at den kone, som stelte kjørene i sommerfjøset, om aftenen lagde mærke til, at vandet i nogle pytter nær fjøset var svundet væk. Disse tegn kan maaske tydes saa, at der var begyndt et rigeligt tilsig af brunt vand fra myren, der ligger i nord for faldet, og at der var opstaaet sprækker i jorden ved fjøset nær myren.

Faldets udstrækning oplyses af hostaaende kart, hvis hoveddimensioner er udmaalte med maalebaand. Det prikkede viser de strøg, hvor ler er ført bort, det stregede derimod de strøg, hvor ler er afleiret. Profilet, som ledsager det, er et lidet kopi af et større profil optaget ved nivellement af direktør I. P. Friis. Man bør sammenholde kartet med omtaaende afbildninger, der viser faldets udseende for en, der staar ved *a* og ser mod *nv.*; den første er gjengivelse af et fotografi, den anden som er taget fra omtrent samme standpunkt viser tydeligere den terrasseformede afsats.

I skredets omgivelser er skraaningerne nede ved elven klædte med granskov; ved *M* nordligst (paa kartet) er der en myrstrækning; ellers støder til skredet aaben mark, dels udyrket, dels dyrket. Ved Hammer kort i nord for Mørset, fandt hr. Friis et torvlag under graa haard ler og derunder blaaler. Antagelig er her en myr bleven bedækket af et gam-

melt skred; i myren var der ikke rester af gran, men kun af fure; et tegn paa at granen er en ny indvandrer.

Paa den strækning, der paa kartet er betegnet som den, hvor ler er ført bort, er den øvre del af jorden til en dybde

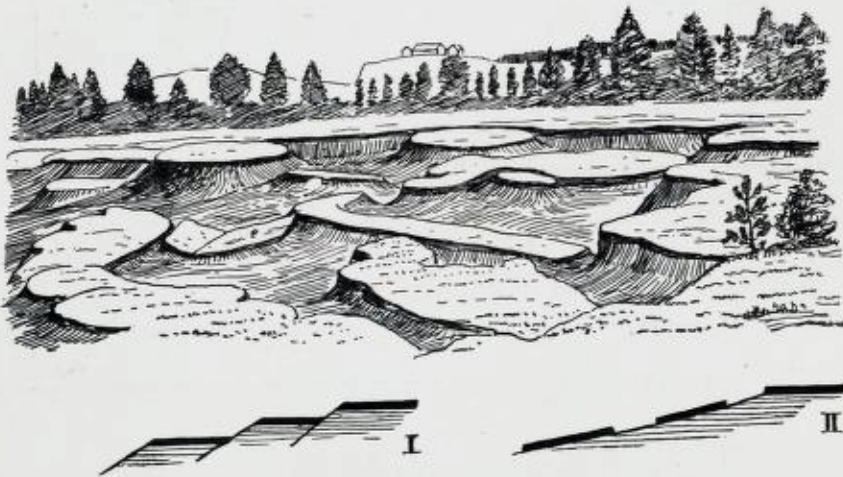


Mörsetfaldet seet fra punkt *a*.

af 5 til 10 meter fra overfladen gledet væk, saa at der nu har dannet sig en flad skaalformet forsækning, som da jeg besøgte stedet udhævede sig ved sin triste graa farve mod omgivelserne. Der er udgledet omtrent 800,000 m.³, og denne masse har i halvtflydende tilstand udbredt sig langs Graaelven. Først naaede de udgledne masser ikke længer end til den stiplede linje ved *b*; men saa en 14 dages tid efter den første kata-

strofe gled masserne videre nedover langs elven; maaske var de da blevne yderlig opblødte af dennes vand. Ved H paa Hofstads grund skede der en række smaa udglidninger fra slutten af september. Det meste gled ud i julen; men i det hele varede udglidningerne her en 3 maaneders tid. Aaret 1893 var meget regnfuldt, dog ikke til nogen paafaldende grad i tiden umiddelbart forud for det store fald.

Vi vil nu i tankerne foretage en vandring over faldet, idet vi begynder i den vestlige ende ved c og først vandrer langs skredets rand til d. Der er her fra skredets omgrænsning ned til den forholdsvis flade bund mellem kurvene 10 og 15 en rask nedskraaning, hvorpaa der ligger græsbe-



En del af Mørsetfaldets rand med nedgledet torv.

vokset jord og torvmyr; jorden og torven er opdelt i uregelmæssige strimler, som gaar mere eller mindre parallelt med skredranden. Man kunde ved første øiekast tro, at man havde for sig en række forskydninger som I paa figuren, men i virkeligheden er forholdet som II oplyser; underlaget har i halvflydende tilstand gledet ud, og torven ligger igjen. For at skaffe rede paa undergrundens beskaffenhed ved skredet, blev der først sæt et

borhul ved 1. Under græstorven, som var omtrentlig 20 cm. tyk, traf man omtrent 40 cm. meget haardt og fast ler; saa blev leret noget blødere, og da boret var kommen 4 m. ned, lod det sig trykke videre uden omdreining indtil 16 m. Leret havde paa dette stykke antagelig consistens som tyk grød, dernæst maatte atter dreining anvendes („brødconsistens“) indtil 27 m. var opnaaet. Borprofilet er antydet ved 1 øverst side 36. Det sorte er blødt ler. I myren ved 2 og 3 blev der foranstaltet boringer til 28 meters dyb. Under torven ($\frac{1}{2}$ til



Urokket ler indtørret i overfladen fra skredets bund.

3 m. tyk) kom ler af „brødconsistens“,*) som blev mindre fast nedad, saa at man fra omkring 5 meters dyb og videre nedad

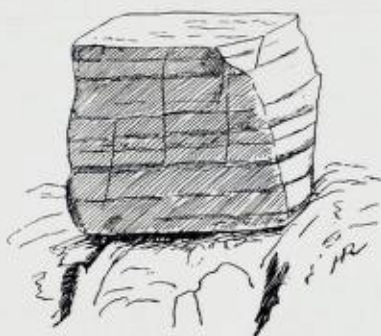
*) Det bor, som anvendtes var dels et plunt og tungt apparat bestaaende af solide jernstænger, der føiedes sammen og nederst havde et forstykke af form som en udtrukket pyramide, dels et smekkerk haandbor leveret af Henr. Mayr & co. i Tulle ved Nürnberg.

Forat betegne lerets omtrentlige consistens forsøgtes benyttet følgende skala, idet der begyndtes med blødeste sort: suppe, tynd grød, tyk grød, deig, brød (det vil sige det bløde i brødet), stivt ler, haardt ler.

havde grødagtigt ler. Her kan man have frygt for videre udglidning; men meget vil en udglidning antagelig ikke tage med sig, da en boring omtrent ved 4 viste en meget fastere consistens af leret. Mellem *c* og *l* er der i skredbunden en afsats som et trappetrin paa omkring 3—4 meters høide. Ved *l* rager op et ikke gledet stykke som en haug. I trinnets ydervæg sees, at man har for sig tydelig vandret laget ler, der ligger urokket; en vandret lagning iagttoges ogsaa ved smaa vandløb, som har gravet sig ned i skredbunden østlig for afsatsen, indtil omtrent 1 m.

Foranstaende figur er fra skredbunden i vest for kurve 15. Den viser den maade, hvorpaa leret har tørret ind i den øvre skorpe.

Et udpræget træk i Mørsetskredets udseende er den side 38 afbildede store steile lervæg, der med 5 à 8 meters høide strækker sig tværs over skredet fra nord mod syd (mellem *d* og *f* paa kartet. Ved *g* rager op en haug, der øverst endnu viser



Ler, som viser lagning.
Mørsetfaldet.

en rest af den oprindelige mark). Renser man lervæggen for senere tilsmudsning, faar man ogsaa her se smuk vandret lagning i leret. Dette er i fugtig tilstand mørkt blaalig graat og bliver ved udtørring lyst graat; inden hovedfarven udhæver sig mørkere og lysere lag. Paa den afbildede lerklump, som blev brudt ud her og er omtrent 40 cm. høi, kan man tælle omtrent 33 forskjellige bredere og smalere lag, mørkere og

lysere. Paa tegningen er dog kun medtaget de mere fremtrædende. Man kunde forsøge en tidsberegning, idet man f. eks. antog, at et lysere og et mørkere lag var afsætning fra et aar, og anslog de postglaciale lermassers mægtighed til f. eks. 50 m.; man fik da ud omtrent 4000 aar; dette er, som man forstaar, et meget usikkert tal.

Lervæggen ser meget haard og fast ud; men naar man graver i den, opdager man, at der kun er en ydre skorpe paa omtrent 40 cm., og at massen indenfor denne er ganske blød. Der blev foretaget en liden boring ved foden af lervæggen; øverst var der $1\frac{1}{2}$ m. blødt ler; saa var der et par meter videre nedover kun haardt ler (ved 5 paa kartet s. 36).



Haug af urokket jordsmon opragende over en flade med udflydt ler. Denne er nærmest haugen bedækket af medrevet torv. I forgrunden smaa hauger af forholdsvis haard ler, der som svære klumper har været medrevne af „lersuppen“.

Man kan imidlertid ikke af denne boring slutte meget; thi kun 1 m. i nord derfor gik boret 5 m. ned i blød masse, og $1\frac{1}{2}$ m. i syd for hullet boredes først i 4 m. blød og saa 1 m. i haard ler. Man fik saaledes det indtryk, at man saa langt ned, som boret gik, havde for sig en uregelmæssig fordeling af haardere og blødere substans. Mellem afsatsen og elven er terrænet en slette, hvoraf der ved *h* rager op en haug der sikkerlig har staaet urokket. Den er fremstillet paa hosstaaende tegning; fladen omkring dens fod er dækket af myrjord, som her har svømmet ovenpaa lermassen.

Leret som har flydt har revet med sig og tildels været opfyldt med halvt opløste klumper af haardere ler; disse rager op som hauger, der viser forstyrret lagning og kan være 2—3 meter høie. Tildels ligger der mange saadanne sammen, saa der er opstaaet et meget ujevnt terræn. Naar man undtager disse, finder man her nede paa fladen, hvor man driver et haandbor ned, at der kun er en nogle faa cm. tyk skorpe, der dækker over en suppe eller grød af blød ler. De udflydte masser har dæmmet elven op til et lidet vand (ved *i* nordligst paa kartet sees den nedre ende).

Undersøger man siderne af den lille amfitheaterformige forsænkning hvorfra de sidste udglidninger har fundet sted, (*H* paa kartet) saa sees i den nordlige (ved *j* paa kartet) hosstaaende omtrent 9m. høie profil. Mod øst er der moræneler



med skuresten og mod vest laget blaaler; da hovedbestanddelen i morænen ogsaa er ler sees ingen skarp grænse. I østvæggen synes laget ler at fremherske; i sydvæggen sees moræneler. I det lagede ler er der muslinger; jeg har ogsaa her

kun fundet postglaciale. Det staar for mig som ikke usandsynligt, at det lagede ler her paa dette sted er kommet i sin nuværende stilling ved en glidning eller forkastning.

Angaaende aarsagen til Mørsetfaldet er det ikke mulig at sige andet, end at der har været en masse af blød ler, som antagelig i lange tidsrum har truet med at glide ud og endelig en gang kom i bevægelse medrivende en hel del fastere ler. Noget tegn til at der skulde forekomme et bestemt udpræget blødt lag af „kvikler“ liggende under fastere ler, ser man intet til; paafaldende er det, at enkelte øformige partier rager op urokket midt i ødelæggelsen. Nede mod elven var der før skredet en noksaa brat skraaning, men ingen aabne mæler; nogen nævneværdig bæk ved man ikke at berette om, og efter hele terrænets forhold kan der neppe have været nogen saadan. Lidt opkommevand med saltholdigt vand skal have kommet frem nede ved elven før skredet; maaske at det kan have spillet en rolle „som draaben der fik karret at rinde over“.

Høifjeldet mellem Vangsmjøsen og Tisleia (Valdres).

Af Hans Reusch.

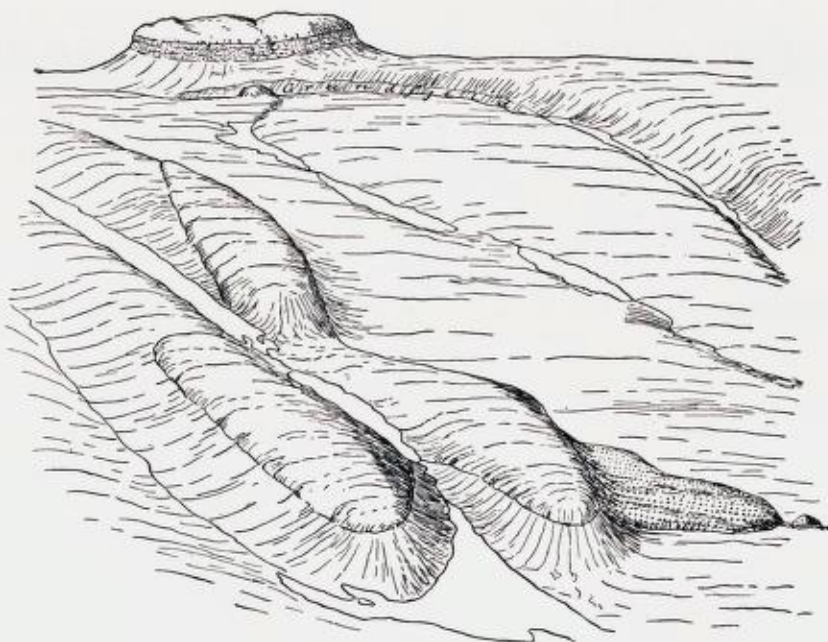
Indledning.

Mellem Vangsmjøsen og Strandevand gaar Valdresdalen, som man ser af de i slutningen af denne afhandling meddelte karter, i en bue; samtidig skraaner dalen ned fra 465 m. til 358 m. Den er nedsunken i en bølgende høislette 8—900 m. o. h. I sydvest for Valdresdalen møder man, efter at have gaaet 10—12 km. over høisletten, en gruppe af tre isolerede fjelde, der rager op 1500 m. o. h. De er udposter for det mægtige fjeldstrøg, der ligger i nordøst for Hemsedal, og hvis mest kjendte fjeld er Skogshorn. De tre isolerede fjelde heder Syndinnfjeld, Bukonefjeld og Grønsennknipen. Hver af dem danner en ryg der er omtrentlig 10 km. lang og har sin længdeudstrækning fra nv. mod sø. Mellem fjeldene ligger paa rad de tre sjøer Helinn, Movand og Svensjinn (— sjinn betyder, efter hvad prof. Rygh har meddelt mig, antagelig sjøen). Dette sidste vand har udløb til Tisleia, hvorfra vandet rinder ned til Bægna i Nordre Aurdal. Paa nordøstsiden af den nævnte fjeldgruppe ligger tre mindre vande, nordre, midtre og søndre Syndinn, som kun er lidet nedsænkte i høisletten og hvoraf den nordligste sender vandet ned i Valdresdalen kort i øst for Vangsmjøsens østende.

Det omhandlede strøg har saa godt som ikke været undersøgt i geologisk henseende. Grønsennknipen (Nøset) omtales dog af Keilhau i Mag. f. Naturvid. Bind I. Chr. 1823 s., 135 og i Gæa Norvegica s. 388 og nævnes endvidere

i forbigaaende af Kjerulf i „Udsigten“ s. 211. Paa Hovedprofil fra Sognefjord o. s. v., der ledsagede „Geologisk kart over det søndenfjeldske Norge“ kommer ind Skjoldfjeld og Grindefjeld i ø. for Vangsmjøsen. Dette er hvad findes i litteraturen. Nuværende professor dr. H. Mohn har, som det sees af en i den geologiske undersøgelses arkiv opbevaret dagbog, i 1859 besteget fjeldet Belgen fra sydsiden. I foden fandt han lerglimmerskifer, derover en kvartsskiferafdeling, begge fladtliggende og øverst folieret syenit.

Den følgende afhandling slutter sig forsaavidt til et ældre arbeide af nærværende forfatter, som det behandler et tilgrænsende strøg. (Reusch. „Mellem Bygdin og Bang“ Norges geologiske undersøgelses aarbog for 1892—93 s. 15—50).



Skematisk tegning.

Hosstaaende tegning viser os det undersøgte strøg seet i fugleperspektiv fra syd af. Landskabet er for tydeligheds skyld adskillig skematiseret. I baggrunden rager op Vennis-

fjeld. Foran det i Valdresdalens bund har man grundfjeld. Ovenpaa dette hviler lerglimmerskifer, derpaa følger kvartsitisk sandsten, prikket paa tegningen, og endelig krones fjeldet aller øverst af granitformationen. Paa denne side af Valdresdalen udbreder sig høisletten med de tre Syndinnvande, lerglimmerskifer. I forgrunden har man Syndinnfjeld (længst borte) Bukonefjeld (tilvenstre) og Grønsenknipen (tilhøire). I disse fjelde hviler granitformationen paa lerglimmerskifer. Længst tilhøire nederst er et parti af sandstenafdelingen særskilt betegnet med punktering.



Den afbildede skydsstation Øilo ligger kort i øst for Vangsmjøsens østende ved foden af Hugakollen, hvis steile skrænter sees tilhøire i billedet. Man ser mod vest. Hugakollens skraaninger, antagelig med undtagelse af det allerøverst parti, der sees paa tegningen er grundfjeld. I baggrunden er Vennisfjeld. Saa langt op, som den lille gran ved billedets høire rand naar, har man grundfjeld. *l.* (ved den underste af de to klammer) er lerglimmerskifer. *s.* (ved den øverste klammer) er kvartsitisk sandsten. Det allerøverst af fjeldet, hvor der ligger rigtig sne, er bestaaende af granitiske bergarter.

Fotografi af Lindahl udgivet af R. Andvord.

I. *Det faste fjeld.*

Grundfjeldet ved Vangsmjøsens østende.

Naar man fra Slidre kirke reiser op gjennom dalen, merker man deraf, at grundfjeldsbergarter er blevne herskende i morænegrusets stene, at man nærmer sig en formationsgrænse; den træffes ogsaa et par hundrede meter i øst for præstegjældsgrænsen paa gaarden Moen ved Rødvang. Herfra og til forbi Kvamskleven henimod Vangs kirke bestaar det faste fjeld, der sees ved veien, af dioritisk bergart. Ved Rødvang er bergarten hornblenderig og opfyldt med granitiske, tildels grovkornede aarer; det hele kompleks er presset med en lodretstaaende mod vnv. strygende presflade. Ogsaa længere vest (i vest for Øilo) forekommer granitiske aarer, tildels er der ogsaa større granitpartier. Hos dioriten er seet planparallelstruktur faldende 50° mod so. Ved den vestlige del af Kvamsklev er der en mørk massiv varietet af den dioritiske bergart, der gjennemsættes af en 50° mod sø. hældende gang af en finkornig graa ikke nøiere undersøgt bergart, det eneste eksempel paa en gang, jeg har seet i det hele distrikt. Ved Sønderol indeholder den herskende diorit grovkornige dioritiske aarer; her er ogsaa lidt af en hvidagtig tildels sribet bergart med granat; jeg skulde tro, at det er labradorsten. Ogsaa paa nordsiden af Vangsmjøsen fra Remme og vestover har jeg undersøgt grundfjeldet; det bestaar her af en smaa-kornig lys graalig dioritisk bergart med nogle mindre aarer og nyrer af middelskornig granit.

Lerskiferafdelingen.

Denne fortsætter udenfor det paa vore karter fremstillede strøg og har her vist sig at indeholde fossiler af etage 1 (ved Dalsfjord) og af etage 4 (ved Mellene og i Gausdal). I lerskiferen er der indleiret mørke kvartsiter af den art, som man har pleiet at betegne som blaakvarts. Længere syd i Valdres spiller denne blaakvarts en større rolle end i det distrikt, som her beskæftiger os; blaakvartsen har der mere almindeligt en udpræget sandstenstruktur; lerskiferen er samtidig

i de strøg mere typisk, medens den her hvor vi befinder os, er nærmest at betegne som lerglimmerskifer.

Vi skal opsøge nogle steder hvor der er anledning at se, hvorledes lerskiferafdelingen forholder sig ved sin undre grænseflade. Denne er ikke blottet ved Rødvang; man maa nemlig her stige op omtrent 50 m. over dalbunden for at komme til fast fjeld. Den bergart, man først træffer, er en uren graa glinsende lerskifer med kvartsnyrer; den viser en omtrent 40° mod øst faldende skifrighed, som antagelig er falsk. — Ogsaa paa nordsiden af *Vangsmjøsen* er den umiddelbare grænselinje bedækket. Paa stranden ved *Sparstad*, som ligger nær den, bestaar fjeldet af lerglimmerskifer; mesteparten er, som almindeligt i egnen, en krumbladig varietet med kvartslinser; men desuden er der en del, som er mere planskifrig og indeholder glimmer af et mere tydeligt krystallisisk udseende end den almindelige. Under overhængende fjeld var overfladen tildels gulfarvet af udvitrede salte. I syd for Vangsmjøsen har jeg havt anledning at se grænsefladen under nedstigningen fra *Hugakollen* til gaarden Ladjord. Naar man er kommet ned af den egentlige kolle, er der i begyndelsen ikke meget fast fjeld at opdage; lerglimmerskifer forhersker. Et sted 2—300 m. over Vangsmjøsen skrider man fra lerskiferafdelingen over paa grundfjeld — forholdene skal straks nøiere beskrives —, saa træffes efter omtrent 300 m. lerglimmerskifer og dernæst, omtrent $\frac{1}{2}$ km. i øst for Ladjord, grundfjeld af granitiske og dioritiske bergarter. Paa det første grænsested ligger den umiddelbare grænse blottet. Baade grundfjeldet og skiferafdelingen optræder i svaberg, der hælder mod vest som terrænet, og der er intet i landskabets relief, som paa en tydelig maade fremhæver grænsen. Paa dette punkt er skiferafdelingens herskende bergart ikke lerskifer men kvartsit med lerglimmerskiferhinder; sammenleiret dermed forekommer dog ogsaa en del virkelig lerglimmerskifer. Lagningen er svævende bølgende. Ogsaa den, forresten lidet udprægede, planparallelstruktur i den underliggende gneis, synes at være svævende.

Ved grænsen (indtil kanske 10 m. under den) er gneisen smaa-kornet, og glimmeren i den er gjerne erstattet med en kloritisk substans; en del som er finkornig grønlig graa, bestaar endog kanske for den allervæsentligste del af klorit. Omtrent i høide med dette sted, i skoglien øst for det paa Hugakollens nordskraaning, findes en strandlinjeagtig afsats, der dog ikke viser sig synderlig udpræget, naar man kommer op paa den. Langs linjen er der adskillig blottet fjeld nedenunder den; jeg har været oppe til dette og fundet, at i det mindste der hvor jeg kom, bestod det af finkornig, grønlig, kloritholdig skifer med skifriheden svævende eller hældende som terrænet. Denne skifer er jeg tilbøielig at holde for at være øverste del af grundfjeldet. Oppe paa afsatsen saaes graalig og sortagtig lerglimmerskifer, bølgende eller i det hele fladtliggende.

Skraeningen i syd for Vangs kirke er meget bedækket af morænegrus. I retning sø. t. ø. for kirken og omtrent 1 km. fra den er blottet noget af en blød grønliggraa skifer, der indeholder noksaa tydelig krystallisisk glimmer. Maaske har man her den samme bergart, som fandtes nærmest under linjen i Hugakollen, kun paa et lavere niveau. Ret i syd for kirken og i samme høide som det beskrevne fjeld har man kvartsit. Baade hos denne og skiferen er faldet nordlig som terrænet.

Grundfjeldsgrænsen kan ogsaa opsøges nede ved vandet i øst for *Vangs kirke*. Det første nes her bestaar af lys graa kvartsit, som er temmelig massiv, saa lagningen er lidet fremtrædende; rimeligvis er der foldning; fald baade mod nv. og sv. er iagttaget. Efter en kort afbrydelse af løsterræn følger nogle flade svaberg langs vandet. I disse har man grænsen med grundfjeldet, uden at nogensomhelst ydre form antyder den. Dioriten gaar paa en strækning af omtrent 10 m. tilsyneladende over i kvartsit idet den gradevis optager kvarts. I dette overgangsstrøg sees tildels en vertikalstaaende utydelig lagning. Kvartsiten som nu følger, er middelskornig, uren og indeholder brudstykker af dioritisk bergart. Det

kunde nærmest se ud til, at man har for sig en gammel opsmulret forvitringsoverflade af diorit, hvorpaa den til kvartsit forvandlede sandsten affeiredes; tydelige er dog forholdene ikke.

Disse korte bemærkninger om formationsgrænsen i øvre Valdres er medtagne, da man overhovedet ved særdeles lidet om de strøg, hvor de kambrisk-siluriske lag hviler over grundfjeldet i høifjeldet. Rimeligvis vil man finde, at ogsaa grundfjeldet paa nogle strøg har sine skifere og klastiske bergarter (tyndskifrige gneiser, kloritskifere, glimmerskifere, kvartsiter m. m. — Telemarksformationen, det algonkiske system), og noksaa rimeligt er det, at man tidligere undertiden kan have sammenblandet disse lagede bergarter med den yngre formation. Ved en tidligere leilighed har jeg omtalt blaakvarts-lignende kvartsit og dermed sammenleiret lerskiferagtig bergart i grundfjeldet under Hallingskarven (Chr. Vid. Selsk. Forhandl. 1896. No. 2. s. 72); her ved Hugakollen møder man altsaa tildels under den typiske lerglimmerskiferafdeling en blød grønliggraa skifer, der maa antages at være ældre end den. Lerskiferafdelingen udenfor grænsen har i det her behandlede strøg ikke frembudt meget af interesse. Det staar endnu tilbage at finde ud en lagfølge. Nu kan der ikke siges mere om den geologiske bygning i sin almindelighed, end at der er lerglimmerskifer og kvartsitlag, at lagningen er foldet, og at fald med nø er hyppig baade hos lagning og skifrighed. Jeg meddeler i resten af dette afsnit en del optegnelser, som kan have interesse ved fortsættelsen af arbeidet i disse egne.

Ved *Fosheim* eller Fossum i den sydlige del af Slidre er blaakvarts forherskende bergart; dens lagning falder omtrent 40° mod nø. Naar man herfra reiser mod nv., varer blaakvarts ved omtrent 1 km., saa har man lerglimmerskifer indtil 1 km. forbi Slidre kirke; bergarten er tildels haard og kvartsholdig. Skifrighedens fald er mod nø.; undertiden sees lagning som er afvigende derfra og foldet. Ved Hande noteredes, at lagningen stryger ø.—v., ved Einang at skifrig-

hedens fald er mod ønø. I syd for Hjelle (= Gilje) er der kvartsit med lidt lerglimmerskifer; fald mod nø. Fra *Løken* vestover til formationsgrænsen staar skifer opfyldt med kvart-



Udsigt over Valdresdalens bund ved Fosheim station. Man ser mod v. Klipperne i forgrunden er blakvarts. Lien bag er lerglimmerskifer. Blakvartsen danner fremstaaende knauser, medens lerglimmerskiferen danner et jevnt og oftest bedækket terræn. Fotografi af Lindahl, udgivet af R. Andvord.

linsler; skifrihedens fald er 30° mod øst. Ofte sees en fra skifriheden afvigende smaafoldet lagning udhævet ved mindre kvartsitlag indleirede i skiferen. Naar man ved Slidrefjordens øvre ende gaar over paa dalens sydside, møder man ved Faar en skifrig kvartsit der viser nv. — sø. strygende foldninger; fald mod nø. er dog kanske forherskende. Nedover dalen paa dens vestside forhersker lerglimmerskifer, mest med skifriheden hældende omtrent 45° i nordøstlig retning. Ved Vik er der tydelig lagning; skiferen er her smaafoldet med akselinjerne (og en grovstænglig struktur) hældende omtrent 20° i østlig retning. Blakvarts optræder ligeoverfor *Løken* station, ved Slidre kirke og mellem gaardene Mo og Ulven. Ved hovedveien i syd for Fosheim forhersker kvartsit indtil

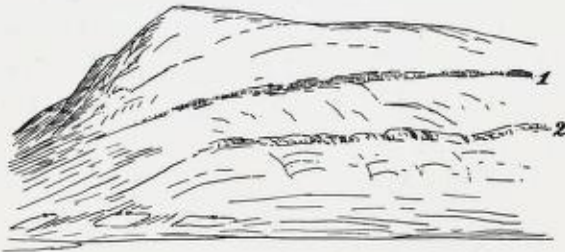
prestegjældsgrænsen; faldet er her i det heletaget antagelig fladt mod ø. Saa bliver lerglimmerskifer herskende bergart indtil *Strand kirke*. I lerglimmerskiferen er kvarts rigelig udskilt; skifriheden, som gjerne er bølgende, falder gennemgaaende under en liden vinkel mod ø og n. I en haug paa vestsiden af veien omtrent $1\frac{1}{2}$ km. i nord for *Ulnes kirke* saa jeg nøiere paa forholdet; der er en 30° i nølig retning hældende skifrihed; desuden er der tydelig lagning, idet visse lag af skiferen er forholdsvis haarde og kvartsrige. Lagningen er bølgende og dens akselinjer synes at hælde som skifriheden. Sjøsnævringen ved *Ulnes kirke* skyldes ikke som man kanske efter kartet kulde tænke en tværmoræne men bestaar af lerglimmerskifer. *Strand kirke* staar paa kvartsit, der ogsaa danner fjeldet østover langs veien indtil Nes. Kvartsiten er hvid, dels temmelig massiv, dels skifrig. Lagningen ligger fladt eller hælder svagt mod nnø eller n. — Fjeldvidderne i sø. for hoveddalen har jeg vandret over i forskjellige retninger. Den flade bølgeformige fjeldgrund er overklædt med et jævnt udbredt men ikke tykt morænedække, som det faste fjeld kun nu og da stikker op



Aalfjeld, et udsigtspunkt ved Fosheim sæter. Det flade terræn er lerglimmerskifer bedækket af et tyndt morænedække. I baggrunden sees Jøtunfjeldene. Efter et fotografi skjenket af professor dr. O. Platou til den geologiske undersøgelses fotografisamling.

af. Lige i nord for sæterhusene paa Langestøl (midt paa *Tisleias nordøstside* lidt i syd for kartets grænse) strækker der sig en høide af blaakvarts parallelt med vandet. Gaar man herfra nordover, finder man først et sted omtrent halvvejs mellem Langestøl og Tyriholtstøl lidt fjeld blottet, nemlig uregelmæssig bølgende lerglimmerskifer. Denne bergart er ogsaa blottet ved sidstnævnte sæter og et sted omtrent 1 km. længere nord. I bergarten her ser der ud til at være smaa-foldning og strækningstruktur, begge liggende fladt og strygende ø—v. I samme retning har ogsaa terrænets bølginger sin længdeudstrækning. Ved Fjeldsæter, navnlig nærmest i nord for den, er der adskillig blottet fjeld, lerglimmerskifer, tildels lidt haardere end ellers. Den er som sædvanlig opfyldt med kvartslinser. Smaafoldningen er stadig rettet ø—v. Over Kvannestøl og Godmostøl til *Fosheim sæter* (kort i v. for gaarden Hippe) bestaar fjeldet, hvor det sees, af lerglimmerskifer; faldet af strækningsfænomenerne er østligt. Ned til gaarden Fosheim vandrer man fremdeles over lerglimmerskifer, skifriheden stryger ø—v og falder mest mod n. Fra Langestøl ved Tisleia har jeg ogsaa gaaet mod nvv; man vandrer over morænegrus indtil Revoulen; her og paa veien til Flysæter faar man flere steder se fast fjeld, nemlig smaatbølgende lerglimmerskifer, der er mere eller mindre kvartsholdig; skifriheden falder i forskellige retninger. Nede ved *Flyenvand* paa dets østside er der en øst-vestgaaende ryg i terrænet. I ryggen mod syd hældende skrænt sees fast fjeld, nemlig skifrig blaakvarts med skifriheden hældende 60° mod nord. Løse blaakvartsblokke tildels af vældige dimensioner bedækker ryggen nordside. Andre rygformige bloksamlinger, indtil 20 m. høie ledsager denne ryg i nord for den. En vandrer, som kommer nordenfra, kan tro at have for sig moræner af blokke, som er transporterede en længere strækning; men ved nærmere undersøgelse finder man, at det er fjeldet paa selve stedet, som er bleven opdelt i blokke; disse er saa siden noget sammenskjøvne af isbræ. Mellm Flysæter og *Nøset* (hotellet, Haugevarp paa amtskartet)

er hist og her blottet lerglimmerskifer, som tildels er haard og kvartsrig. Fra det punkt, hvor Svensjinn er smalest, har jeg gaaet mod syd omtrent til amtsgrænsen. Nede ved vandet er der et omtrent 2 km. bredt lavt og meget sumpigt terrain; saa stiger man opad en høide, der i den nedre del er langsomt skraanende og morænedækket. Længere oppe sees blottet fjeld; lerglimmerskifer, mest haard, og blaakvarts veksler. Blaakvartsen er ikke typisk, men er graa, finkornig og ikke saa haard, som blaakvarts gjerne er; den har en vandret liggende stængelstruktur; bergarterne her ligger i strygningsretningen af de netop omtalte rygge ved Flyenvand. Ved *Grønsenn sæter* paa nordvestsiden af Grønsennknipen har man lerglimmerskifer, hvis skifrighed staar steilt og stryger nv-lygt; der er her hos bergarten desuden en stængelstruktur, der mest synes at ligge horizontalt. I nv. herfor ved den øvre ende af det herværende lille vand havde lerglimmerskiferen en steiltstaaende mod vnv strygende skifrighed; her saaes ingen stængelstruktur; bergarten var som ellers i egnen opfyldt af tynde kvartslinser. Omtrent staaende i samme stilling, nemlig steilt og strygende mod nv er skifrigheden ved Nøse sæter. Nordover herfra paa en strækning af omtrent 2 km. er der omtrent 70 m. under granit-



Den sydligste del af Syndinnfjeld (Nøsekampen) seet fra nord (Svult sæter). Nederst til venstre er antydnet de indgjærdede marker paa Nøse sæter. Ved 1 er grænsen mellem granit og underliggende skifer. 2 er et kvartsitlag i lerglimmerskiferen.

grænsen og parallelt med den et omtrent 20 m. mægtigt leie af tæt graalig kvartsit (blaakvarts i forandret dragt. Se tegningen).

Ved Grokjinn eller *Frigstadsæter* (i sø. for Slidre kirke mellem Hamre og Preste sæter) er der blottet laget blaakvarts faldende 50° med sø. Ved Prestesæter staar temmelig fladtliggende lerglimmerskifer; samme bergart sees langs Fiske-løsvandets østside, her faldende fladt mod ønø. Jeg har vandret over fjeldstrækningerne i nø for Grokjinn indtil 7 km. derfra, men intetsteds fundet blottet fjeld. Antagelig var dog morænedækket her tyndt; de løse stene bestod for allerstørste delen af skifer og kvartsit; der bemærkedes nogle faa af gneis granit og diorit. Paa et punkt $4\frac{1}{2}$ km, i nv. for Grokjinn saaes lerglimmerskifer med skifriheden faldende fladt mod nø. Under en udflygt mod nø til varden paa Olberg saaes kun et par steder blottet fjeld, lerglimmerskifer; faldet noteredes: steilt mod nnø, nø og ved varden mod sø. Ved Viks sæter nær den nedre ende af *s.* *Syndinn vand* holder lerglimmerskiferens skifrihed mod nv. Ved Kaarstad sæter er skifriheden bølgende, men har vel i det hele taget hældning østover; ved Ormsæter sees samme bergart. Ved søndre ende af *m.* *Syndinnvand* er der lave svaberg af kvartsit, lerglimmerskifer og skifrig kvartsit (blaakvarts) med skifrihed og, i det hele taget, lagning faldende steilt mod syd. Mellem Ormsæter og Kvie sæter er lerglimmerskifer blottet nogle steder; skifriheden synes mest at hælde mod sv. I forbigaaende kan bemærkes, at der paa sydvestsiden af *Syndinnvandene* 100 — 200 m. over dem sees i terrænet nogle linjer eller flader, der hælder nogle faa grader mod sø. Der er tildels kun en linje; men tildels ogsaa samtidig 2. Fænomenet er ikke tydelig udpræget. Ved Langehagesæter og nordover langs elven her sees lerglimmerskifer med sydligt og sydøstligt fald. Omtrent $\frac{1}{2}$ km. i syd for Øilo sæter staar skifrig, mørk blaaliggraa kvartsit, der har østligt fald. Ved selve sæteren har man den samme bergart; men her findes ogsaa en del lerglimmerskifer; lagningen er svævende, en østvestgaaende strækningsstruktur (stribning paa lagfladerne) er bemærket. Op til *toppen af Hugakollen* gaar man over kvartsrig lerglimmerskifer; sammen dermed forekommer underordnet

en del kvartsit og en del typisk lerglimmerskifer. Lagningen i dette fjeld er meget foldet og vrøden; paa øverste spidse er strøget n.—s.; omtrent 100 m. i v. for toppen iagttages fald mod n. og 300 m. derfra fald mod n.

Skiferbrud. Paa strøget i øst for Grønsennknipen har man flere steder forsøgt at bryde skifer. Bruddene er beliggende nær opunder sandstenen paa samme maade som de vidtspurgte skiferbrud i Østre Slidre. Man tør vel deraf slutte, at det er de øvre dele af skiferafdelingen, der egner sig til brydning. Skiferens udseende er dog forskjellig paa de to steder. Østre Slidres skifer er mest temmelig lys grønliggraa, undertiden ogsaa rødlig. Vestre Slidres skifer er mørkegraa til sortagtig; noksaa almindeligt er det, at en del skiferplader paa tage, som er lagte af den, er blevne rustfarvede udenpaa; antagelig kommer dette af, at den ikke er sorteret omhyggelig nok. Ofte er ogsaa stenen lidt krumskifrig. Bruddene i Vestre Slidre har man ikke faaet til at betale sig, og skiferen fra Østre Slidre sælges baade i Vestre Slidre og over i Hallingdalen, uagtet den kræver større transportomkostninger. Straks i øst for Varkjednesæter har man brudt en del tagsten til sæterhusene. Skifrigheden, som her maaske er falsk, staar steilt og stryger ø.—v. Omtrent $\frac{1}{2}$ km. i nord for *Kviststøl* er der et brud anlagt i en mod nord hældende bakke. Skifrighedens fald er i sydlig retning 20° — 35° . Lagningen synes tildels at falde sammen med skifrigheden og tildels at afvige derfra, dog vel ikke meget. Mest er der arbeidet i et lidet brud, som ligger omtrent 1 km, i vest for *Godmostøl* i en svagt mod nord skraanende træbar udmark. Skifrigheden falder 40° mod syd; lagningen gaar parallelt dermed eller er i ethvert tilfælde saa lidet afvigende derfra, at afvigelsen ikke sikkert kan iagttages. Tildels er der ogsaa en strækningsstruktur, der hælder 36° mod øst. Udskilt kvarts, som ellers er noksaa almindelig i lerglimmerskiferen, er der lidet af. Der, hvor man har brudt, har der langs skifrigheden flydt en nu afledet bæk. Langs bækken er der ved brydningen fremkommet en rendeformig fordybning et par meter dyb og omtrent 30 meter lang. Ved

fordybningens ender er der lidt større brud. De brugbare lag af skifer har været 10 cm. til $\frac{1}{2}$ m. tykke og er optraadt noksaa uregelmæssigt. En mangel ved forekomsten har det været, at fjeldet er gjennemsat af en mængde smaasprækker, der staar lodret og gaar paa tværs af skifrigheden. Saadanne sprækker, som her kaldes „sæt“, har gjort det vanskeligt at faa ud større plader. I et lidet brud ved Bjørnhøvd sæter er saavel lagning som skifrighed bølgende og ligger omtrent vandret; men de to falder ikke altid sammen. Ved Grønsennsæter er der et par smaa brud, hvori skifrigheden hælder steilt mod nnø. Den paa dette sted hidtil brudte skifer er ikke ordentlig planskifrig og er kun brugt til sæterhytter. Naar man brækker den over, iagttager man, at den har en stængelstruktur; denne hælder i fjeldet 10° i østlig retning. Til slut bør nævnes, at den skifer, der brydes paa sydskraaning af Skogshorn i Hemsedal i udseende, og antagelig ogsaa hvad geologisk plads angaar, maa sammenstilles med den her omhandlede. (Reusch. Den „høieste“ industri i Nord-Europa. Norsk tidskr. f. haandv. og industri 1895 s. 229—230). Lerglimmerskiferen, der staar i *Bukonefjeld* er næsten helt og holdent den almindelige lidt krumbladige sort, ofte med kvartslinser; kun etsteds nær granitens sydende var der lidt af en temmelig planskifrig lys graa varietet. Skifrigheden falder i fjeldets sydlige og vestlige del mod nø., 30 — 50° . Paa en vandring mellem Eilifsæter ved Helinn og Storlidsæter noteredes skifrigheden at hælde omtrent 20° østlig og nordøstlig.

Raubæksæteren ligger nær ved den vestlige ende af Svensjinn; derfra har jeg gaaet i vestlig retning over elven Trolla. Man begynder med en omtrent 5 km. lang opstigning, som i sin sidste del er noksaa flad, indtil man kommer til „fælægeret i vest for Bjørnesletten“ ved foden af de egentlige fjelde. Paa vandringen hid og videre indtil 50 à 100 m. over fælægeret gaar man over lerglimmerskifer, som mest er kvartsrig og overgaaende til skifrig kvartsit. Denne sidste er mere graa og finkornig end blaakvarts i almindelighed og viser kun antydning til brudstykkestruktur; dog er den vel at regne til

blaa kvarts. Nogen regel for lagstillingen iagttog jeg ikke. Der er ofte foldninger og krusninger. Syd for fælågeret saaes i skiferformationen hvid kvarts i aarer og nyrer, som kunde være indtil 4—5 m. tykke.

En del videre oplysninger om lerglimmerskiferstrøget ved Helinn og Vangsmjøsen meddeles i det følgende.

Sandstenafdelingen.

Paa nordøstsiden af Valdresdalen har feldspatførende sandsten, eller sparagmit, som hviler ovenpaa lerglimmerskiferafdelingen, en stor udbredelse. Mellenes fjeldgruppe bestaar af denne sandsten, saaledes som fremstillet paa hosstaaende profil, der optrykkes efter undersøgelsens aarvog for 1892 og 93 side 28, hvor figuren er bleven utydelig ved trykningen.



Profil over Mellene.

G. Grietslid. J. Juvik sæter. R. Rabal sæter. Ved Grietslid er der fossiler af etage 1.

I lerskiferen ved Juvik sæter (*J*) er af Bjørlykke fundet graptoliter af etage 3 eller 4.

Det inden vort strøg forekommende parti af den samme sandsten, der udbreder sig paa østsiden af Grønsennknipen, danner et høitliggende og kuperet landskab uden dog at udhæve sig saaledes som Mellene. Bergarten, som efter sit udseende kunde kaldes rødlig sparagmit, er for en stor del noksaa massiv uden tydelig lagning. Ved Kinnholt sæter noteredes fald mod sø.; længere mod sø. fald mod nø.; intetsteds var lagningen tydelig. Et isoleret lidet sandstenparti danner nordskraaning og hele den øvre del af Varkjednatten, et spidst lidet fjeld, som man lægger mærke til allerede paa lang afstand. Sandstenen falder her 35° mod n. Dette fjelds sydøstskraaning er det eneste sted, hvor jeg har fundet den umid-

delbare grænse mellem sandstenen og dens underlag blottet. Saavidt jeg kan forstaa det, ser man her ikke noget til et overskydningsplan; men sandstenen følger paa regelmæssig maade over lerglimmerskiferen. Grænsefladen hælder som sandstenens lagning mod n.; hældningsgraden stemmer overens for begge bergarter. Sparagmiten viste ingen særegenhed indved grænsen; den var der som længere borte smaa- til middelskornig. Lerglimmerskiferens skiffrighed gik, hvor der var anledning at iagttage forholdet, nogenledes parallelt med grænsefladen. Ved Grønlidsæter og Kvistsæter er sandstenen gjen-nemgaaende massiv uden tydelig lagning; et sted kunde dog noteres en faldretning paa omtrent 30° i østlig retning. Naar man fra Bjørnhøft sæter tager veien mod sv., gaar man først over isskurede sandstenklipper; dernest har man en brat opstigning indtil henimod Grønsennknipens øverste rygkam over konglomerat. Stenene i dette er en graa og violetagtig graa kvartsit; hvis der er spor af presfænomener, er det i ethvert tilfælde ikke mere end spor. Grundmassen i konglomeratet er sandsten; den kan undertiden forherske saaledes, at man faar sandsten, der kun indeholder en og anden rullesten indstrøet; i andre tilfælde forekommer rullestenene lagvis (hvor lagning er seet, hældte den i nordøstlig retning); men det regelmæssige er dog vel, at rullestenene ligger tæt i tæt med forsvindende grundmasse og uden lagning. Grænsen mod graniten, der udgjør fjeldets øverste ryg, er bedækket. Noget i nord for dette sted iagttoges et, dog ikke meget tydeligt, strækningsfænomen i konglomeratet. Under den videre vandring nordover langs fjeldets østside sees paa en strækning af et par km. intet konglomerat, saa kommer atter denne bergart; den er her presset, og har presfladen mest hældende i sydlig og sydvestlig retning; desuden kan man se bugtninger af presfladen. Foruden stene af kvartsit er der i konglomeratet ogsaa enkelte af granit; konturerne af disse har ved de forandringer, bergarten har været underkastede, tabt noget af sin skarphed. Stene af granit saaes ikke i konglomeratet længer syd.

Den svære fjeldmasse, som reiser sig i nord for Vangsmjøsens østlige del kaldes *Vennisfjeldet*. I sydfoden af det har man, som før nævnt, grundfjeld og derover liggende lerglimmerskifer. Jeg har fra gaarden Remme steget op paa fjeldets østlige del til et sted, hvorfra Hugakollen sigtedes mod sø. t. s. Omtrent $\frac{2}{3}$ op fra vandet er der langs efter fjeldsiden en afsats, hvor der er græsgange og et par sætre. Nedenfor har man kvartsit med lerglimmerskifer indimellem; dette maa endnu regnes til lerglimmerskiferafdelingen. Lagningen er foldet og strygende ø.—v. Derover kommer i steile fjeldskrænter med en mægtighed paa en 500 meter sandstenafdelingen, der her for største delen er udviklet som kvartsit. I en kløft, hvorigjennem jeg steg ned, og hvorfra der sigtedes til Hugakollen i sø., var der en nok saa betydelig lagtykkelse af hvid splintrig kvartsit; ellers fremherskede lys hvidagtig og graalig kvartsit, som indeholdt feldspat, ofte rødlig af farve; tildels havde denne feldspatførende kvartsit et ganske sparagmitagtigt udseende med vel udviklede korn af feldspat og kvarts paa indtil en hasselnøds størrelse. Faldet var mod nord, nederst var det ikke paa mere end omtrent 15° , høiere op iagttoges fald paa 30° og øverst paa 50° .

Paa sydøstsiden af *Skjoldfjeld* har jeg ogsaa forsøgt at faa rede paa sandstenafdelingen, men fandt den ikke typisk udviklet. Jeg steg op fra gaarden Steile. Under den første del af vandringen er fjeldet, som bestaar af lerglimmerskifer, meget bedækket. Saa følger høiere op graa feldspatførende kvartsit, som er smaa kornig og har et fyllitgneisagtigt udseende. Sammen dermed forekommer en del planskifrig lerglimmerskifer. Bergarten viser foldning; den øverste del af fjeldet bestaar af gneis. Nedstigningen foretog jeg langs den lille elv, der sees paa kartet i sv. for Steile. Her staar kvartsit og gneis; kvartsiten er hvidagtig; gneisen har tildels ogsaa denne farve; men desuden forekommer der graa, smaa kornig fyllitgneis. Bergarterne ligger gjennemgaaende fladt; hos gneisen er der seet strækningsstruktur rettet nv.—sø.

Fra sydøstsiden af fjeldet *Bølgen* meddeler professor H. Mohn i dagbog fra 1859 et profil. Efter dette har man i foden sort lerskifer med baand af drøi hvid kvartsit. Derover



Skjoldfjeld seet fra Vangs kirke.

Ved gaarden Steile (S.) har man de terrasseformige afleiringer, der vil beskrives i det følgende. Under opstigningen gaar man først over lerglimmerskifer, saa passeres sandstenafdelingen mellem 1 og 2. Øverst er granitafdelingen. Nedstigningen foretoges ved 3.

ligger en afdeling af „brudstykke-(feldspat-)kvarts, kvartsskifer med feldspatøine, hvid kvartsskifer“. Disse lagede bergarter ligger fladt. Ovenpaa hviler „folieret syenit.“

Granitafdelingen.

Denne bergartgruppe omfatter ogsaa en del gneisagtig bergart, og inden den optræder ogsaa en del gabbro, saaledes som vil sees i det følgende. Jeg har fornemlig studeret den i de tre fjelde Syndinnfjeld, Bukonefjeld og Grønsennkipen. Graniten danner, som fremstillet paa den før meddelte skematiske tegning, en pladeformet masse, der ligger dybest efter en midtlinje langs Helinnvandets dalstrøg og løfter sig opad

til siderne. Man kan sammenligne granitpladen med en bog, som ligger paa bordet med ryggen, og som man holder paa at lægge sammen med begge hænder, idet man løfter permen op. Granitpladens grænser er tilgængelige overalt undtagen netop i dybeste dalen. Karakteristisk er det, at graniten ved grænsen indtil i en afstand af nogle meter fra den har et eiendommeligt tæt og urent udseende. Man faar det indtryk, at graniten er et parti grundfjeld, som er skudt fladt henover et underlag af yngre bergarter og herunder har lidt en indre opknusning langs glidfladen. Vi skal først se paa Grønsennknipen.

Grønsennknipen. Naar man fra Nøset sæter-hotel stiger op mod nnø., gaar man først over lerglimmerskifer. Nogen regel for skifrihedens hældningsretning lod sig ikke iagttage. Hvor der ikke laa bedækningsmasser over, var lerglimmerskiferen opmuldret i overfladen og bedækket med et jordlag, der var ganske tyndt, kun 2—10 cm. I høide med de øverste sæterhytter, omtrent 1100 m. o. h., møder man granitformationen. Grænselinjen er her dækket af ur. Den første bergart, man træffer paa over denne, er en gneisagtig bergart med skifriheden hældende 30° mod n. t. n. Bergarten er smaakornig, mørk grønlig graa og antagelig kloritholdig. Der forekommer i den linseformede partier af en lysere kornig protoginagtig gneis. Disse linser viser sig i tværsnit mest at være paa en haands eller et hoveds størrelse. Stiger man fra grænsen videre opad, gaar denne bergart over i en middelskornig, rødlig, glimmerfattig eller glimmerfri granit. I overgangsbeltet veksler granitisk bergart med saadan, der ligner den underste bergart, men er mindre udpræget skifrig. Den granitiske bergart viser antydning til planparallelstruktur. Den vertikale afstand mellem den underste gneis og vel udviklet granit kan være omtrent 10 m. Maaske er det andet end en tilfældighed, at skiferen, som man træffer nedenfor grænsen indtil omtrent $\frac{1}{2}$ km. fra den, ogsaa med sin skifrihed hælder i nordøstlig retning omtrent 30° Øverst oppe paa fjeldet ved dets sydligste top sees der tildels i graniten planparallelstruktur og en der-

med sammenfaldende lagning, der minder om lagning i grundfjeld. Faldet var i sydlig retning. Fra Svensjinn sæter har man i retning mod nø. først lerglimmerskifer med omtrent 60° i nordøstlig retning hældende skifrigheid. Man kommer saa til en bedækket omtrent 15 m. høi steil skrænt og staaer ved granit. Grænsen ligger her omtrent i samme høide som ved Nøset. Graniten er ved grænsen uren grønliggraa kloritholdig. Pletvis sees i den smaa kornig feldspat; ellers er den en for øiet tæt masse. Høiere op faar graniten et typisk udseende, er rødlig, middelskornig, glimmerførende; den har ofte parallelstruktur og et steds var denne vel udpræget; der var baade en planparallelstruktur hældende steilt mod nnv. og en strækningsstruktur hældende omtrent 20° i nordlig retning. Lidt dioritisk bergart forekom ogsaa. Jeg var nu kommet op paa fjeldets ryg og vandrede nordover langs den. Man har her middelskornig granit; tildels sees i granit, der har almindeligt udseende, en varietet som den grønliggraa ved grænsen; maaske har man paa saadanne steder for sig knusningsbælter inden graniten. Ved den nordligste varde er der et lidet parti af en dioritisk bergart. Grønsennknipen har været overflodmet af is; man ser nemlig oppe paa ryggen enkelte stene af lerglimmerskifer blandt de øvrige, der bestaar af stedets egen bergart; paa skraaningerne, der hvor jeg steg op, var der endog noksaa anseelige afleiringer af morænemateriale. Stene af lerglimmerskifer tiltager i mængde nordover. Nogle faa stene af kvartsit og af kvartskonglomerat er ogsaa seet. Mod nord henimod Grønsennsæter smalner fjeldet af til en ryg, der er langt smalere end paa amtskartet angivet. Paa ryggens ganske lave østskraaning ved dens nordende omtrent 1 km. i øst for Grønsennsæter kan man iagttage den umiddelbare grænse mellem graniten og det tilstødende lagede fjeld. Her forekommer lerglimmerskifer med lag af blaakvarts paa et par meters mægtighed. Sammen med blaakvartsen optræder der tildels kvartskonglomerat. Hvor blaakvarts og granit støder sammen, er de ikke overalt lette at skjelne fra hverandre ved første betragtning; begge er de nemlig urent mørkegraa uden

tydelig kornighed, og begge synes de at kunne blive lidt skifrige. Graniten kjendes vel bedst paa, at man i den ser smaa pletter af tydelig kornig feldspat. Omtrent 30 m. fra grænsen bliver graniten almindelig middelskornig. Lerglimmerskiferens skifrighed hælder mod sv. og s. I sidstnævnte tilfælde gaar skifrighedens strøg paa tværs af grænselinjen; den øst-vestlige strøgetning er seet saa nær ved graniten, at der kun var et bedækket rum paa 2 m. imellem.



Profil over granitgrænsen ved Grønsennsæter.

*G*₁, middelskornig granit. *G*₂, omtrent 30 m. graa, tæt, forandret granit. *B*, blaakvarts. *L*, lerglimmerskifer.

Nede i dalbunden ved *Movand* findes ikke granit. Af morænegruset rager der op adskillige smaa kuppelformede fjelde; disse bestaar af dioritisk bergart og gabbro. Forholdsvis høit ligger en isoleret knaus, omtrent 1 km. i sø. for de vestligste huse paa Grønsennsæteren. Knausen, der maaler omtrent 1/2 km. tversover, bestaar af smaa kornig diorit, hvori der forekommer nogle pegmatitiske aarer. Den dioritiske bergart i smaa kupperen ved Kvithaugssæter er, hvor jeg har seet den, smaa — til middelskornig; hos den middelskornige varietet er de tavleformige feldspatindivider opløste til et kornig aggregat, og den mørke bestanddel udgjordes af en finkornig substans, antagelig hornblende opblandet med jernerts.

En af kupperne ved sydenden af Helinn kaldes Klanten og har et noksaa paafaldende udseende. Bergarten deri maa nærmest betegnes som smaa kornig gabbro. I forbigaaende kan nævnes, at der paa læsiden af denne fjeldkuppe i sydøstlig retning (paa figuren: mod betragteren) strækker sig en omtrent 300 m. lang moræneryg. Den fra betragteren bortvendte nordvestside er som den sydøstlige temmelig brat og viser skuringsformer. I vnv. for Kvithaugssæteren og 3—400 m. høiere end den, er der et parti af diorit og

beslægtede bergarter. Det rager op i kupper, som antagelig danner det paa amtskartet som Akslefjeld betegnede fjeldstrøg. Omgivelsen er, saavidt jeg har seet, granit. Den vestligste af kupperne bestaar af gabbro, som er finkornig ved grænsen mod vest. Denne kuppe, fornemlig dens finkornige del, gjennemsværmes af lyse aarer. Af disse bestaar



Klanten nær Strøsæter ved sydenden af Helinn. I baggrunden og til høire Syndinfjeld.

de større, der kan opnaa et par meter i tvermaal, af middelskornig granit. Talrigere er smalere aarer paa 10—12 cm. i bredde; de danner et maskenet, idet de omslutter gabbropartier med tilrandede konturer. Hovedbestanddelen i disse smalere aarer er runde, hvidagtige feldspatindivider, som er paa omkring $\frac{1}{2}$ cm. og gjør indtryk af at være en slags kugledannelser. Kvarts er tilstede i varierende, men aldrig fremherskende mængde; ogsaa den danner rundagtige korn. Idet der desuden, om end sparsomt, forekommer en grundmasse, faar bergarten noget porfyrisk ved sig.

Fra Strøsæter gik jeg mod nv. op paa *Syndinfjeld*, idet jeg holdt mig i vest for den paa fjeldets sydlige del opragende høide, Nøsekampen. Man gaar over granit. Ved begyndelsen af opstigningen blev noteret om denne, at den er middelskornig med sort glimmer, og at den tildels viser en steilt mod v. heldende planparallelstruktur samt antydning til en dermed sammenfaldende „lagning“ fremkommet ved afveksling af forskellige varieteter. Fjeldets øvre ryg er jevn og tildels noksaa flad; den er oversaaet med ur af stedets berg-

arter, nemlig først og fremst granit, der, saavidt seet, er ganske massiv, og ved siden deraf en del dioritisk bergart.

Hist og her rager op kupper af gabbro og dioritisk bergart. Kupperne, der ved sin mørke farve kraftig fremhæver sig fra omgivelserne, kan være fra omtrent 10 til omtrent 100 m. i tvermaal; medens de smaa rager ubetydeligt op, kan de større naa en høide af 20—40 m. En af de større kupper sees paa den nedenfor meddelte tegning tilhøire i himmelbrynet; en lavere ligger foran den. Af de 2 største kupper



En del af Syndinfjelds stendækkede ryg. Man ser mod vest; fjernest i baggrunden til venstre har man den saakaldte Hestebotten.

ligger den ene henimod fjeldets n. skraaning i ssv. for Haaken sæter; den anden (antagelig amtskartets Kruksbjerg) ligger paa randen af fjeldets steile styrtning ned mod Helinn ret i nord for Eilifsæter. Naar man stiger op paa denne klippe ad dens sydskraaning, ser man, at den underst bestaar af granit, og at kun toppen er gabbro. — Jeg steg ned af Syndinfjeldet i sv. for Haaken sæter. Først har man en brat skraaning med ur og grus, saa kommer man til græsdækket fjeld med tilrundede former, fremdeles granit. Denne faar nedad det før beskrevne smaa kornede til tætte grænseudseende. Umiddelbart over lerglimmerskiferen er der en omtrent 10 m. høi fjeldskrænt (1 paa den side 55 meddelte tegning) af en finkornig, graa gneisagtig bergart med fald paa omtrent 50° i sydvestlig retning. Lagningen viser glidningsfolder, og antagelig er bergarten selv, hvad angaar dens nuværende udseende, et forskydningsprodukt. Et sted, hvor der nederst i en klippeskrænt stod lerglimmerskifer og to—tre m. høiere op den omtalte skifrig gneisagtige bergart, søgte jeg forgjæves efter en skarp

grænse. Lerglimmerskiferen tiltog i haardhed opad; den syntes at blive kvartsholdig og i udseende at nærme sig den gneisagtige bergart. Lerglimmerskiferens skifrigheid falder ved grænsen som den gneisagtige bergart. At lerglimmerskiferen ikke viser fænomener ved grænsen, der kan peges paa som frembragte ved pres, kommer kanske af, at den i opknust, presset og sammenkittet tilstand bliver lerglimmerskifer som før. Det kan forresten tænkes, at den beskrevne gneisagtige bergart er fremkommet ved sammenknadning af granit og skifer. Sydover hæver granitgrænsen sig først noget, saa skraaner den ved Nøsesæter nedover, saaledes som det sees af tegningen. I en bæk, som rinder ned fra Nøsekampens østside i syd for Nøsesæteren er der blottet gneisgranit, som er bemærkelsesværdig, fordi den har et typisk grundfjeldsud-



Bukonefjeld (B) seet fra øst nemlig fra Grønsennknipens sydvestskraaning. I forgrunden tilvenstre har man Svensjinnns øvre ende (S). De tre smaa prikker betegner den nordligste Svensjinnstøl. Mellem X og X har man grænsen mellem lerglimmerskifer og granit paa Bukonefjeld (B). M er Movand. K er Kvithaug sæter. H er Helinn. I det fjerne sees Grindefjeld G.

seende. Medens de granitiske bergarter forresten i egnen ikke udenvidere lader sig erkjende som grundfjeld, er habitus her umiskjendelig. Bergarten er middelskornig, rødlig, med planparallelstruktur heldende steilt i vestlig retning. Den er gjen-nemsat af grovkornige aarer, der fornemlig følger parallelstrukturen. I ur, som er nedramlet fra fjeldet, saaes foruden denne gneisgranit ogsaa en del dioritisk bergart, og man tør

vel slutte, at den øvre del af Nøsekampen, der udmerker sig ved mørk farve, bestaar af denne bergart.

Jeg har været to gange oppe paa *Bukonefjeld*. Første gang steg jeg fra Halvard sæter op paa fjeldets sydligste top, der er noget (maaske 30 m.) lavere end den nordlige. Graniten her oppe er middelskornig og viser tildels en steiltstaaende øst-vest-strygende planparallelstruktur. Ved Halvard sæter strækker grænsen sig opad fjeldsiden. Graniten hæver sig over skiferen med en lav, men langstrakt fjeldvæg, langs hvis fod der ligger en stribe af sne til langt ud paa sommeren; paa Bukonefjeldets sydvestside gaar grænsen omtrent vandret og høit oppe. Paa nedstigningen til Grunke sæter saa jeg paa granitens beskaffenhed ved grænsen. Selve berøringslinjen med lerglimmerskiferen er bedækket. Den nærmeste granit er graa, tæt; allerede omtrent 1—2 meter fra grænselinjen er dog bergarten nogenledes tydelig kornig; udpræget kornig var den saa langt som 5 m. derfra. Fjeldet her ved grænsen var meget opsprukket, saa det var vanskeligt at faa haandstykker af det. Den anden gang, jeg steg op paa fjeldet, gik jeg fra Storlidsæteren i nordøstlig retning. Ogsaa her er grænselinjen overdækket; den første granit man møder, er antagelig 5—10 m. fra den og er uregelmæssig kornig. Paa nedstigningen til Kvithaug sæter fandt jeg, at elven, som rinder ned her, i hele sit leie kun har blottet granit.

Fjeldstrøget i nv. for Skogshorn ser fra Nøset hotel saaledes ud. Før (nederst side 58) er omtalt et fælæger ved foden af fjeldene; derfra har jeg vandret op paa det saa-



Fjeldstrækningen i nv. for Skogshorn. Sk. Skogshorn, 1, 2, 3, 4. Første, andet, tredie og fjerde horn. Ø. Ørebratten. Sv. Svensjinn. B. Foden af Bukonefjeld.

kaldte 4de horn, der ligger omtrent 7 km. nv. for Skogshorn. Jeg steg først op mod nv. over en graa, tæt, tildels hornstenagtig udseende, gneisagtig bergart uden tydelig parallelstruktur. Dernæst følger dioritisk bergart og saa finkornig gneisagtig bergart; denne viser tildels planparallelstruktur, saaledes etsteds med fald 30° mod vsv. Glimmeren er hindeagtig af et lerglimmerskiferagtigt udseende og bergarten saaledes at betegne som en fyllitgneis. Den sidste og længste del af opstigningen foretoges i sydvestlig retning over en urbedækket fjeldskrænt af en massiv, granitisk bergart. De enkelte mineralkorn udhæver sig ikke tydelig fra hverandre for det blotte øie; den mørke bestanddel er sparsomt tilstede og ser ud til at være kloritagtig. I de sidste 200 m. (vertikalt maalt) gaar man over diorit, dels tydelig kornig, dels tæt. Efter fjeldets grønligsorte udseende at dømme opbygger diorit ogsaa Ørebratten og en stor del af fjeldene vestover og sydover. Jeg gik nedad 4de horns sydside. Der forekommer her i dioriten nogle gneispartier. Planparallelstrukturen, som tildels er vel udpræget, helder steilt mod sø. Endel af bergarten er øiegneis med indtil hasselnødstore, rødlige øine i en grønliggraa tæt grundmasse. Gneispartierne har sine største dimensioner i strukturens strygningsretning.

Fra sydfoden af 4de horn gik vandringen omtrent 2 km. over en stenfly paa 3die horns sydvestside. Stenenes bergart var mest diorit. Jeg kom nær henimod den elv, der rinder mod øst mellem 3die og 2det horn. Her har en graa middelskornet gabbro adskillig udbredelse. Nedstigningen til sæterregionen foretog jeg mellem 3die og 2det horn straks i syd for en snebræ, der danner et vandret liggende baand. Først havde man en smaa- til finkornig diorit; denne indeholdt over et strøg, som kunde maale 3—400 m. indsprængt magnetjern i større eller mindre mængde (bergarten virkede paa magnetnaalen). I smaa aarer (jeg saa ingen tykkere end et par cm.) forekom magnetjernet ganske rent. Slutningen af nedstigningen skede over smaastenet ur med stene af gneis og en

del dioritisk bergart, hvorpaa fulgte i fjeldfoden lerglimmerskifer og kvartskifer indtil fælægeret.

I forbigaende er blevet nævnt, at den øverste del af *Skjoldfjeld* bestaar af gneis. Den bergart som man møder nærmest over den før omtalte planskifrige lerglimmerskifer er smaa-kornet; opad ved den øverste rand af den mod Vangsmjøsen vendende fjeldside (ved 2 paa tegningen side 62) begynder middelskornet gneis-granit og gneis af et udseende som gneis tilhørende grundfjeldet. Faldet er fladt mod vnv. Naar man er kommet op for fjeldbrynet, staar man paa randen af en bottenformet dalsænkning, der gaar ned mod sø. mod Skakadalen. Paa dens sydvestside sees foruden gneisgranit ogsaa en del smaa-kornet graa gneis; bergarternes struktur viser foldninger. Under nedstigningen fra dalmundingen mod Skakadalen gaar man først over gneis-granit, mest massiv men ogsaa med tydelig planparallelstruktur faldende steilt mod ssv., saa træffer man, som før omtalt, kvartsit og gneis.

Over den feldspatførende kvartsit i *Vennisfjeld* paa nord-siden af Vangsmjøsen kommer rødagtig gneis, hvis struktur hælder som sparagmitens lagning 50° mod nord. Uagtet fjeldet ved grænsen var vel blottet, var det mig dog ikke mulig der, hvor jeg undersøgte forholdene, at sætte fingeren paa nogen skarp skillelinje mellem formationerne. Bergarterne optræder nemlig med modifikationer, der antagelig er fremkomne ved, at man her har en overskydningsflade. Sparagmiten har noget gneisagtigt ved sig og viser ofte smaa-foldning. Gneisen, som længere fra grænsen er smaa-kornet, er finkornet in ved grænsen indtil kanske et hundrede meter derfra. Talrige løse stykker, der ser ud som almindelig grundfjelds gneis-granit, viser, at andre varieteter ikke staar langt borte. Omtrent 500 m. i nord for grænsen begynder et over flere km^2 udbredt strøg af middelskornet dioritisk bergart, der in ved gneisen (indtil kanske 50 m. fra den) er tæt, mørk og som det synes forandret, idet den har noget serpentinagtigt ved sig.

III. Istidsgruset. Skuringsstriber.

Bræbevægelsens retning I Valdresdalen ved Vang kirke og derfra østover har bræbevægelsen, i det mindste under den sidste del af istiden, fulgt dalens retning mod øst. Over plateauet i syd herfor og fjeldgruppen ved Helinn har derimod isens bevægelsesretning været den for denne landsdel herskende nemlig mod sø. Jeg har noteret mig skuringsstriber paa følgende steder. Omtrent midtvejs mellem Langestøl ved Tisleia og Tyriholt sæter sø. t. ø., Fjeldsæter sø., Kjinnholt sæter sø., Kristsæter sø. og en mindre udpræget skuringsretning ø., Grunkesæter øsø. Sydenden af m. Syndin vand sø. Grytesæter sø. Toppen af Hugakollen ø. Omtrent 1 km. mod ssv. for Vangs kirke sø. t. ø. S. Remme ønø.

Istidsgrusets ringe tykkelse paa høifjeldsfladerne. Landskabet har over sig et jævnt dække af istidsgrus. Dette er gennemgaaende tyndt; tykkelser paa kun $\frac{1}{2}$, 1 til 2 meter er saaledes raadende over store strøg; i fordybninger kan dog mægtigheden blive betydeligere. Strøget ved Movand er omtrent det eneste, hvor istidsgruset forekommer i udprægede morænehauge.

Fast fjeld træder fornemlig frem i bratte fjeldsider. Forholdsvis hyppigt sees ogsaa fjeldbunden oppe paa fjeldenes rygge. Sjelden sees den derimod paa plateauet, hvor sætrene ligger; her kan man komme til at vandre baade langt og længe, før man opnaar at faa tag i lidt fjeld af lerglimmerskifer eller blaakvarts.

De øverste fjeldes rygge. Fjeldenes øverste fladere dele frembyder et eiendommeligt udseende. Gruset heroppe er nærmest at betegne som ur, idet det bestaar af kantede og kantstødte stene uden finere materiale, altsammen nøgent og trøstesløst. Foran side 67 er givet en liden afbildning af Syndinfjeldets øverste del. [Oppe paa Bukonefjeld havde fjeldet og urmasserne over sig et grønligt skjær, som man paa afstand kunde tro kom af bergartens natur; men som skyldtes en gul lavart (*paramellia parietina?*)].

Det faste fjeld, som sees i disse høider, er opløst i blokke, og der er ingen klipper med tydelige isskuringsformer, end mindre med skuringsfurer. Dioriten paa toppen af det før nævnte 4de horn stak op i smaa takkede klipper, og der bemerkedes ingen tegn paa, at nogen bræbevægelse havde virket. Ogsaa paa ryggen af de andre fjelde, Syndinfjeld, Bukonefjeld, Grønsennknipen, ser det ved første betragtning ud som om forholdet skulde være det samme, idet stenene aldeles fremherskende er af stedets bergart. Ved nøiere undersøgelse finder man dog, at der er en og anden fremmed gjæst indiblandt; navnlig lægger man merke til stykker af lerglimmerskifer og kvartsit saaledes som allerede foran er nævnt for Grønsennknipens vedkommende. Der maa følgende i et tidsrum af istiden have fore-



Pletter af lerholdigt grus paa en flade af stenblokke.

gaaet en bevægelse af ismasserne over disse høie fjeldrygge, om den end kan have været meget langsom og ikke paa nogen bemærkelig maade har virket transporterende paa de ved forvitringen af stedets bergart dannede stenmasser. Eiendommeligt var hvad jeg lagde merke til oppe paa ryggen af Bukonefjeld, at stenene viser en anordning efter størrelsen i flekker og striber; stenene er nogle steder gjennemgaaende store, andre steder forholdtvis smaa. Denne sortering af materialet er dog saa ubestemt og utydelig, at man kun lægger merke til den ved nøiere eftersyn.

Et lidet men ganske eiendommeligt fænomen iagttog jeg oppe paa Syndinfjeld. Paa et omtrent vandret strøg af urmaserne, hvor der stod vand mellem stenene 20—30 cm. under overfladen, forekom der en del rundagtige pletter af smaastenet lerholdigt grus. Ovenstaaende tegning viser nogle af dem. Jeg

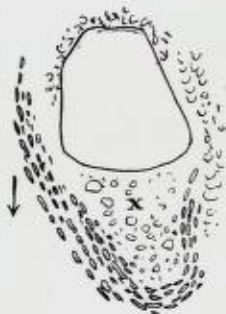
glemte at notere pletternes tvermaal paa stedet, det kan være saa 1 til 2 meter. Udad mod omkredsen er pletterne bevoksede med smaa pudeformede partier af mose, renlav, islandsk lav og andre lavarter, og derimellem trives nogle fjeldvidjer og andre høiere planter. Friskest er vegetationen i den yderste brem, og den holder som det synes paa at udbrede sig videre. I midten er gruspletterne mere eller mindre nøgne, blandt planterne her er især enkelte spredte dotter af græs at nævne. Stenene inden pletterne tiltager i størrelse fra midten af udover, de er hoist æblestore. Gruset er som sagt lerholdigt; med det samme man træder paa det, kjendes det stivt; men vedbliver man at træde en stund paa samme sted, bliver det plastisk, saa fødderne synker fuldstændig ned; samtidig er gruset dog i paa-faldende grad seigt (i lighed med viskelæder), noget som utvivlsomt kommer af, at det, uagtet vegetationen ovenpaa er saa tarvelig, gjennemvæves noksaa tæt af rødtrevler. Det lerholdige grus ligger ikke oppe paa overfladen af uren; men udfylder tallerken- eller skaalformige fordybninger i den, hvad jeg overbeviste mig om ved at grave i gruset med hammeren. Et paa-faldende forhold er det, at fladere stene indved gruspletterne er reiste op paa kant og staar tangentialt til pletternes periferi. Paa det afbildede sted var dette ikke paa-faldende, og der er ikke taget hensyn dertil paa tegningen; men paa et andet sted, hvor der var mange flade stene, var forholdet tydeligt. Ved første øiekast ser det ud, som om pletterne havde vokset udover og med magt trængt urens stene til side; maaske dog at sagen kan forholde sig omvendt, idet urens stene bringes i bevægelse ved sne, som fryser og tør imellem dem, og at flade stene herunder reises op og skyves med fladsiden mod de lerholdige gruspartier, der i frossen tilstand danner sammenhængende klumper.

Foruden de beskrevne pletter var det andre lignende, som væsentlig bestod af smaasten uden sand og ler. Disse dannelser staar kanske i sammenhæng med den omtalte sortering af løsmaterialet. Paa det første sted, hvor jeg saa

dem, tænkte jeg, at de kunde være opstaaede paa steder, hvor der havde ligget en enkelt større blok af lerglimmerskifer, som var smulret op; en hel del af smaastenene bestod nemlig af lerglimmerskifer. Grunden hertil var vel imidlertid kun den, at lerglimmerskifer overhovedet let danner smaastene; thi jeg fandt andre flekker af samme slags, hvor lerglimmerskifer kun indgik for en ringe del som bestanddel af gruset; desuden laa der blokke af lerglimmerskifer hist og her i den storstenede ur, uden at der var frembragt noget grus af dem.

Bevægelse i gruset paa høiliggende fjeldskrænter. Bukonefjelds sydvestskraaning bestaar, som vi har hørt, indtil op imod ryggens øverste af lerglimmerskifer. Grusdækket udgjøres for den allervæsentligste del af flade fliser tilhørende denne bergart. Overfladen frembyder i de høiere dele af fjeldet enkelte smaa særegenheder. Vegetationsdækket ophører opad saavel ved, at det tyndes ud, som ved, at der i det optræder større og større bare flækker. Antagelig hænger dette sammen med, at sneen ligger pletvis igjen langt ud paa aaret, og at der indtil den er gaaet fuldstændig bort er en mængde smeltevand.

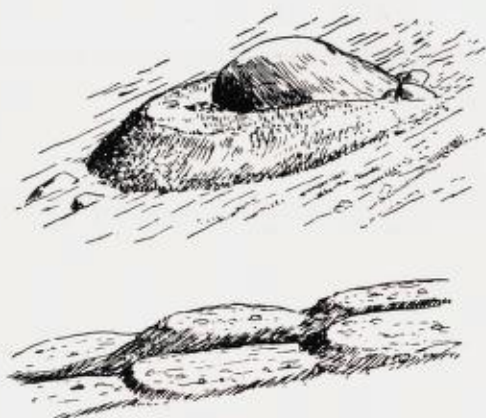
Stenfliserne er som regel opreiste med hældning paa skraa indover mod bakken; tildels ser man ogsaa, at de inden mere eller mindre tydelige striber, der strækker sig i fjeldsidens heldningsretning staar paa høikant med fladsiderne langs efter striberne. Det er en ikke fjerntliggende forestilling, at stenene er opreiste ved en slags strømning i massen. I overensstemmelse hermed er det, at „strømningen“ ikke viser sig paa læsiden af større blokke. Etsteds var forholdet saaledes som paa hosstaaende lille figur afbildet. Terrænet hældte omtrent 10° i pilens retning. Blokken bestod af gneis og maalte omtrent 2 m. tversover. Paa læsiden ved x var der grus af



Grus af flade smaastene omkring en blok.

smaa sten, der laa fladt; rundt om var gruset noget mere storstenet og stenene stillede paa høikant saaledes som fremstillet.

Ogsaa lidt længer nede paa fjeldsiden var der tegn til en bevægelse i grusmassen. Denne var her noget lørholdig; smaastenene deri bestod af lerglimmerskifer, dog med nogle gneisbeter imellem. Vegetationen var forholdsvis rig, navnlig fandtes der meget smælegræs, *carex trifida*. Omkring større vandblokke var gruset oplagt i endommelige smaa masser, saaledes som fremstillet paa det øverste af hosstaaende figurer.



Smaa terrasser i lerglimmerskifer-grus. Bukonefjeld.

Marken omkring havde en skraaning paa 20° . Den afbildede miniaturretasse hævede sig indtil omtrent 80 m. over omgivelsen og maalte omtrent 3 m. tversover. Oppe paa dens flade paa nedsiden af stenen var gruset paa en flæk bar, forresten var den lille terrasse bevokset med smælegræs. Den nederste tegning viser en anden slags smaaterrasser i gruset paa samme strøg; de forekom uafhængig af større blokke. Deres bredde regnet efter bakkens hældningsretning, kunde være omkring 1—2 m. Tvermaalet, naar man maalte langs efter bakken, var større; dette træder dog ikke frem paa tegningen paa grund af den perspektiviske forkortning. Ydderrandene var bevoksede med *carex* og lyng; vegetationen ovenpaa var tarvelig.

Aaser og moræner paa høifjeldet. Gaar vi i det undersøgte strøg lavere ned i terrænet, ned i dalbundene og paa sætervidderne, frembyder aaser og moræner sig til undersøgelse. De optræder ikke i den omhandlede egn med store maal hverken hvad udbredelse eller volum angaar, men de er i regelen vel udprægede dannelser, som ikke har faaet sine karakteristiske former udviskede ved senere forandringer, og som det saaledes er en fornøielse at studere. En vakker aasrække har man langs østsiden af Svensjinn. Paa den sydlige del af Grønsennknipens vestskraaning hælder terrænet nederst kun 7° eller endnu mindre mod vandet. Ved den herværende n. Svensjinn sæter begynder aaserne og strækker sig derefor sydover (se kartet). I begyndelsen er



Aasdannelse ved Svensjinn.

de lidet fremtrædende og uregelmæssige. Ved s. Svensjinn sæter og forbi Nøset sæter har man dem som langstrakte rygge, der er henimod 20 m. høje. Ved s. Svensjinn sæter optræder der flere parallelle rygge omkring 70 m. over vandet. Mellemrummene mellem de forskellige rygge er mest horizontal mark, og man kan opfatte terrænformen saaledes, at der langs fjeldfoden ligger terrasser, der er forsynede med brystværn eller volde langs sine yderkanter. Tegningen viser en del af en saadan terrasse med brystværn. I det fjerne tilhøire sees den sydlige ende af Svensjinn. Aasernes hovedretning er her nv.-sø.; forresten bugter de sig adskilligt og har udgrenende siderygge. Ved Nøset bøier aasrækken om mod sv. og gaar paa en strækning af omtrent 1 km. ned til

sjøens bred. Paa denne strækning er aasdraget opløst i langagtige hauge, der følger efter hverandre med forholdsvis noksaa lange mellemrum. Ved sjøen bøier rækken igjen om og fortsætter paanyt i sydvestlig retning indtil Flysæter. Ved ombøiningsstedet er der inde i vinkelen en omtrent 40 m. lang dam, der paa følgende tegning er fremstillet seet fra nord.

I den nærmeste haug sees der i forgrunden en liden gravning. Ved denne skal man for omtrent 20 aar siden have fundet et par spydspidser, et økseblad og et kar sammensat af flere plader, alt af jern. Folk havde heraf draget den feilagtige slutning, at haugen skulde være en med kunst



Aasdanuelser ved Svensjinn.

opkastet gravhaug. Aaskjedens fortsættelse langs stranden har adskillige afbrydelser. Den ryg, hvormed den ender i nærheden af Flysæter, er omtrent 100 m. lang, 6 til 10 m. høi og har som de fleste andre rygge en ganske smal overside, en formelig egg. Materialet i aaserne er for den væsentligste del fint grus med smaa stene, ja stene endog paa kun et hoveds størrelse er en sjeldenhed. Dog forekommer der ganske enkeltvis og paa en maade ligesom umotiveret svære blokke paa f. eks. $\frac{1}{2}$ m. i tvermaal. Mesteparten af stenene i gruset er kantrundede stene af lerglimmerskifer og skifrig blaakvarts; desuden forekommer tilrundede stene af granitiske, gneisagtige og dioritiske bergarter; navnlig er stenene af disse lidt længere borte fra komne bergarter ganske smaa. Herved er dog at merke, at i n. ved granitgrænsen nær Svensjinn sæter

bestod kun faa stene af lerglimmerskifer; de fleste var der af granit, og havde ogsaa for en del betydeligere dimensioner, idet hovedstørrelsen var noksaa almindelig. Et par steder saaes vasket og laget sand at indgaa som en bestanddel af aaserne. Rimeligvis er materialet i dem i sin helhed laget; men med sikkerhed kunde dog ikke dette fastsættes, da der manglede profiler. I nærheden af aaserne forekommer der adskillig dækkeformet udbredt sand og grus, som gjerne er gjennemfuret med fordybninger gravede af rindende vand. I en veigravning nær hotellet paa Nøset sæter saaes der i saadant grus lagning heldende omtrent som den underliggende fjeldgrunds overflade.

Den vestligste forgrening af Svensjinn heder Kvalen; langs nordsiden af den og langs en herliggende ø er der en aasrække. I n.v. herfor ved Storlidsæteren er der ogsaa nogle aasdannelser, der har sin længdeudstrækning langs efter dalen. En smuk liden aas kan studeres ved Kjiholt sæter i sø. for Grønsennknipen (antydnet paa kartet ved 3 smaa ringe). Aasen danner en skarp ryg 8 til 15 m. høi. Den strækker sig først i en længde af omtrent 200 m. nedad en mod syd heldende bakke og fortsætter saa omtrent 200 m. paa fladere terræn.



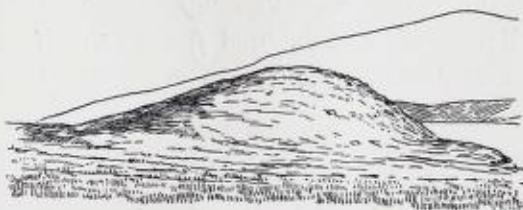
Aas ved Kjiholt sæter.

Aasen er bugtet og ledsages paa bakken af et par parallelrygge. Tegningen viser den del af aasen som ligger paa fladen. Den afbrydes af en bæk, hinsides hvilken der omtrent i dens fortsættelse rager op over det herværende morænegrus et par

mindre haug, saaledes som antydning i baggrunden til høire paa tegningen. Skraaningen af aasens sider er for en stor del saa steile som 35° . Materialet i den er grus med smaa stene (faa er som en knytnæve og lidt over). Bergarterne i disse er lerglimmerskifer og sparagmit, ganske undtagelsesvis ogsaa granitisk og dioritisk bergart. — I forbigaaende kan bemærkes, at den paa kartet antydede øv.-gaaende moræne (i syd for Kjiholt) i øst danner en jævnt hvælvet og bred ryg (bredde maaske 300 m., hoide 30—40 m.) I syd for Kjiholt sæter vider den sig meget ud og taber karakteren af ryg; her som ellers i terrænet er den kjendelig ved de mange og store blokke, der rager op over marken. Længere mod v. kan man forfølge den som haug og tilsidst igjen som en ryg op Grønsennknipens fjeldfod. En af Flysætrene benævnes betegnende nok „paa Haugen“, da den ligger paa en aas, der strækker sig et par hundrede meter i øst-vestlig retning. — Paa vestsiden af Svensjinn, der hvor der er smalest, rager der op af det flade terræn nok saa anselige morænehaug paa et strøg af omtrent 1 km.². Blokansamlingerne i syd for Flysæter er omtalt før. — Længer i sø. omtrent 1 km. i s. for Tyriholt sæter er der en aas omtrent 50 m. lang og 2—3 m. høi. Stenene i gruset var neppe mere end kantrundede; de bestod af lerglimmerskifer og kvarsit og naaede sjelden op til hovedstørrelse. Der var antydning til en lagning parallelt med overfladen, men intet tydeligt snit at se. Parallelt dermed og faa skridt derfra er der en anden ryg af samme art; ogsaa ved selve Tyriholt sæter er der nogle lignende dannelser, ogsaa de er smaa. Aasryggene gaar som skuringen mod sø. — Paa en strækning af et par km. midtvejs mellem Tyriholt og Fjeldsæter laa der mange stene af sparagmiter, et godt bevis paa transport mod sø. Paa de 2 km. nærmest i s. for Fjeldsæter var løsmaterialet sand, tildels lidt lerholdigt. Ved den østlige ende af Paalsætfjord er der grusafleiringer, rimeligvis aasdannelser.

Ubetydelige haug som de paa denne side omtalte, vilde man neppe lægge mærke til i et andet terræn end dette, hvor de paa-

faldende jævne, svagt bølgende høifjeldsflader lader selv ganske smaa afbrydelser i overfladen faa komme til sin ret. Ved Grøsennvand, der ligger straks i vest for Grøsennsæter, rager op fra den temmelig flade strand en haug, der ser ud som en



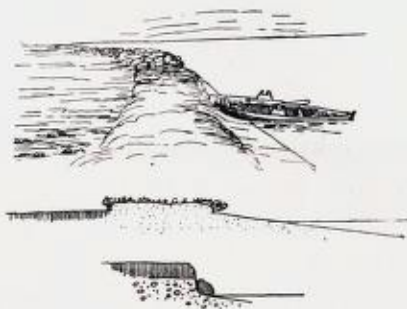
Formodet drumlin ved Grøsennvandets nordøstside. Seet fra øst.

kjæmpehaug og antagelig er en drumlin, det vil sige en haug af grundmorænemateriale. Haugen bestaar af grus, sand, stene, der hyppig maaler saa meget som 30—50 cm. i tværsnit og i enkelte tilfælde saa meget som 1 m. Stenene er kantede og kantrundede; endel bestaar af diorit og lerglimmerskifer, de fleste er dog af granit, og af dem har igjen mange udseende af at tilhøre egnens facies, saa materialet maa vel antages især at være tilført fra Syndinfjeldets vestside. Haugens skraaning var steilere (25°) mod nord end mod syd (15°). Paa nordsiden hæver den sig 8 m., paa sydsiden, hvor det tilstødende terræn er høiere, 6 m.

Den høiest beliggende aasdannelse iagttog jeg oppe paa Skjoldfjeld. I bunden af den før omtalte dal ligger der med længdeudstrækning parallelt dalen nv.—sø. nogle hauge af fint grus med enkelte store stene. Haugene er et par hundrede meter lange og omtrent 10 m. høie. De er brede og har en fladt hvælvet overflade.

Fjeldvandenes strande. Fjeldvandenes bredder fremviser undertiden nogle smaa særegenheder. Ved nordsiden af det lille vand nær Grøsennsæter strækker der sig en lav, flad myr ned til vandet. Langs bredden er der af vinterisen opkastet en omtrent $\frac{1}{2}$ meter høi vold, der paa en strækning bestaar af sand med grus og paa en anden af stene. Tegningen viser tilvenstre myren; i midten forrest sandvolden

og i baggrunden volden af sten. Nedenunder sees et tværsnit af sandvolden. Sandvolden hævede sig paa udsiden og tildels ogsaa paa indsidene, saaledes som antydte paa figuren, brat op og havde her paa siderne en frodig vegetation (ener, dverg-birk, vidjer m. m.). Paa udsiden af sandvolden var blottet en liden omtrent 1 m. bred fjære. Udenfor stenvolden saaes ingen saadan tør fjære; men ved foden af stenene be-



En liden strandvold opkastet af vinteris.

gyndte omtrent 20 cm. under vandet en udoverskranende grusbund. I forbigaaende kan bemærkes, at hvor morænegrus danner bredderne af fjældvande er der en steil $\frac{1}{2}$ til 1 m. høj skrænt af sten ned til vandfladen, almindeligvis med en ganske grund bund af grus udenfor. Denne steilrand skyldes sikkerlig vinterisen; hvor bredden er lav og flad, opskrues en udpræget vold. (En liden vold dannet ved opskruning af vinterisen, har jeg beskrevet og afbildet fra Langensjø paa Hardangerviddene i Chr. Vid. Selsk. Forhandl. 1896 no. 2 s. 30-39).

Østligst ved Grønsennvandet's nordstrand holdt bredden øiensynlig paa at ødelægges; myren, som var ca. 80 cm. tyk, gik der lige ud til vandet, som fremstillet ved den nederste figur paa tegningen og var afskaaret med et lodret snit; nedfaldne stykker laa i vandkanten. Langs bredderne af n. Syn-dinnvand er der en strandlinje i løsterrænet omtrent 3 m. over sommervandstand.

Løsmateriale i Valdresdalen. Tilslut skal meddeles nogle oplysninger om istidsgruset nede i Valdresdalen. Paa sydsiden af Vangsmjøsen munder ud Skakadalen. Ved elvens

udløb ligger der nede ved vandet et lidet nydannet delta. Følger man elven opover, kommer man straks ind i et dybt kløftformet leie, udgravet i lerglimmerskifer. Denne sees blottet ved *l* paa nedenstaaende tegning, hvor man i baggrunden har fjeldet Grindadne eller Grindeffeld, der øverst bestaar af massive bergarter. Den nedre del af dette fjeld er en stor li med et tyndt morænedække over skifer (øverst kvartsit?). Ovenfor deltaet strækker der sig langs elvens sydside en aasdannelse; denne er i den nedre del bredest og mægtigst og har her flere trappetrinformede af-



Løsterrænet ved Skakadalens munding.

satser oventil, saa den ligner vore sædvanlige terrassedannelser. Blandt afsatserne udhæver sig især to i en høide af saa omtrentlig 80 og 160 m. over vandet (*a* og *b* paa tegningen). Terrassedannelsen gaar efter omtrent $1\frac{1}{2}$ km. over i en smalere aasryg (*r*), der mod nord (tilhøre paa tegningen) skraaner ned mod elvekløftens rand og mod syd hæver sig indtil 10—20 m. over terrænet. Paa en strækning af et par hundrede m. er rygformen utydelig, idet der som det synes paa sydsiden støder morænegrus umiddelbart til aasen omtrent jevnhøit med dens overside. Materialet i terrasserne som i den mere udprægede aasryg er vasket sand og grus med kantstødte til noget afrundede, mindre stene. Jeg har ikke fulgt aasdannelsen mere end end 3—4 km. opigjennem dalen. Man kan kanske kortest karakterisere forholdene som en aas, der nedad gaar over i terrassegrus. Hvad dette angaar, har jeg nærmest tænkt mig, at det er afsat i en liden

sjø, dannet paa siden af en gletscher, som opfyldte hoveddalen og var i afsmeltning.

I strandkanten ved Vangs kirke forekommer laget sand og grus. Lidt i øst for den er der en omtrent 100 m. lang strand af grus med tilrundede smaasten. Gruset er oplagt til en vold omtrent 1 m. høi paa udsiden og $\frac{1}{2}$ m. paa indsidens.

Østenfor Vangsmjøsen et par km. til hver side af broen ved Tveit er dalbunden bedækket; her er haug, antagelig aasdannelser, bestaaende af sand og temmelig smaastenet grus, begge dele lagede. Saalænge man er paa grundfjeldet, bestaar omtrent alle løse stene af dettes bergarter; disse er ogsaa de talrigste saa langt syd som til Slidre kirke. Ved Lo, straks ovenfor Slidrefjord, er der i hovedelven en fos, fremkommet ved, at elven her falder ned paa siden af et ældre elveleie. Ved Slidrefjordens nordende er der en del delta-alluvium. Medens dalen ovenfor i grundfjeldet havde været en skovdal, er den ved Slidrefjorden bebygget høit opad siderne; der er vel ogsaa noget skov her; men den er ubetydelig og tyndtvokset. De af lerglimmerskifer bestaaende dalsider er jævne; dog stikker alligevel fjeld i flade klipper hyppig frem, da morænegruset, der ligger over fjeldgrunden, er ganske tyndt. Langt oppe paa dalsiden øst for Slidrefjordens nedre del sees der i morænegruset linjer, som hælder svagt mod syd og antagelig er at tyde som merker efter, hvor bræns overflade til visse tider har holdt sig uforandret under afsmeltningen. Nede ved vandkanten sees ingensteds afleiringer, der kunde tyde paa en tidligere høiere vandstand. Der er kun en enkelt sidedal, nemlig den, som Moelven har dannet. Ved dens munding er der en forholdsvis mægtig moræneafleiring; denne bestaar mest af smaafiser af lerglimmerskifer; stene fra grundfjeldet er her blevne ganske faa. Ved den gamle postvei omtrent 400 m. i øst for Fosheim station er der en jettegryde, som kaldes „Salen“. Bergarten paa stedet er lerglimmerskifer. Den øvre del af jettegryden er halv cylindrisk 5 m. høi. Tvers over maaler den 3 m. Dybden af gryden kjendes ikke, da den ikke er udgravet. Maaske ogsaa en

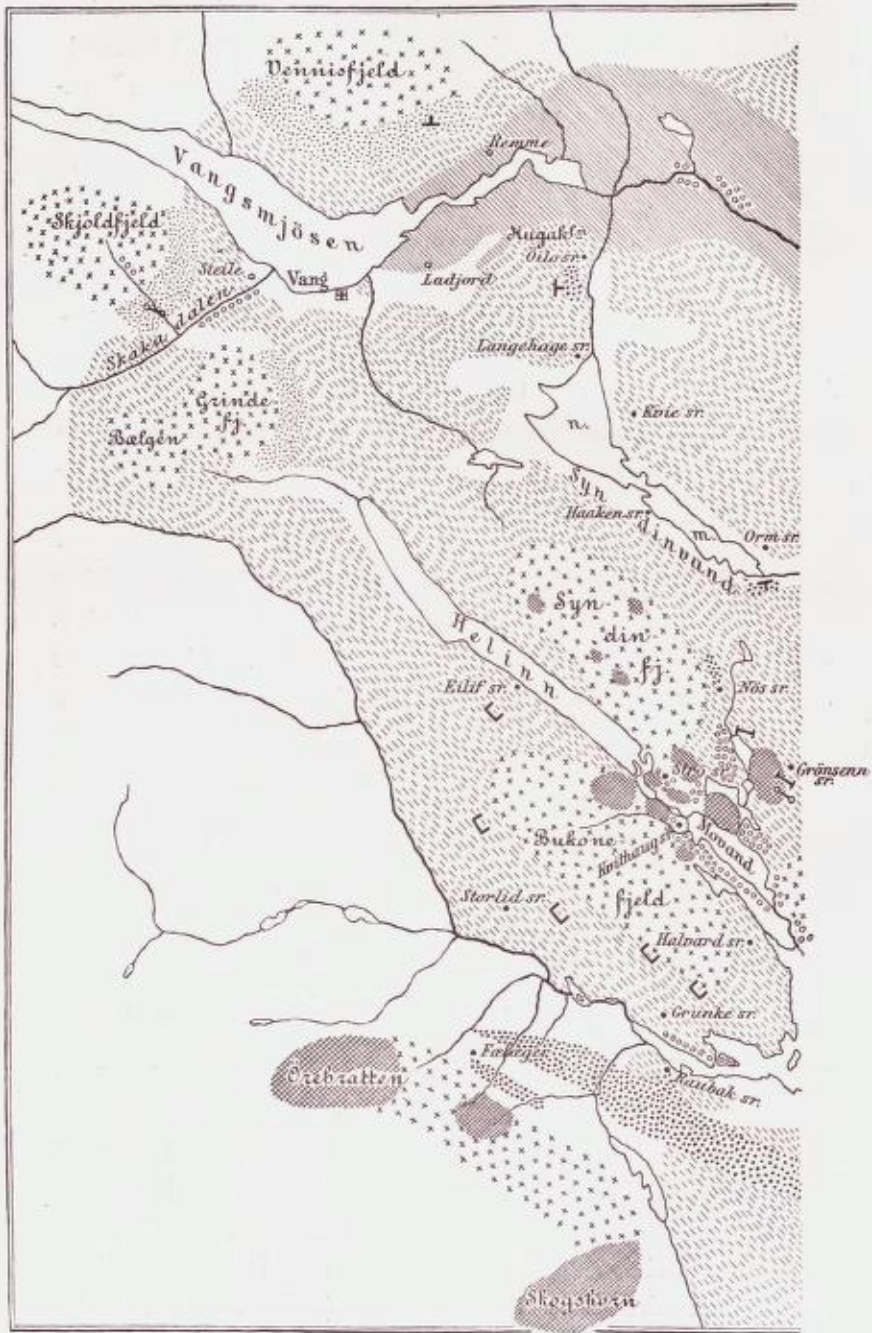
kilde, der findes omtrent 2 km. i ssø. for Fosheim sæter, kan fortjene omtale her i forbigaaende. Paa sydsiden af en elv er der et granbevokset, ujævnt terræn, tilhørende gaarden Brenden. Jorden er okkerblandet. Paa bunden af en liden pøl, der er omtrent $\frac{1}{2}$ m. i tvermaal og fyldt med løs mudder, sees et omtrent 5 cm. stort hul, som man kan stikke en staur omtrent 3 m. ned. Op af det kommer der vand, hvis mængde maaske kan anslaaes til 50 liter i minuttet. Langs vandaaren, der rinder fra opkommet, er jorden meget rød af okker; vandet, hvis temperatur om sommeren er omtrent 3° C., skal ikke fryse til om vinteren. Ole Fosheim sen. havde tænkt sig at kilden kunde faa værd som jernkilde; men hertil er jerngehalten sikkerlig for liden; der kjendtes nemlig ingen jernsmag.

Et par hundrede meter i nord for Ulnes kirke overskjærer hovedveien den nedenfor afbildede haug af vasket grus; ingen af stenene i dette er større end et passelig løft for en mand. Der er en utydelig lagning. Lidt grus af samme slags findes ogsaa nærmere til kirken; endvidere er



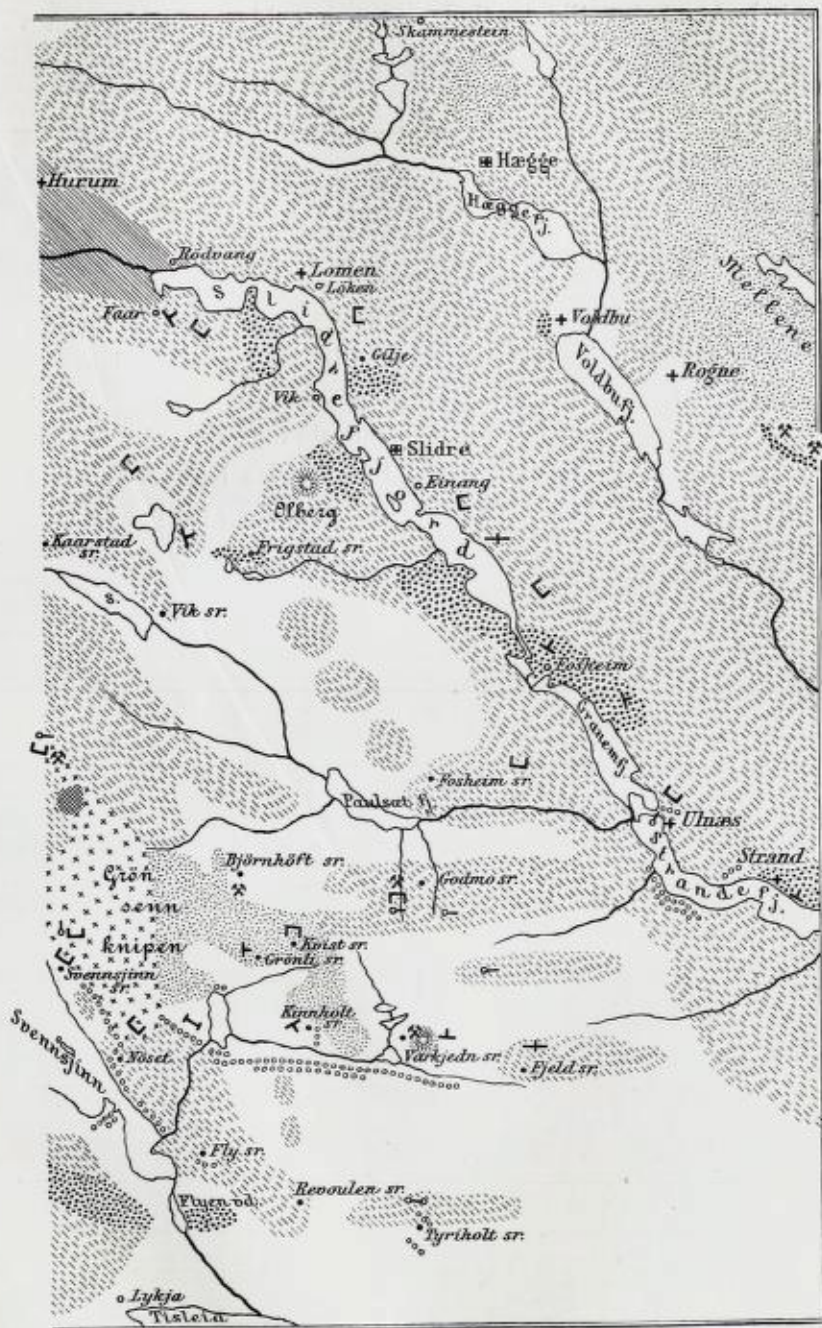
En aasdannelse i Valdresdalen ved Ulnes.

der ogsaa omtrent 1 km. i v. for Svennes nuværende kirke paa Strand et veisnit gennem en haug af grus, som er vasket og viser lagning. Denne var saavidt iagttaget conform med haugens overflade. Disse hauge maa henføres til aasdannelser. Nærmest som endemoræne maa man vel betragte nogle grusafler, som ligger paa fjeldsiden mellem Rye og Stokke, der hvor Strandfjorden (udenfor kartet) bøier om nogenlunde i en ret vinkel. Dette grus er gennemfuret



	Grundfjeld.		Lerglimmerskifer	} Silur.
	Blauknarts			

Geologisk kart over en del af høifjeldet.



Feldspatførende sandsten.

Granitiske bergarter.

Dioritiske bergarter.

Moræner og auser.

omkring Valdresdalen.

1 : 200 000.

af bække, der tildels rinder saa nær hinanden, at gruset imellem dem staar op som volde.

Paafaldende er mangelen paa tydelige tvermoræner i Vang, Slidre og Aurdal. Overhovedet gaar min erfaring ud paa, at man i hele det søndenfjeldske Norge kun finder svage spor til endemoræner mellem kyststrøgene, hvor de tildels er betydelige, og de nuværende isbrægne. Afsmeltningen af istidens bræmasser kan ikke have gaaet for sig saaledes, at der, medens den stod paa, har ligget virksomme bræer som istunger ned igjennem de forskellige dale. Mangelen paa endemoræner er en støtte for den forestilling, man er ledet ind paa af andre grunde (de opdæmmede indsjøer), at isdækket i det søndenfjeldske under afsmeltningen laa hen som en død masse, der gradvis aftog i tykkelse og omfang til, den ganske svandt bort.

Listerlandet.

Af Hans Reusch.

Listerlandet er en strækning af lavt land ud imod det aabne hav lidt i vest for Lindesnes. Det har form nogenledes som et retvinklet triangel. Den ene katheder fra Lister fyr længst i vest nordover til Penne er kort, nemlig 4 km.; den anden katheder er 14 km. lang og strækker sig fra Penne til Huseby. Hypotenusen, der er noget udbuget, dannes af kystlinjen.

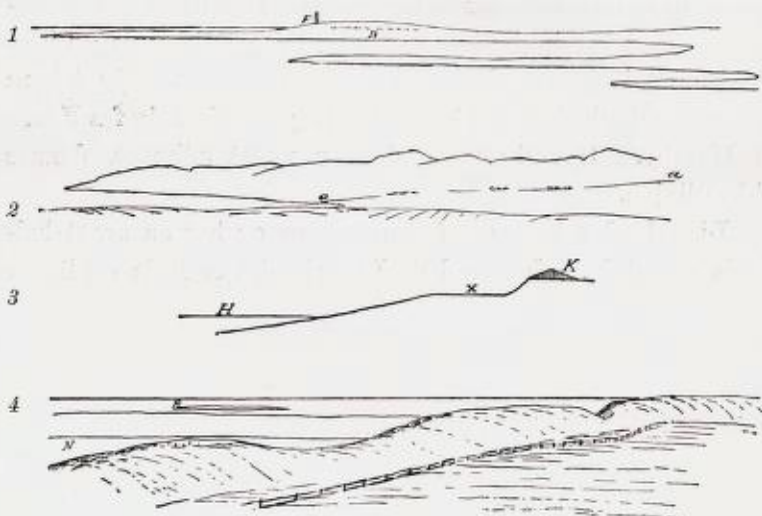
Listerlandet bestaar af morænegrus og har en svagt bølgende overflade. Næsten hele Listerlandet er fladt og ligger



Listerlandet.

lavere end 20 m., idet morænegruset alene mod nord ind mod fjeldene hæver sig med skraaninger paa 10° til 12° . Navnlig naar det ved Nordborg og det nærliggende Skjeibrok forholdsvis høit, nemlig indtil omtrent 75 m. (Et sikkert høidemaal har man straks ved, idet de øvre huse paa Kalleborg ligger i høide med fyrets lygte 103 m. o. h.).

Paa strækningen mellem Maberg og Vanse kirke er der en lavtliggende slette; den strækker sig lige hen til fjeldsiderne i nord, bestaar af vasket sand og grus og er i paa-faldende grad ufrugtbar. Ved selve Mabergs huse er man udenfor denne slette; i et grustag her sees sand og grus i en



1. Den vestligste del af Listerlandet seet fra syd. F er fyret. B er Bordhaug, en gaard hvor der bor en mængde sjøfolk, saa de mange huse danner som en liden landsby.
2. Egnet ved Penne seet fra syd. Mellem a og a' har man den mod sydsydost opstigende grænse mellem løsterrænet og fjeldet.
3. Profil af kysten ved Hassel. H er havet. X den øvre marine grænse. K en kjæmpehaug.
4. En liden aasryg ved Neseimvandet. Man ser mod syd. N er vandet. R er øen Rauna.

noget hældende lagstilling, derover ligger moræne med sandholdig ler som grundmasse. Morænen, hvor jeg forresten saa den, var at betegne som bestaaende af morænegrus, idet grund-

massen var lerholdig sand. Mellem Bordhaug og Langaker er der et fladt terræn, som neppe lader sig opdyrke, da store stene rager op af marken tæt i tæt.

Hvorledes Listerlandets morænemasser er tilført, er nok-saa dunkelt; det er det samme spørgsmaal, som møder os paa den lave del af Jæderen. Nærmest maa man kanske tænke sig, at materialet i hovedsagen skriver sig fra en stor Skagerakgletscher, og at det siden er bleven udjævnet til den nuværende flade ved en isbræ nedskridende fra nordøst.

Angaaende bergarterne i løsmaterialet har jeg gjort følgende iagttagelser. Ved Bordhaug var stenene granitiske og gabbroagtige, i det hele omegnens bergarter; østlandske porfyre saaes deriblandt; grundmassen, lerholdig sand, var temmelig rigelig tilstede. Ved Maberg saaes en sten af Larvikssyenit. Ved Hassel taltes af omtrent knytnævestore rullestene paa stranden 59% gammel granit, 18% smaaornig tildels skifrig dioritisk bergart, 13% gneis, 5% norit og andre gabbroagtige bergarter, 4% porfyre fra Kristianistrøget, 1% kvartsit. Som sjældenhed saaes flint i indtil nævestore stykker, Larvikssyenit, rød sandsten fra Kristianistrøget, hærdet silur sammestedsfra, en stærk rød kvartsitisk sandsten, som kan formodes at være fra Telemarken. Stenene af de langveis fra komne bergarter naaede paa dette sted kun i rene undtagelsestilfælde over størrelsen af en knytnæve. (Ved fyret saaes Kristiania- og Larvikssyenit i blokke paa omtrent $\frac{1}{2}$ m. og porfyreblokke paa $\frac{1}{4}$ m. tvermaal).

Ved Vera bestod stenene fornemlig af grundfjeldsgranit, enkelte af gabbroagtig og dioritisk bergart; af langveis fra komne stene erkjendtes ingen; stenene var kantrundede. Ved Skjeibrok var stenene noget mere skarpkantede; heller ikke der saaes langveis farne stene. Her kan det være værd at indskyde nogle bemærkninger om fjeldstrøget indenfor Listerland, for saa vidt jeg har havt anledning at iagttage det. Man kommer i almindelighed ud paa Listerland fra Farsund. Indtil Kjøreffjord gaard har man langs sjøen morænegrus, tildels med temmelig skarpkantede stene, antagelig

hvad en svensk vilde kalde ægte „krosstensgrus“. Et og andet sted stikker fjeld frem; det bestaar af gabbroagtig bergart. Indtil Vanse kirke fortsætter man nu reisen gennem et landskab med lave fjelde; dioritisk bergart, smaa-kornig granitisk bergart og gneis sees. Ved Vanse kirke staar middelskornig granit. Fra Kalleborg har jeg reist mod nord til Elle. Bergarten her er norit (ikke nøiere studeret). Tomstaddalen strækker sig som en forsænkning lidt ud i løsterrænet mod syd. Nogen moræne ved dens munding var ikke at se. Dalsiderne er nøgne eller bedækkede af et lidet mægtigt lag morænegrus. Dette bestaar fornemlig af kantede og mest temmelig forvitrede stene af stedets egen bergart; desuden er indblandet en del stene, som er noget tilrundede og komne noget længer fra, saaledes gneis, gneisgranit og en dioritisk bergart. Finjorden i morænegruset er lyst rustfarvet, og i overensstemmelse dermed er ogsaa veiene rødlig gule. De ikke høie dalsider tegner sig med uregelmæssige nuteformer. Klipper med tydelig udprægede isskuringsformer saaes ikke; det nøgne fjeld viste brudflader, og der laa en mængde urer. Bergarten syntes i det hele taget at være tilbøielig til at sprække op og er meget forvitret.

Vi vender nu tilbage til Listerlandets fladland. Ovenpaa morænemassen er der et par steder afleiret nogle smaa aaser. Fra Ø. Vatnes huse strækker der sig omtrent 1 km. i syd-sydvestlig retning en bugtet aas, der for det meste hæver sig 6—7 m. over omgivelserne. Aasen er dels en udmerket ryg, dels opløses den i mindre hauge. I dens nærhed forekommer der en del mere uregelmæssige hauge, der antagelig ogsaa maa henføres til aasdannelser, saaledes en mod vest, som er kronet med en vindmølle. Paa den ved Nesheim i vandet udstikende lille halvø er der flere korte mod sv. strygende aasrygge. De bestaar af vasket sand opfyldt med rullesten, der neppe nogensinde er større end et hoved; fremmede stene bemærkedes ikke. Lagdeling blev ikke iagttaget. Figur 4 side 90 viser et stykke af en liden aasryg ved Nesheimvandet.

Havet har aldrig overskyttet Listerlandet i sin helhed, idet den øvre marine grænse ikke ligger højere end mellem 9 og 10 m. over middelvandstand. Ved Stav paa Listerlandets vestside bestemtes den ved, at fjærestene naaede op til en høide af 9,60 m. Terrænet hæver sig her til en dæmning for et lavere strøg mod øst uden dog at være en typisk vold. Omkring Dyngvold og Hasselgaardene er der en forhøining af grunden, som bestaar af moræneler. Denne morænemasse har ved Hassel fordum rullet ud i havet udenfor den nuværende kystlinje. Man finder nemlig stikkende op af fjæren og den grunde sjø vældige blokke af granit- og af gabbro-bergarter, rester af masser, som havbølgerne har ødelagt. Her ved Hassel er den gamle vandstandshøide udhævet ved en flade, der strækker sig langs foden af morænenens bratte afhæld ud mod sjøen saaledes som fremstillet paa figur 3 side 90. Fladen x er nivelleret til at ligge omtrent 9 m. o. h. Fjæren her ved Hassel er sand, medens den paa de fremspringende dele af kysten bestaar af rullesten. Fra gaarden Aasen og vestover strækker der sig en bred strandryg af fjærestene, hvoraf neppe nogen er saa stor som et hoved. Paa hoveddryggen sees underordnede lavere rygge. Jeg skulde anslaa disse dannelser at naa 10 m. o. h. Jeg havde tænkt mig, at saavel Nesheimvandet som det nærmere Aasen liggende vand kunde være havbugter, der var bleven afspærrede fra sjøen ved strandvolde; men det kan dog ikke ubetinget paastaaes, at alene saadanne udgjør spærremateriale. Det er nemlig ikke urimeligt, at ogsaa morænemasser indgaar i dette. Det kan i forbigaaende bemerkes, at der ved Nesheimvandet har været udført sænkingsarbejder to gange, og at god jord paa denne maade er udvundet til den billige pris af 4—5 kr. pr. maal.

Listerlandets yngste dannelser er flyvesand og torvmyr. Flyvesand strækker sig langs kysten fra Aasen over Hassel til Tjørve. Den er rigtignok for største delen tilvokset, men gjennemgaaende ufrugtbar og yder kun en tarvelig græsgang

for faar. Kun i forsænkninger, hvor der har dannet sig lidt muld, og paa steder, hvor flyvesanden ligger ganske tyndt over morænegruset, er vegetationen lidt bedre. I den bevoksede flyvesandsmark har vinden flere steder oprevet smaadale med steile sider paa 2 til 6 meters høide. I snittene sees, at der ofte forekommer en forholdsvis yngre flyvesand, som dækker gammel bevokset overflade. Paa strandbredden ved Aasen rager op en lav klippe af fast fjeld, der bestaar af gneislag, faldende under en liden vinkel i østlig retning. Klippens overflade var slidt paa den eiendommelige maade, der skyldes sandblæst. Ogsaa løsliggende stene var vindslidte. Den samme indvirkning saaes ogsaa paa blokke, der kun ragede lavt op over sanden ved Hassel. Sandblæsten var i disse tilfælde tydeligvis kommet fra nv.; det er den stærkeste vindretning, og den bringer ogsaa forholdsvis lidet regn. Den ovenfor omtalte strandvold i vest for Aasen er ved flyvesand betydelig forøget i bredden saavel paa nordsiden som paa sydsiden. Nogle forholdsvis nylig opkastede flyvesandshauge forekommer ved Hassel.

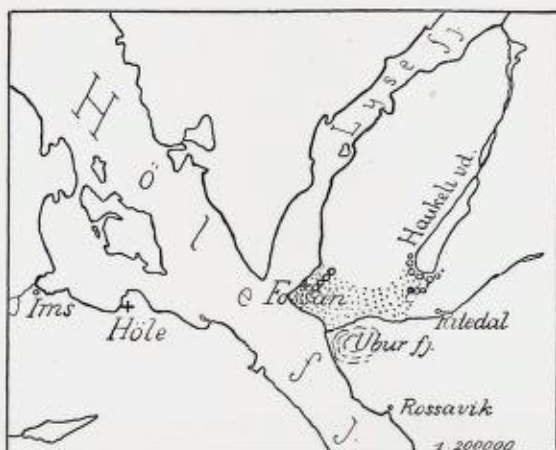
Torvmyrene paa Listerland er beskrevne af Stangeland i „Om Torvmyrer i Norge“. Anden del, N. g. U. No. 24. Kr.a 1897, s. 9—28, hvortil henvises. Interessantest af torvmyrerne er den store Hellemyr, hvis omrids findes skisseret paa det foran meddelte lille kart. Den maaler fra v. mod ø. 3 km. I prøver, indsamlede derfra af Stangeland, har hr. G. Andersson fundet *Najas flexilis* (Svenska växt-världens historia. 2 uppl. p. 43. Se ogsaa Stangeland: Undersøgelser af myrprøver. Tidsskr. f. d. norske landbrug 1897).

En notis om istidsgruset ved Lysefjordens munding.

Af Hans Reusch.

Lysefjordens munding ligger 20 km. øsø. for Stavanger. De herværende løse afleiringer fortjener et besøg, og det ikke mindst for sin historiske interesse, saasom Jens Esmark allerede saa langt tilbage som i 1824 paa dette sted fandt det kraftigste bevis for sin anskuelse, „at de norske fjelde have været indhyllede i is lige ned til havet, og at som følge deraf havet selv maa have været et ishav“. (J. Esmark. Bidrag til vor Jordklodes Historie. Magazin for Naturvidenskaberne. Anden Aargangs første Bind. Chr. 1824, s. 43). Han forfulgte, som bekjendt, ikke sin ide om en fordums istid videre og kom derfor ikke til, hvad han altsaa var nær ved, at indtage stillingen som en af istidslærens grundlæggere; han blev dog en af dens pionerer. (Kjerulf. Om prof. J. Esmarks stilling til glacial-teorierne. Forhandl. i Vid.-Selsk. i Chr. aar 1861. Chr. 1862, s. 67. Optrykt i Kjerulf. Om skuringsmærker etc. I. Universitetspr. for 1870. Kra 1871, s. 5).

T. Dahll besøgte stedet for den geologiske undersøgelse i 1862. I sin dagbog fra denne reise henholder han sig til Esmarks beskrivelse. Den ved Fossan kirke paa omstaaende lille kartskisse afsatte aas holder han for en sidemoræne. Helland har ogsaa oplysninger fra Fossan. (Om Beliggenheden af Moræner og Terrasser foran mange Indsøer. Öfvers. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1875, No. 1. Stockholm, s. 61).



Kartskisse.

Naar man med dampskibet har dreiet ind i Lysefjordens munding, viser det af løsmateriale bestaaende nes, hvorpaa Fossan kirke staar, sig som paa nedenstaaende tegning fremstillet. I baggrunden i billedets venstre halvdel hæver sig Uburfjeldet, som har en meget steil styrtning ned mod Hølefjord. Bergarterne i denne egn tilhører grundfjeldets. Kirken ligger omtrent 30 m. o. h. Den og de fleste af de nærliggende



Løsterrænet ved Fossan kirke.

gaardes bygninger er opførte paa en afsats, der antagelig maa betegne en gammel havstand. En lavere havstand, 11 m. over den nuværende, har man antagelig spor af yderst paa Fossan-nesset. Man ser der en jævnt opadskraanende gammel strand, der i den nævnte høide støder til foden af en steil bakke, der hæver sig 10 m. Med det samme kan anføres, at man ved Hølefjorden, omtrent midtvejs mellem Rossavik og Fossan, har en gammel vandstand udhævet ved en afsats af smaa rullesten 7 m. o. h. Den del af løster-

rænet, som hæver sig bag Fossan kirke og gaardene, faar man ikke rede paa, før man kommer derop. Det viser sig at være en ganske smal ryg, der i sine lavere dele løfter sig 17 m. og i sin høiere 26 m. over det tilstødende flade terræn. Siderne hælder 20° — 25° . Massen, hvoraf ryggen bestaar, er rullestensgrus med stene, der for det meste ikke er saa store som et hoved; grundmassen synes at være sandagtig. Efter min mening maa ryggen betegnes som en aas. Dahll anfører, hvad jeg for min del ikke har bemærket, at den sydøstlige side skraaner steilere end den anden, og finder deri en støtte for, at den skal være en sidemoræne. Bergarten i stenene er gneis og gneisgranit. Naar man har passeret over denne aas, kommer man ud paa en jevn udyrket slette (prikket paa kartskissen). Den ligger i jevnhøide med afsatsen langs den nordøstlige side af aasen, der hvor kirken staar; denne afsats og sletten er øiensynlig en og samme dannelse. Over sletten vandrer man saa hen til morænen, den første gamle moræne, der er erkjendt som saadan i Nord-Europa. Sletten bestaar af sand, grus og mindre rullestene, indtil hovedstore. Den del af den, som ligger i syd for morænen, stiger jevnt 3—6 meter op til morænenes fod. Morænen danner en vel udpræget, tydelig vold, som hæver sig paa det høieste omtr. 21 m. over vandet (omtr. 47 m. o. h. efter maaling med aneroid). Tervolden fortsætter som sidemoræner med nordover lidt opadskraanende rygge, saa at den i det hele danner en halvcirkel. Vandets overflade er efter Esmark 10 m. høiere end sletten. Volden som af omegnens beboere kaldes „Vasryggen“, dæmmer Haukelidvandet saa-



Vasryggen, den gamle moræne, der først erkjendtes som saadan i Nord-Europa.

ledes af, at det nu har sit udløb nordover. Omstaaende tegning viser i forgrunden tilvenstre morænen med den sydligste ende af Haukelidvandet *H*. Tilhøire i forgrunden har man sletten. Hinsides den rager op en lav klippe. Til den støtter sig ved *X* en del morænemateriale, der antagelig er levning efter en ældre, delvis ødelagt moræne. I baggrunden sees gaarden Ritedal (*R*) i en sidedal, der munder ud adskillig høiere end hoveddaleus bund („en hængende dal“).

En forekomst af kaolin og ildfast ler ved Dydland nær Flekkefjord.

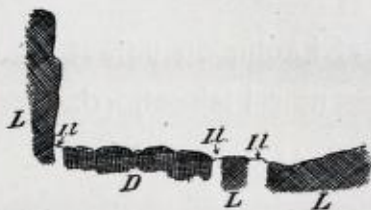
Af Hans Reusch.

Sirelven munder ud som en omtrent 4 km. lang fjord paa grænsen mellem Stavanger og Nedenes amt. 5 km. i nv. derfor gaar ind en anden liden fjord Jøsingfjorden, som er 2 km. lang. Halvøen mellem disse to fjorde hører til det Egersundske labradorstenstrøg og frembyder, som dette strøg overalt gjør, en uendelighed af nøgne tilrundede smaaafjelde. Smaadalene imellem dem indeholder kun lidet og meget stenet jord. Noksaa langt er der i almindelighed mellem gaardene, og alle er de smaa og tarvelige; skov findes ikke. En hovedretning for dalstrøgene er fra sø. mod nv., og man kan vandre, rigtignok op og ned, men dog i en sammenhængende dalsenkning lige fra gaarden Maal ved Sirelven til Dydland, som ligger henimod Jøsingfjorden og videre frem helt ned til denne fjord. I gennemsnit kan man kanske anslaa denne dalsenkning til at være 70 m. bred og dens sider at være 30 m. høie. Tildels ser man, at der langs efter dalen gaar en diabasgang (bergarten er ikke nøiere undersøgt). En saadan gang sees f. eks. blottet paa det første sted, hvor man træffer kaolinen, efterat have forladt Maal. Et profil af forekomsten der meddeles paa næste side. Eruptivgangens bredde er 4 m.,

og kaolinen forekommer i labradorstenen som gangformede partier parallele med gangen.

Henimod Dydland kommer man til Manneskaret, hvor der ligger et lidet tjern. Stedets udseende, saaledes som det viser sig for en, der kommer fra sø., er som paa nedenstaaende figurer fremstillet.

Man har her paa de 4 markerede steder gjort gravninger i ildfast ler for at faa rede paa forekomstens bredde. Navnlig er gravning 2 noksaa betydelig. Figuren øverst

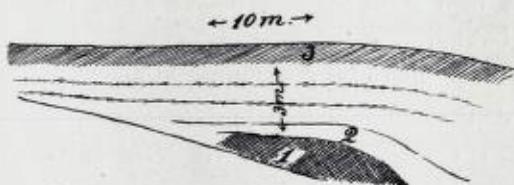


L. = Labradorsten. D. = Diabasgang 5 m. bred. I. I. = Ildfast ler.

paa næste side viser dens ene væg. Den ildfaste ler er gulagtig hvid; den kan blive næsten ren hvid, og er i dette tilfælde at betegne som kaolin; noget af substansen, navnlig det som ligger nærmest jordoverfladen, er rustfarvet. I konsistens veksler den ildfaste ler mellem en sten, der er noget haardere end neglen, og blød ler. Massen er tilsyneladende laget; men dette er sikkerlig kun et forvittringsfænomen. I det af-



Manneskaret. Forsænkningens bund er ildfast ler; deri 4 gravninger Fjeldet til siderne er labradorsten.

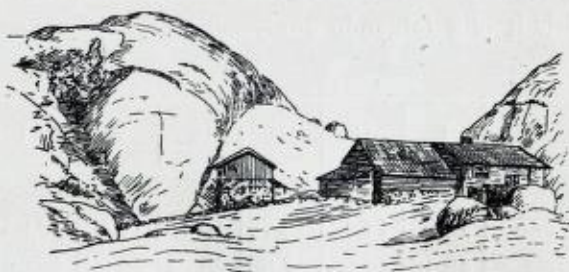


Kaolinforekomsten i Manneskaret.

bildede snit viser det nederste parti ved 1 endnu spor af den oprindelige labradorstenstruktur; partiet 2 var det hvideste mest kaolinlignende; det øverste lag 3 var rustfarvet. Den dybeste gravning var paa 8 meter.

Lidt længere frem mod nv. faar man øie paa Dydlands huse. Bag dem strækker sig markerne, og der er det selve den ildfaste lers overflade, som man har dyrket. I bakken, lige ved husene, har man flere gravninger, og forekomstens bredde er her 20 m. eller mere.

Saavidt man kunde slutte af, hvad der var blotlagt ved mit besøg, danner den ildfaste ler en gangformig mod sv. (70°) faldende masse, der ved Dydland er 10—20 m. bred og kan forfølges med denne bredde 1 km. eller saa. Nærmest skulde



Dydland. Bakken, der sees mellem husene, er overfladen af det ildfaste ler.

jeg tænke mig den ildfaste ler fremkommet ved vulkansk virksomhed, idet thermalvand og dampe har strømmet frem paa en spalte og virket opløsende paa labradorstenen. Da faldet af den bløde lermasse er ind under den sydvestre dalside, er denne i tidernes løb blevet undergravet og staar nu

som oftest med steile vægge, derfra nedramlede stene ligger udover lerbakkerne.

Folk blev allerede for omtrent 20 aar siden opmærksom paa den eiendommelige jordart, og en prøve sendtes af stiger Olsen i Soggendal ind til Kristiania. Men da man ingen opmuntring fik til videre efterforskning, blev sagen liggende hen. I 1893 eller 94 blev en større prøve paa 20 sække udtaget, ogsaa denne gang uden at bringe noget resultat. Saa kom for et par aar siden en tysk ingeniør, hr. C. Köpke, til Flekkefjord. Han var fagmand i tilgodegjørelse af kiselguhr, og reiste rundt i egnen for at søge efter saadan. En pige, Hansine Maal, gjorde ham opmærksom paa stedet, hvor man tidligere havde taget prøve af ildfast ler; han optog med stor energi arbeidet for at faa den fundne substans undersøgt og forenede sig med 4 andre, der dannede et kompagni. Dette overlod i september 1898 forekomsten til et aktieselskab, den norske chamottefabrik, med en aktiekapital paa 700,000 kroner, hvoraf 350,000 overdroges de fem aktieiere som betaling for retten til forekomsterne.

Consul O. C. Axelsen, selskabets disponent, der har en væsentlig andel i at sætte det nye foretagende igang, har villig overladt mig følgende analyser:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Glødtab (kemisk bundet vand)	13,63	14,44	13,76	16,38	12,58	12,95	11,90	
Si O ₂	49,16	46,85	47,83	48,61	56,00	48,06	50,03	
Al ₂ O ₃	29,6	37,56	34,53	29,45	29,27	} 38,57	28,60	
Fe ₂ O ₃	1,88	1,00	1,7	3,4	0,6		} 0	1,62
Ca O	3,47	sp.	0,48	0,68	0,8			} 0
Mg O	1,67	0	0,59	0,49	0	0	2,95	
Alkalier	Ikke bestemte						ca.1,00	
	99,41	99,85	98,89	99,01	99,25	99,58	100,31	

Analyserne I, II, III, IV og V er udførte ved „Chemisches Laboratorium für Thonindustrie (Prof. Dr. H. Seger u. E. Cramer) Berlin“. I smelter med „Segeberkegle“ 18 og er ikke ildfast; blandet med plastisk ler kan den imidlertid anvendes til stentøi af forskjellig slags. IV har en middels ildfasthed (Segeberkegle 30). II, III, og V bedste sort ildfaste ler. Analyse VI er udført af kemiker L. Schmelck. Analyse VII er af cand. min. Chr. Münster, denne ler er ikke ildfast.

Skjærgaarden ved Bergen.

Af Hans Reusch.

De i det følgende meddelte iagttagelser inden de to kartblade „Herlø“ og „Sartor“ er gjorte for en del aar siden. Afskrifter af mine udførlige optegnelser er sendt til Universitetsbibliotheket og Bergens museum, hvor de vil være tilgjængelige for interesserede; i det følgende anfører jeg kun, hvad der kan have lidt mere almindelig interesse.

Øigaren (gar i betydning gjerde) er det betegnende navn, folket har givet den tætsluttede ørække, der værner for Hjeltefjorden ved Bergen. Kirken her ude kaldes ogsaa paa kartene for Øgaardens kapel. Øigaren fortsætter sydover i den store ø Sotra, som ogsaa skrives store Sartorøen. I vest for rækken af større øer ligger mange mindre og en hel del skjær; de betegnes tilsammen som Havgaren, Skjærgaren eller Skjærøsten. Dette sidste ord forklares at betyde „en samling fluer og skjær“.

Det omhandlede strøg hører til strandfladen og er i det store seet et plateau-land, omkring 50 m. høit i den nordlige og 60 m. i den sydlige del. Det er paa mangfoldig vis gennemskaaet af dalstrøg og havarme. Disse sidste fører navne, som ender med vik, vaag, pol, sund, os. Strandfladen her ude mod det aabne hav gjør indtryk af at være en marin denudationsflade; forsænkningerne synes ogsaa i væsentlig ud-

strækning at være frembragte ved brændingens arbeide i den tid fjeldet hævedes.

Ved Lokø, omtrent midt paa Sotras vestside, er fjeldet skuret med gletscherstriber rettede mod vest, saadanne er almindelige sydoover; nordenfor blev ingen iagttagne.

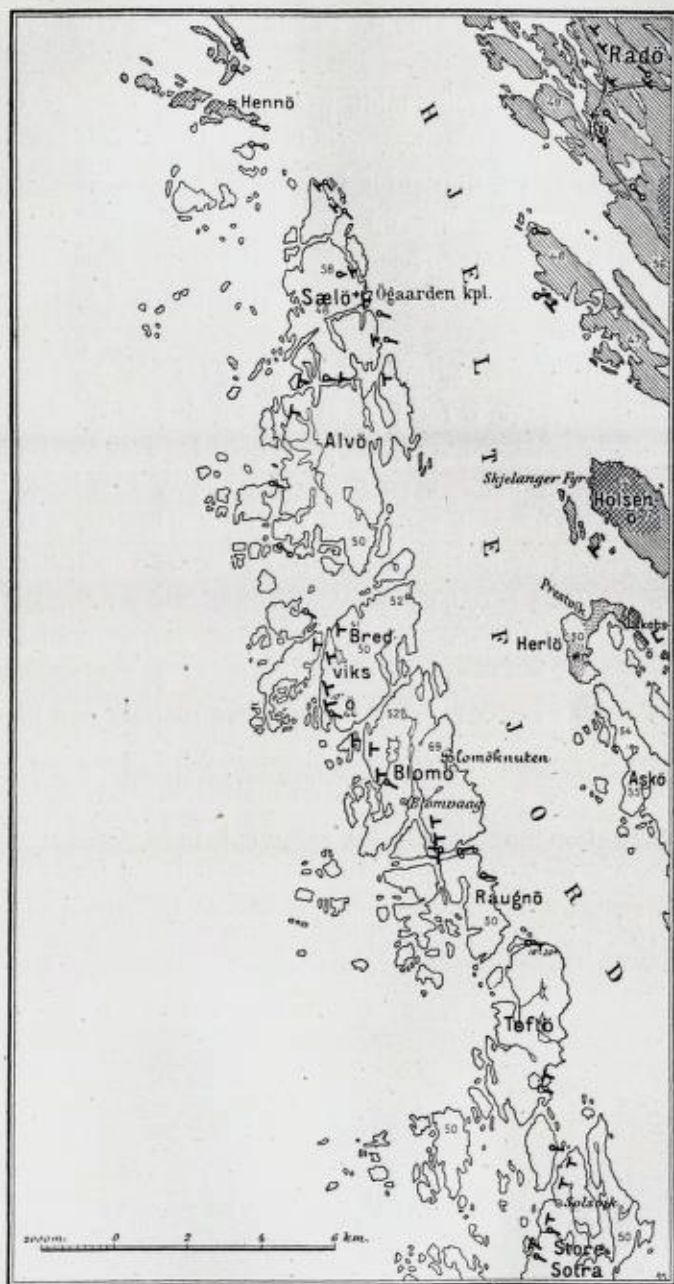
Paa Sotra rager der op over plateauet høiere fjelde, af hvilke de, som naar overfor kurven 100 m., er specielt anmerkede paa vort kart; østenfor kartranden er Litaarnet 341 m. høit.





Hovedbergarten er gneis, som er smaafoldet og har faaet strækningsstruktur i retning af smaafoldningens akselinjer. Strækningsfænomenerne har inden den hele egn, vi har at gjøre med, en bestemt tendens til at være anordnede i en under en med liden vinkel ($10^{\circ} 20^{\circ}$) mod øse hældende retning. Der er en del afvigelser, saaledes som man kan se af karterne; men de er ikke betydelige. Forsænkningernes retning er afhængig af fjeldbygningen. De fleste gaar enten parallelt med akselinjerne (dette er f. eks. paafaldende i det nordøstlige hjørne af det første kart, paa den del af Radøen som kommer ind her) eller saa følger de sprækkeretninger, der skjærer strækningsretningen under en mere eller mindre ret vinkel. Hosstaaende tegning viser som eksempel paa landskabets udseende omgivelsen af Karevand paa Blomø seet fra syd. Man har for sig græsklædte dalbunde nedsænkede mellem øde, graa klipper. I disse fremtræder strækningsstrukturen ved de



Omgivelserne af Karevand paa Blomø.


Herlø.



- | | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Grundfjelds-
gneis. | Bergens-
skifrene. | Labrador-
sten og diori-
tisk bergart. | Sand og
grus. |
| Høidetal i meter. | | | |

Sotra. (Dette kart ligger i syd for foregaaende).




Grundfjelds-
gneis.


Dioritisk
bergart.


Granit.

mange under en liden vinkel mod høire hældende linjer. Ved en hel del forsænkninger er der en paafaldende forskjel paa siderne, idet den ene er steil og den anden langsomt skraanende overensstemmende med heldningen af fjeldets strukturetning.

Hvad de store træk i fjeldbygningen angaar, er at merke, at man paa Radøen (nordøstligst paa det nordligste kartblad) og paa Henøen har forskjellige, ofte hornblendeførende gneisvarieteter, der er regnede til Bergensskifrene. Indleirede i dem er labradorstene og dioritiske bergarter. Forresten har man i den fremstillede egn grundfjeld. Dette bestaar ogsaa af gneis; men denne har over store strækninger en mere ensartet karakter og omslutter ikke labradorstenforekomster. Grundene til, at denne gneis som arkæisk stilles ligeoverfor Bergensskifrene som siluriske, er inden det her omhandlede strøg ikke tvingende, og naar denne adskillelse er foretaget, er det kun fordi den passer ind i den opfatning, man er kommet til angaaende Bergenstraktens geologi i det store taget.

Idet vi nu gaar over til at betragte noget enkeltheder ved bergbygningen, skal vi begynde paa Herlø østligst paa det nordlige kart. Denne ø bestaar for største delen af løsmateriale. Den nordøstlige del af dette, „Valen“, er en slette, som antagelig er den største flade i Bergens stift i syd for Stat. Slettens høieste punkt ligger ikke mere end omtrent 5 m. over havet. Der hvor kirken ligger og i syd for Prestvik strækker der sig en kystterrasse, som er omtrent 35 m. o. h. Fjeldet paa Herlø er gneis, der falder mod nø og har en mod øø heldende strækningsstruktur. Som man ser af kartet, er strøgetningen i trakterne mod nord (og nv) fra Herlø gjen-nemgaaende vestlig med lodret eller steilt nordøstlig heldende lagstilling.

Den nordøstlige del af Jakobsø ved Herlø bestaar af hvid, finkornig til tæt, skifrig labradorsten, hvis skifrighed falder omtrent 50° mod nø og hviler paa graa glimmerrig gneis. Nordostspidsen af Herlø bestaar af en finkornig næsten tæt skifrig labradorsten, der fortsættes over paa Jakobsø.

Kysten ved Sjelanger fyr er labradorsten, dels med granat, dels med flekker af augit eller hornblende, som er opblandet med granat. Bergarten viste ofte ved bestanddelenes anordning en mere eller mindre tydelig planparallelstruktur mest strygende i den for egnen herskende nv-retning. I labradorstenen forekommer et parti af eklogit, der bestaar af en grøn bestanddel, (hornblende?) granat og af hvid skjællat glimmer. Der hvor jeg saa nøiere paa bergarten, forekom den grønne bestanddel i omtrent nævestore klumper; den omsluttede granat og laa i glimmeren, der dannede som en slags udfyldningsmasse mellem klumperne.

Paa Hennøen har man et parti basiske bergarter, som jeg har betragtet lidt nøiere i dets østligste del. Nordligst ser man her et omtrent 30 m. bredt belte af feldspat-hornblendesten med smuk vandret ø—v-strygende strækningsstruktur. Indesluttet i denne bergart bemerkedes et omtrent 2 m. langt og $\frac{1}{2}$ m. bredt parti af violetagtig, uregelmæssig kornet gabbro, der udad paa en strækning af omtrent $\frac{1}{2}$ m. antog en lysere farve og gik over i den strakte feldspat-hornblendesten (saadan ægte gabbro er ogsaa bemærket nær bondegaarden Hennøs huse). Søndenfor grænsede til feldspat-hornblendesten et omtrent 20 m. bredt bælte af en udenpaa brunlig forvitrende bergart, der maaske er forandret olivinsten. Saa fulgte atter strakt feldspat-hornblendesten og derpaa gneis.

Grundfjeldsgneisen i Havgarens øer og den nordlige fjerdepart af Sotra er i det hele temmelig ensartet og lys og ikke rig paa glimmer. I snit, der gaar paa tværs af strækningsretningen har den gjerne et temmelig massivt udseende. Kun undtagelsesvis sees glimmerrige lag. Noksaå almindelige er klumper og lagformede partier af amfibolitisk bergart, efter hvis kontur gneisens struktur snor sig. De maaler sjelden over 10 m. i den største dimension. Granitiske aarer og klumper er sjeldne og har aldrig grovkornet pegmatitisk struktur. Nu og da forekommer enkelte smaa kvartsaarer, der har deltaget i foldningen og strækningen.

Paa de sydligste to trediedele af Sotra har gneisen et udseende saaledes som man er vant at tænke sig den i det dybe grundfjeld, og er der gjerne opfyldt af smaa henflydende leieformede granitiske indleiringer. Granit i mere udpræget aareform og i klumper er ogsaa almindelig; disse granitinjektioner kan svulme op til betydelig størrelse og have en særdeles grovkornet pegmatitisk struktur. Større partier af middelskornig granit forekommer, den betydeligste er specielt anmerket paa kartet; ogsaa større masser af dioritisk og amfibolitisk bergart optræder. Den basiske bergart er gjennemsat af granitiske aarer og viser med samt sit aarenet pres- og strækningsfænomener overensstemmende med tilstødende gneis.

Ved gaarden Lokø (udtales Laakø) omtrent midt paa Sotras vestside har der været udvundet feldspat af en stor pegmatitmasse, der er synlig omtrent 100 m. i længde og 20 m. i bredde. Det omgivende fjeld bestaar af forskellige gneisarter, hvoraf en del er mørk, glimmer- eller hornblendelig. Gneisen viser strækningsstruktur og foldninger; baade strækningsstrukturen og foldningens akselinjer hælder som sædvanlig under en liden vinkel mod øst. Fjeldet har i det store seet en med strækningen paralleltgaaende stenglet struktur, desuden er der tversgaaende kløfter. Den store pegmatitmasse synes at have form som en ten eller en langstrakt linse med længdedimensionen i strækningens retning; enderne af den saaes forresten ikke, da de gaar ind under overliggende fjeld. Den store pegmatitmasse ledsages af flere mindre; ved en af disse, som var 15 m. lang og 4 m. bred, iagttoges den omgivende bergart at sno sig efter dens omrids. Pegmatiten bestaar for den aller væsentligste del af mikrolin med rød, undertiden ogsaa graa farve samt af mørkgraafarvet kvarts. Mikroklinens kornighed er ujevn, idet den kan være finkornig til storkornig, ja der kan forekomme indtil 1 m. store individer; krystalflader sees kun undtagelsesvis paa grænsen mod kvarts. Partierne af dette mineral er kornige. Glimmer, sort og lidt hvid, er en meget underordnet bestanddel i massen. Plagioklas med tvillingsstribning synlig

for det blotte øie fandtes ikke. I 1887, da jeg besøgte stedet, havde bruddet været nedlagt i en række af aar.

Et andet, ogsaa nedlagt feldspatbrud, findes noget længere syd ved Tellevaagen i vest for gaarden øvre Tvejts huse, omtrent 150 m. fra sjøen. Man gaar først over middelskornig granit med 15° mod ø. til s. heldende strækningsstruktur, dernæst kommer man ind paa smaa-kornet dioritisk bergart med en mod øsø heldende strækningsstruktur, tildels ogsaa med mere eller mindre steiltstaaende skifrihed. Heri forekommer de pegmatitiske masser, hvorpaa der har været drevet feldspatbrud. En masse er efter øiemaal omtrent 40 m. lang og 10 m. bred paa det bredeste; en anden er mindre. Begge har sin største udstrækning mod ssø, ja nærere beseet synes længderetningen i overensstemmelse med strækningens struktur hos den omgivende bergart at helde under en liden vinkel mod horizontalplanet. Forholdene er altsaa her som paa Lokø. Ogsaa de pegmatitiske massers indhold er det samme, kun at feldspaten her er mere lys kjødød; krystalbegrænsning saaes intetsteds. Pladerne af glimmer opnaar størrelse som en haand. Lidt granat i smaa korn er bemærket, ogsaa en smule svovlkis. Sjældnere mineraler saaes her lige saa lidt som paa Lokø. Hosstaaende tegning viser den største af pegmatit-



Feldspatbrud ved Tellevaagens munding.

masserne ved Tellevaagens munding seet fra syd. Det sorte er et grubehul i pegmatiten. Foran er en hald med affald. Det mørke fjeld er dioritisk bergart. Strækningsstrukturen maa tænkes i papirets plan overensstemmende med sjatteringen heldende til højre. Det skraa baand opover fjeldet er en vei. Det lyse fjeld tilhøre paa billedet bestaar af strakt middelskornet granit.

Paa gaarden Tvejts indmark har der ogsaa været drevet et lidet brud, ved hvilket forholdene har været de samme.

Lønger syd paa Sotra er presning og strækning af granitiske aarenet baade i gneis og i dioritiske bergarter mange steder smukt at se. Det kan vel være tilfældet, at den temmelig uregelmæssige lagning, som her ofte iagttages hos bergart, man er tilbøielig at kalde gneis, er fremkommet ved, at en granitart er bleven gjennemsat med aarer af en anden granitart og det hele presset.

Oplysninger til Blakstads jordbundskart over Trondhjems omegn.

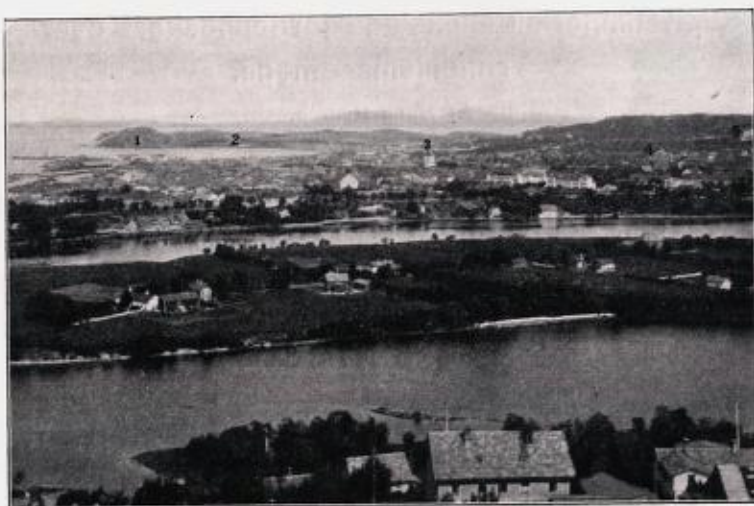
Af Hans Reusch.

I 1891 foretog daværende landbrugsingeniør W. Blakstad for den geologiske undersøgelse en agronomisk kartlægning af Trondhjems omegn. Den geologiske undersøgelse erholdt hertil et bidrag paa 300 kr. af Søndre Trondhjems amts landhusholdningsselskab. Som grundlag benyttedes et ved den geografiske opmaaling forhaandenværende i 1820 af løjtnanterne Ziegler og Lund udarbejdet (ikke offentliggjort) kart i 1:20,000.

Hr. Blakstad blev, kort efterat han havde fuldendt kartet, forflyttet fra Trondhjem; derved er han bleven hindret i at faa færdig en tekst til kartet, og dette har derfor henligget længere tid end paaregnet.

Jordbunden i Trondhjems omegn er meget frugtbar og yder landmanden et rigt udbytte, naar hensees til den nordlige beliggenhed. Den mest udbredte jordart er ler, som, straks man kommer lidt ned i den, indeholder en tilstrækkelig mængde kalk; denne ler, som er ladet hvid paa kartet, er afsat i hav og altsaa at betegne som marin ler. Det fint stregede er sandblandet ler og det prikkede sand. Ved aflægningen af disse strøg er der paa kartet taget hensyn til selve jordoverfladen, som dyrkes, hvorledes denne i agronomisk hen-

seende er at betegne, og mindre til hvorledes undergrunden geologisk er at bestemme. Saaledes er de partier, der paa kartet er betegnede som sand, noksaa forskjellige, hvad oprindelse angaar. Den udprægede terrasse, som Nardo-gaardene ligger paa (midt paa kartet) og som efter hvad der er mig meddelt danner en noksaa mægtig afleiring, er maaske afsat paa havbund. Nidarø derimod, som er den tungeformede halvø, hvorom elven gjør den store bue paa sydsiden af Trondhjem by, er antagelig dannet ved opskylning af



Trondhjem fra s. v.

1. Ladehammeren. 2. Lademoen. 3. Vor frue kirke. 4. Domkirken.
5. Kristiansten.

elven i de senere aarhundreder. Ved Ilsviken straks i vest for Trondhjem har man nede ved fjorden laget sand og rullestensgrus, som sikkerlig er gammelt elvegrus afsat af Nidelven kanske med bidrag fra den lille elv, som rinder ud her.

Gaar man herfra i sydlig retning op til Teisendam og fortsætter veien nedad skraaningen ved Marienborg, iagttager man, at en del af, hvad der paa kartet her er udskilt som

sand og sandblandet ler, er jordarter fremkomne som nydannelse af mere eller mindre lerholdigt morænegrus, der ligger over fjeldet. En del af den sand og sandblandet ler, der optræder stribetvis over leret i øst og sydøst for Trondhjem, er temmelig ubetydelige afleiringer. Der er ogsaa medtaget en del jord, som jeg tænker mig fremkommen ved, at leret i overfladen paa grund af langvarig dyrkning er forvandlet til muld, som er forholdsvis fattig paa de fineste dele og altsaa temmelig sandagtig.



Trondhjem fra s. v.

6. Elgesæter bro. 7. Teglværk. 8. Sinsager. 9. Egnen ved Stene.

Paa nogle faa steder, f. eks. ved Sjonberg i øst for byen er en afleiring afmerket som morænegrus. Kun nogle smaa-partier langs Nidelven er særskilt aflagt som elvegrus.

Det sand og grus, der forekommer ved gaarden Stene sydøstligt paa kartet, kan man faa se godt blottet i et grus-tag omtrent 1 km. i nord for den nordligste Stenegaard. Sandet og gruset var lagede og ved udvaskning berøvede de finere partikler. Stenene i gruset var tilrandede og noksaa store. De bestod foruden af stedets egne bergarter

(grønne skifre, lidt af en dioritisk bergart og grønligt presset konglomerat med forherskende kvartsitiske stene) delvis ogsaa af rød og graa kvartsitisk sandsten (eller sparagmit).

Efter disse foreløbige bemærkninger skal i korthed gennemgaaes Trondhjemsegnens geologiske historie, saavidt den hidtil er kjendt. Det faste fjeld vil vi ikke opholde os næiere ved; det er paa kartet aflagt med lodret skrafering. Vi skal kun merke os følgende:

Hovedbergarten er en grøn kloritførende hornblendeskifer, der optræder i forskellige varieteter; den forvitrer let og er ogsaa saavidt vides, gennemgaaende kalkførende; der er altsaa tilstede to betingelser for, at den ved sin opsmuldring skal yde et frugtbart jordsmon. Grønlig-graa af udseende som skiferen, men uden dennes skifrighed er en i mindre partier inden skiferen optrædende smaa kornig dioritisk bergart, (man har gjerne benævnt saadan for saussurit-gabbro). Nordvestligst paa den fremstillede egn bestaar kysten mellem Ilsviken og Munkaunet og fjeldet vestover derfra (Gjeitfjeldet) af granitisk bergart. Endelig kan anføres, at der som underordnede lagformige indleiringer i skiferen forekommer en lys, hvidlig eller rødlig, mere eller mindre skifrig, fin kornig bergart, granulit, endvidere blaalig-graa kvartsit (f. eks. nedre vandledningsdam) og linseformede partier af udskilt hvid kvarts.

Man har ingen fossiler fundet i fast fjeld ved Trondhjem; men efter Trondhjems stifts geologiske bygning i sin helhed har man kunnet slutte sig til, at fjeldet er dannet i den cambrisk-siluriske tid og altsaa tilhører samme geologiske periode som lerskiferen og kalklagene („skalberget“ ved Kristiania). Dannelsesbetingelserne har dog været ganske andre ved Trondhjem, hvor der har fundet sted en livlig vulkansk virksomhed. Den dioritiske bergart, graniten og granuliten er fremkomne i smeltet tilstand. Hovedmassen af den grønne skifer er antagelig dannet af vulkansk aske eller forvitningsprodukter af vulkanske bergarter. Kun blaakvartsen er en sandstendannelse

lig sandsten, som vi ellers finder. Fjeldets nærværende overflade er ikke den oprindelige; hvad vi nu ser paa overfladen var engang dybt begravet i jordskorpen under senere borttærede masser, der udøvede et sterkt tryk. Medens dette virkede ovenpaa, fandt der ogsaa sidepresninger sted. Disse trykkræfter har meget bidraget til at forandre fjeldets oprindelige beskaffenhed. Skiferens kløvbarhed er fremkommen derved; ogsaa hos graniten ser man trykvirkningerne, den er nemlig for en stor del ikke uregelmæssig kornig som almindelig granit, men viser en parallelstruktur, som kan være saa udpræget, at bergarten bliver skifrig og saaledes næsten ukjendelig.

Den geologiske historie i tiden fra fjeldarternes dannelse til istidens slutningsafsnit kjender vi ikke noget til, da vi inger afleiringer har fra dette tidsrum. Vi ved kun, at, som sagt, store masser fjeld er fjernet ved tærende kræfter, rindende vand og andre. Som resultat ser vi for os en vid, i nord-sydlig retning gaaende dal, hvis nyeste geologiske historie vi kan følge mere i enkelthederne.

Trondhjems omegn har som resten af Norge i istiden været begravet under fremglidende isbræer, der har givet klipperne tilrundede former og afleiret morænemasser. Skuringsstriber, der peger i nord-nord-vestlig retning, er iagttagne paa Munkholmen og kan antageligvis ogsaa opspores andre steder.

En eiendommelig terrainform er strandlinjen, der tegner sig vandret langs fjeldsiden i vest for Ilsviken. Det er en smal afsats, som maa antages at være dannet ved brændingens og fjordisens tæren paa klippen engang landet laa lavere end nu.

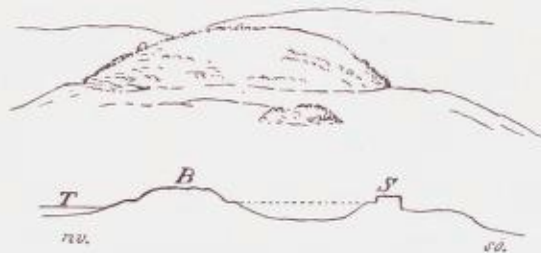


Et stykke af strandlinjen ved Ilsviken. I baggrunden er Sverresborgklippen, betegnet ved en flyvende fugl, og Blyberget ved to fugle.

Foruden den egentlige strandlinje er der en anden utydelig lidt ovenover den. Omtrent i jevnhøide med Ilsvikens strandlinje er nogle merkelige afsatser, der strækker sig langs de to smaa fjelde Blyberget og Sverresborgklimpen. Bergarten i disse er grøn finkornig krystallinsk skifer, mest tykskifrig og tildels overgaaende i finkornig dioritisk bergart; skifrihed er opreist.

Et profil over disse smaa fjelde sees paa den nederste af de to hosstaaende figurer. Den øverste figur fremstiller Blyberget set fra Sverresborgklimpen.

Tilvenstre paa profilet har man Teisendam, (T.) saa kommer Blyberget (B.), der er noget høiere end Sverresborg-



klimpen (S) og har en noksaa ujævn overflade. Sverresborgklimpen er derimod ovenpaa græsbevokset og flad eller rettere sagt svagt bølgende.

Imellem de to fjeld er der en vid dalsenkning og til begge sider af denne er der udprægede afsatser (i høide med den punkterede streg paa profilet; nøiagtigere udtrykt viser Blyberget afsats paa sin n-, ø- og sø-side, Sverresborgklimpen paa v-, n- og nø-siden og antydningssvis paa sø-siden; mod ø har den en lodret styrtning). Den følgende tegning viser Sverresborgklimpen.

Det staar usikkert for mig, om vi her har for os egentlige „strandlinjedannelser“. Jeg kan ligesaa gjerne tro, at der foreligger rester af et denudationsniveau nemlig saaledes, at fjeldet engang, da havet naaede til den punkterede linje, blev væktøret indtil den og at dalene under den punkterede linje

efterpaa blev udgravet deri. Er dette rigtigt, maa disse terrenformer (og vel ogsaa Ilsvikens strandlinje), skrive sig fra en tid før istidens slutningsafsnit, altsaa være ældre end egnens løse afleiringer. Dette synes mig sandsynligst.

Efterat isbræerne var forsvundne fra landet, har dette ligget lavere end nu.

Ved Trondhjem har det engang ligget henimod 200 m. dybere, og Trondhjemsfjorden havde en meget større udstrækning, saa den paa kartet fremstillede egn var begravet under fjorden undtagen de høieste fjeldstrøg.

I denne store fjord afsattes gennem et langt tidsrum grus og sand indved bredderne og fint lerslam vidt og bredt ud over det dybere vand. Dette løsmateriale førtes af elvene



Sverresborgklimpen set fra Blyberget.

ned fra det omgivende land, hvor der laa betydelige moræneafleiringer, og hvor isbræerne først lidt efter lidt svandt væk.

Lerslammet var det, som dannede de store strøg med ler, Trondhjemsegnens hovedjordart. I fjorden levede dengang som nu dyr, og skaller efter havdyr er ikke sjældne i leret.

Meget interessant er det, at man af disse dyrelevninger kan se, hvorledes havvandets temperatur fra at være meget lav i tiden nærmest efter istiden forandrede sig indtil den blev som nutidens. Det er afdøde professor Michael Sars, vi skylder undersøgelserne herover. (Om de i Norge forekommende fossile dyrelevninger fra quartærperioden. Universitetsprogram for 1ste halvaar 1864. Christiania 1865, s. 23 og 87).

Han gjorde indsamlinger af skjæl i Baklandets lerbakker ved Nidelvens munding. Leret er her laget, dog ikke meget

tydeligt; der findes en og anden isskuret sten deri. Indtil en høide af 13—14 meter fandt Sars, at faunaen var arktisk, det vil sige, saaledes som den nu er nordenfor Lofoten. Almindelige var *arca raridentata*, var. major, *yoldia pygmæa* var. *gibbosa*, *yoldia arctica*, *siphonodentalium vitreum*, *natica grønlandica*.

Ovenpaa ler med denne fauna var der 3—4 m. ler med levninger af dyr, der lever ved Trondhjem nu, han nævner *scrobicularia piperata* og *pholas candida* som hyppige; levninger af almindelige blaaskjæl fandtes nu og da, mest som smaa-stykker. Ler med arktiske dyrelevninger er ogsaa iagttaget ved Lademoen og med nutidsdyr ved Ilsviken.

Fjorden blev tildels fyldt med ler noksaa høit op over bunden. Fladerne ved Udler paa den sydligste del af kartet er rimeligvis gammel fjordbund, og de store, jævne skraaninger ved Reitgjærdets hospital i øst for byen har vel antagelig i det store taget beholdt den gamle havbunds form.

Landet steg, den gamle havbund begyndte at komme paa det tørre og paavirkedes nu af bække og elve. Under en periode har antagelig havet naaet saa høit op som til overfladen af terrassen 70 m. o. h. ved Nardo. Da var formodentlig her strandbred, og der afleiredes her sand, samtidig med at der afsattes lerslam paa dybere vand. Maaske betegner, saaledes som Kjerulf mener, Sinsagers og Hesthagens terrasse, 35 m. o. h., straks i syd for byen en tredie endnu lavere vandstand (Kjerulf: Om skuringsmerker, glacialformationen og terrasser. Universitetsprogram for første halvjaar 1870. Kr. 1871 s. 68.)

Bækkene og elvene grov ud sine leier, og meget af hvad der engang var af ler og sand er nu ført bort; en fremtidsopgave vil det være at udforske enkelthederne i denne udgravningsproces f. eks. faa besvaret det spørgsmaal, om ikke Nidelven og Gulelven har været forenede, og i hvilket leie de i saa tilfælde har havt sit løb.

Nidelven fortsætter sit gravningsarbeide ogsaa i nutiden,

navnlig tærer den, saaledes som elvene pleier at gjøre, paa den ydre bred i svingningerne.

Ved Tempe, det øverste sted, hvortil havvandet trænger op ved springflod, graver elven stadig. Husene paa Veisletten flyttede man for en del aar siden, da der paa en gang fandt sted en større udrasning; skraaningen er her atter bleven græsklædt.

Nidelvens største bugtninger er de, som den gjør indved selve Trondhjems by. Ved Plevolden graver den fornemlig paa sin nordvestside og ved nedre Sindsager paa sin sydøstside. Man har her anvendt sikringsforanstaltninger og skal efter statsingeniørvæsenets bundundersøgelser i 1898—99 have indskrænket elvens gravningsarbeide til et uvæsentligt minimum.

Det har forresten været foreslaaet at grave en kanal gennem landtungen ved Ilen for at gjøre elven nedenfor fri for strøm og omdanne den til en havn for byen, et projekt som bortfaldt omkr. 1880, da der blev antaget et af statsingeniør Dahl foreslaaet arrangement for at skaffe byen havn og jernbanen tomter saaledes som nu er skeet. (Kanalvæsenets historie. IX. Kr. 1888. s. 339).

I syd ved Nidelven, der hvor Horneberg staar paa kartet, ligger nogle flader tilhørende Stubban og Leren paa bunden af en eiendommelig cirkusformig sænkning i terraiet. Det ser ud til, at der engang i fortiden har fundet sted en pludselig udglidning af en lermasse i lighed med den i Værdalen, dog af meget mindre udstrækning. Forsænkningen ved Stubban maaler nemlig kun omtr. 1 km. fra n. mod s. og ligesaameget fra vest mod øst. Aabningen ud mod Nidelven er ganske snæver omtr. 200 m. bred. Af denne grund og fordi der i bunden af forsænkningen (efter Blakstad) er ler og kun paa enkelte punkter lidt sand kan man ikke antage, at et elveslyng har havt sit løb her. Bunden er bølgende, og at terrenformerne er nye kan sluttes af, at den lille bæk, som rinder ud af mundingen, graver sig raskt ned og tilbage mellem nøgne lerbakker; her saaes, (dog ikke rigtig tydelig) antydning til en forvirret lagning i leret.

Ved Baklandets teglværk fandt for en del aar siden sted en udglidning.

Mest bekjendt af udglidninger er dog den, der skede den 23de april 1888 ved jernbanens godshus paa kaien ud mod fjorden og om hvis følger hosstaaende tegning, velvillig overladt af distriktsingeniør Pauss, giver en forestilling.

Man beskriver begivenheden saaledes:

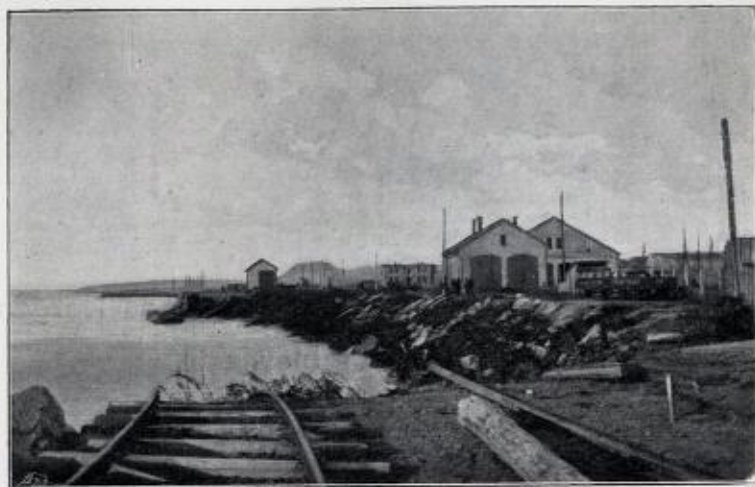
Ved middagstider reiste sig en forhøining i vandet; bølgingen deraf slog mod land, og der skeede en nedsynkning paa omtrent 4 meter og en udglidning, saaledes som det kan sees af billedet. Lidt senere begyndte kaimuren noget længere øst at hælde udover, og ved seks-tiden rasede ud ogsaa her et stykke, som dog var mindre end det først udgledne. Der forelaa ikke noget ældre nøiagtigt kart af fjordbunden, saa man kunde danne sig nogen forestilling om de forandringer, som havde fundet sted. Rimeligvis har der skeet en udstrømning eller udglidning af kvikler, der paa dette sted ikke har taalt belastningen af det materiale, som var paaført for opfyldning.

Ved Røraasbanens godsstation har den geologiske undersøgelse ladet anstille to borer. Ved vognstalden fandtes under et 4 m. tykt dække af paafyldt grus 36 m. sand. Ved materialboden kom under 4,5 m. paafyldt sand 28 m. sand og derunder 53 m. lerholdigt sand.

I denne forbindelse kan nævnes, at den geologiske undersøgelse ogsaa har anstillet flere borer paa Sinsager, hvor der blev paatruffet adskillig meget blød ler i bakkerne, forhold, som man indstændig advares mod at lade upaaagtede ved bebyggelsen. Jordboringer ved Trondhjem omhandles i „J. P. Friis Terrænundersøgelser og Jordboringer Kr. 1898 s. 67. [Norges geologiske undersøgelse no. 27.]

Til egnens yngste dannelser hører torvmyrene, der mest optræder i høiere strøg. Meget betydeligere end de paa kartet aflagte er Heimdalsmyren, der begynder lidt i syd for kartranden. Den bedækker omtr. 9000 maal eller henimod 900 hektar, er 3—4 m. dyb og maatte kunne blive en rigdomskilde, saafremt dens indhold kunde blive tilgodegjort paa en

lønnende maade. Denne myr er beskrevet af Kjerulf og Asbjørnsen i „Norsk Landmandsbog 1868“ og omtales ogsaa i



Udglidning i 1888 paa jernbanens kai i Trondhjem.

„Stangeland: Om torvmyrer i Norge, 2 del, Kr. 1897,“ s. 110.
(Norges geologiske undersøgelse. No. 24).

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 udmeislede 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 udmeislede.“

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 Hardangervidden, 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. Dictyograptusskiferen 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 Valders 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 Kristianiaegnets 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 indesluttede 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 sætterne 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.

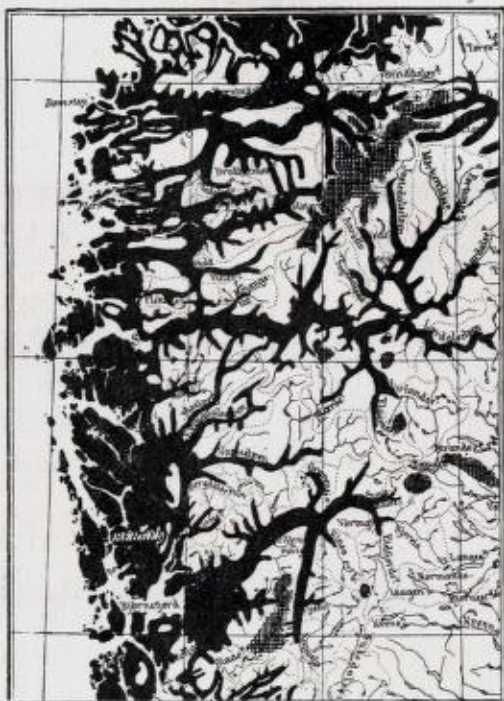
Naar altsaa en landstrækning hæves, og det rindende vand paa det begynder en ny periode i sin virksomhed, opstaar der en mere eller mindre skarp udpræget modsætning mellem den gamle overflade og de nye dalformer. Det kan i saa tilfælde kanske være bekvemt at have en omfattende betegnelse for landets 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).

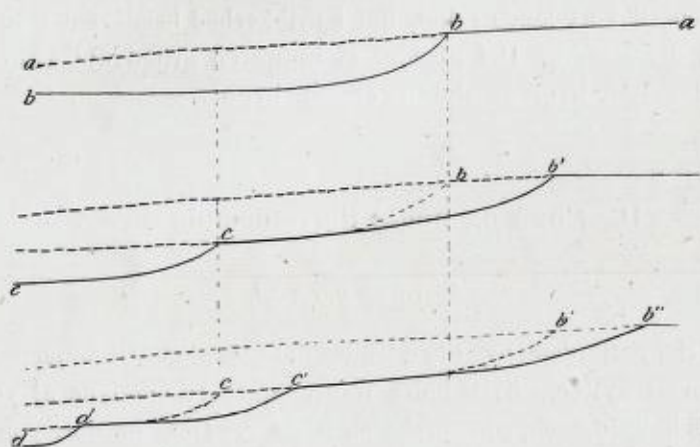
Forholdsviis let stiller sagen sig, hvor der bestemt lader sig paavise et sted, hvor en ældre flad del af dalen, som strækker sig op mod vandskillet, afløses af en nedre øverst brat nedskraanende del; den ældre flade del er da, saaledes som jeg opfatter forholdet, dannet før hævnin gen, den nedre del 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 opstaar flere erosionssystemer, som samtidig skyder endepunkterne for sin virksomhed længer og længer op i vedkommende dale. Høstaaende 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 forskellige 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. Gjentakende gange i den kvartære tid har følgelig rindende vand, og gjentakne 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.

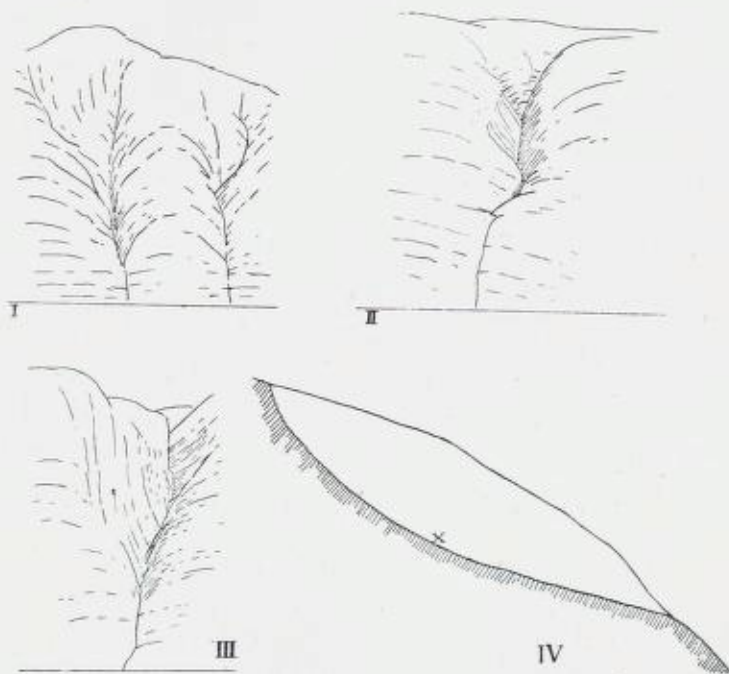
Fjordens sider naar paa det afbildede sted antagelig op til vel 1000 m. Isen som fyldte Sognefjordens rende i den sidste istid har efter al sandsynlighed ikke naaet høiere end omtrent 700 m. o. h.; thi i denne høide (ved 3 paa tegningen) ser man opragende paa kammen mellem to sidedale tapper, der ser 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

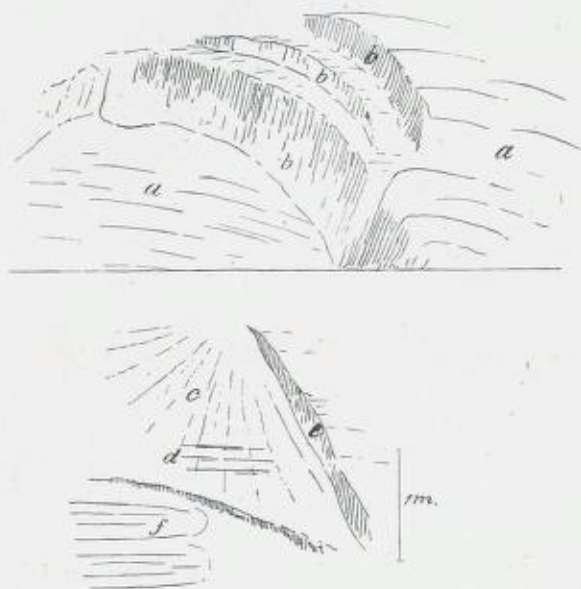


Smaadale paa siderne af Aurlandsfjorden.

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.

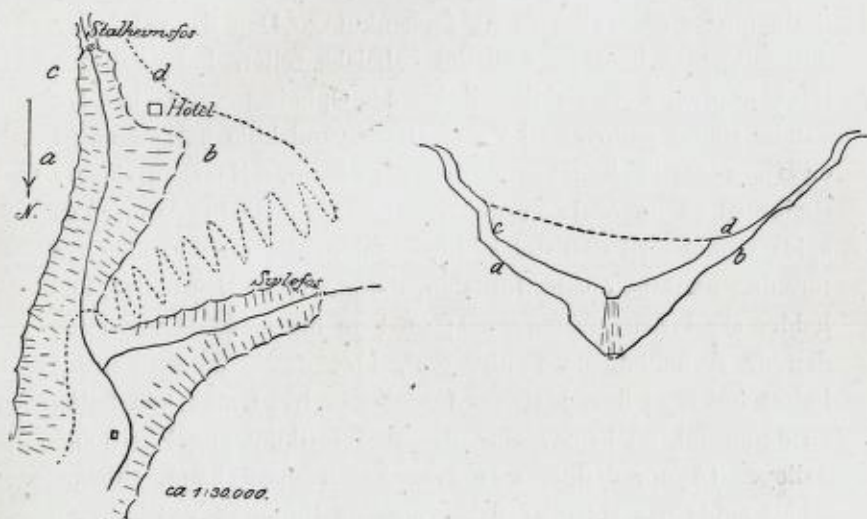


Stalheimskleven seet fra nord. Betragteren staar nede i Nærødalen. Tilvenstre gaar ind en snæver dal, der ender med en botten, hvori Stalheimsfossen styrter ned; tilhøire er der en anden botten med Sivlefossen. Fjeldet mellem begge heder Stalheimsberget. Veien gaar opad det i omtrent 15 slyngninger; 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.

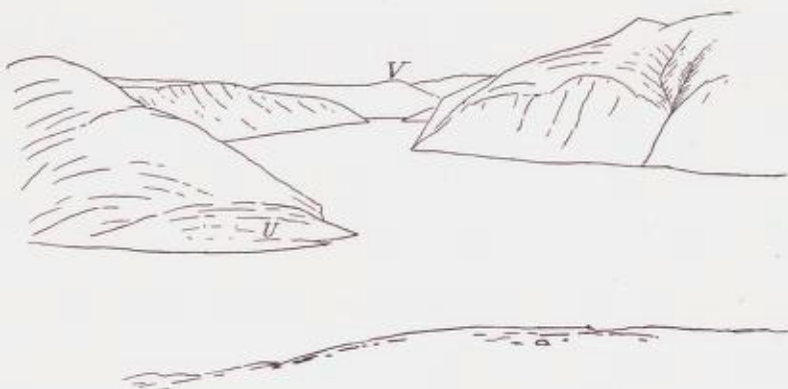
Her er et tilfælde, hvor man staar i stor tvivl, naar man skal forsøge at forklare landskabets dannelsesmaade. Hvorledes har der kommet at ligge en ryg af den bløde lerglimmerskifer foran sjøbækkenet? Stod vandets overflade engang i høide med ryggen kam, og er det siden blevet udtappet, eller blev bækkenet 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.

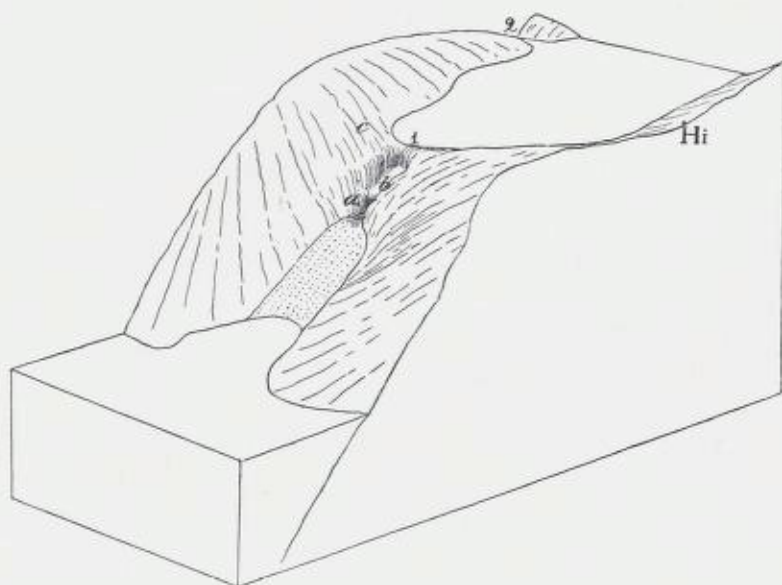
Efter denne lille udflugt over i Vosseelvens gebet vender vi tilbage til Sogn og følger *Lysterfjorden* indigjennem. Lysterfjorden har i sin ydre del indtil der, hvor den bøier om i en ret vinkel ved Solvorn, steile sider nedskaarne i landets palæiske overflade. Næste tegning viser denne ydre del af 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 dalsænkning, 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 dalsænkningen 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 Hafslo vandet 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 botenformet 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 merke 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 gennem 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 bøier 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 halvcylindriske 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



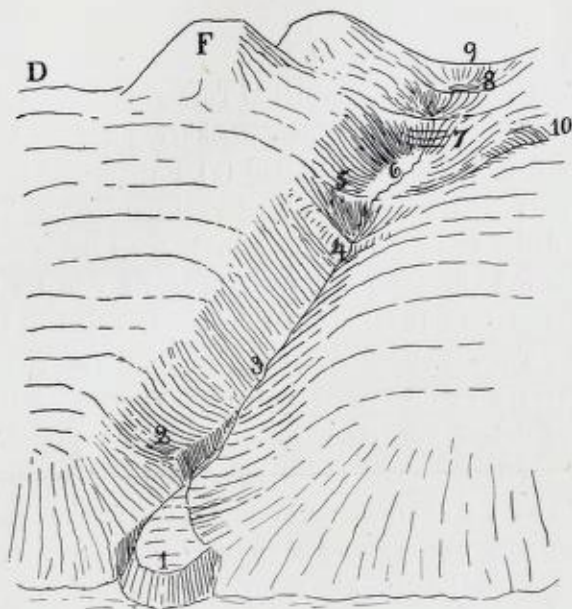
II

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 mundung 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



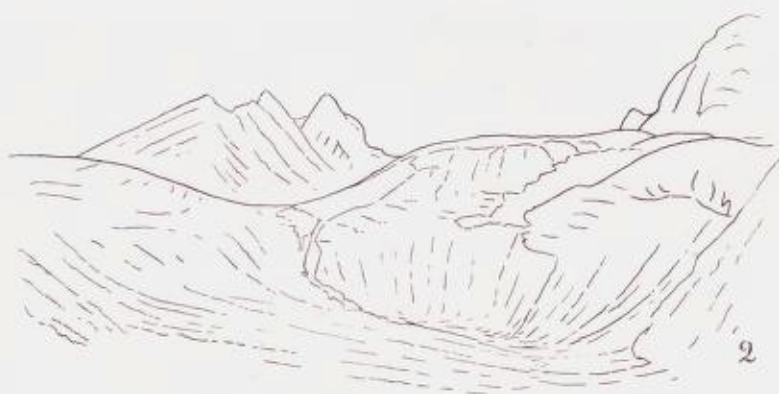
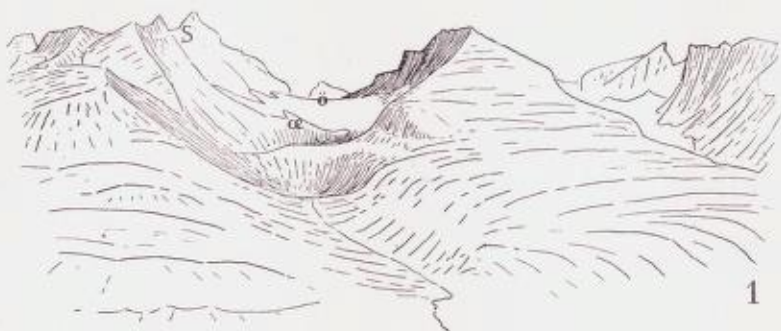
Vettisdalen i Sogn med tinder og „naaser“, skematiseret.

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.

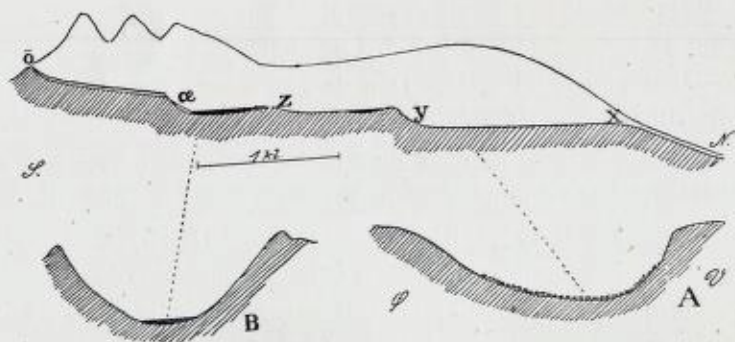


1. Skagastølsbotten. 2 og 3. Partier af samme seet paa nærmere hold

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. Dettens 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 tilhøre 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 tilbagerkning. 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.

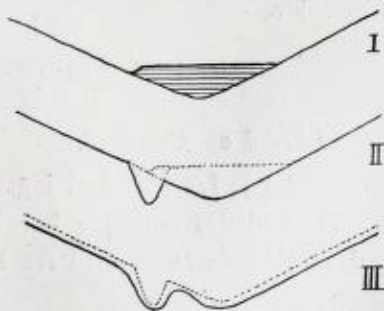
Lærdal og Hemsedal.

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.

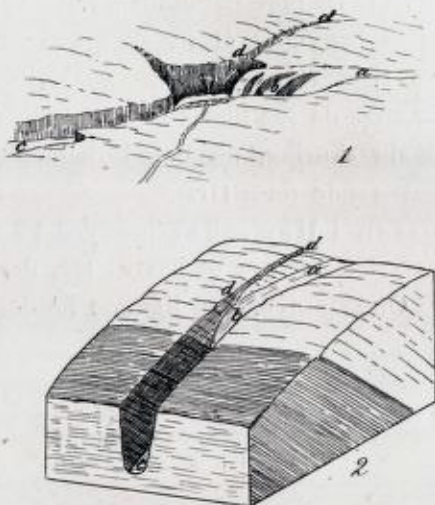
ubetydelig strækning ved Ulsaker; dog har den her neppe nogensteds gravet sig et dybere elveleie end paa omtrent 1 m. Ved Ulsaker og ved Grøndalens munding rager op i dalbunden de side 87 og 89 i ovenfor nævnte afhandling afbildede smaafjelde. En maade hvorpaa de kan tænkes at være blevne staaende igjen 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.

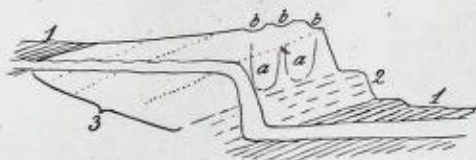
blødere og en lysere haardere varietet saaledes som fremstillet paa den skematiske tegning (2). Den blødere bergart vaskes væk under den haardere.

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. høie 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.

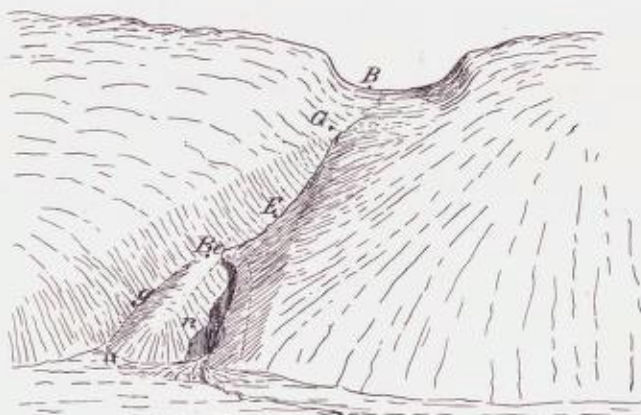
ledede dannelsen af de dybe fjordrender. De daværende elves erosionsniveau (base level) var under omhandlede tid i høider, som nu maa søges omtrent 700—1000 m. o. h. Man maa nærmest antage, at der dengang ikke har været vandskille, hvor der nu er, men at elvene, som dannede dalene (disse følger en herskende 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.

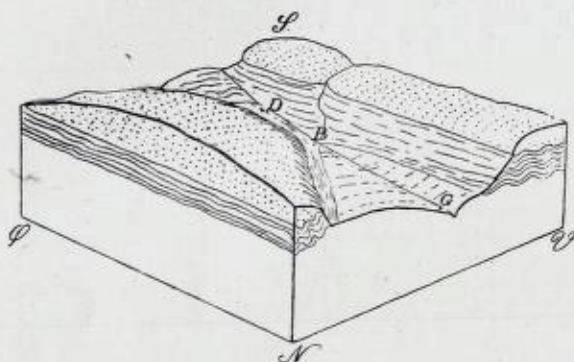
reliefets uddannelse. Den hurtigste oversigt faar man ved hosstaaende skematiske tegning, der viser dalen seet i fugle-



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.



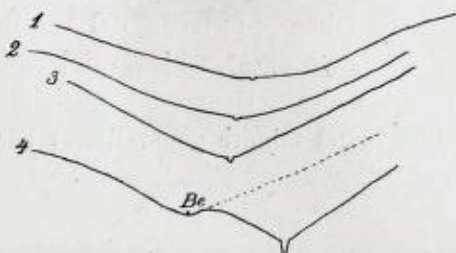
Skematisk tegning af dalen ved Breistølen.

- 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.

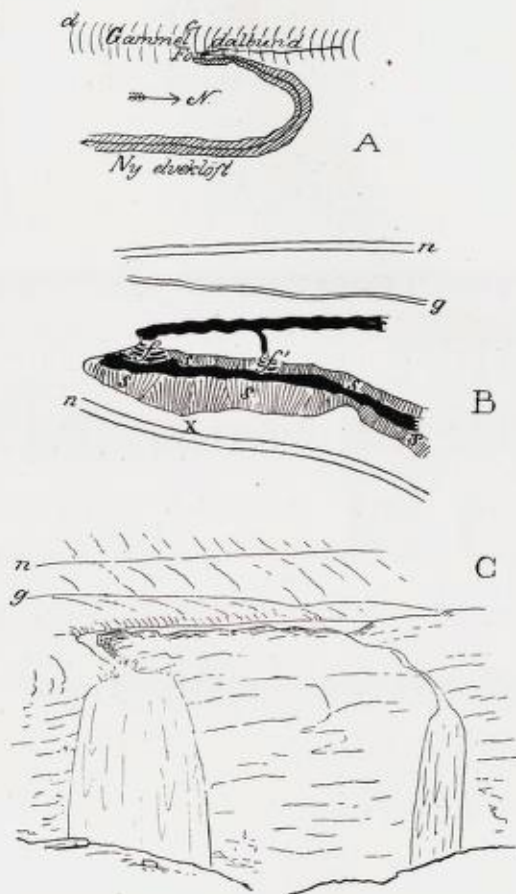
g—Be. Gammel vei.

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

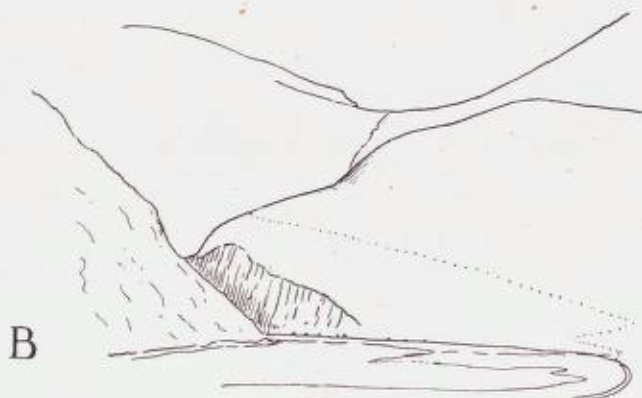
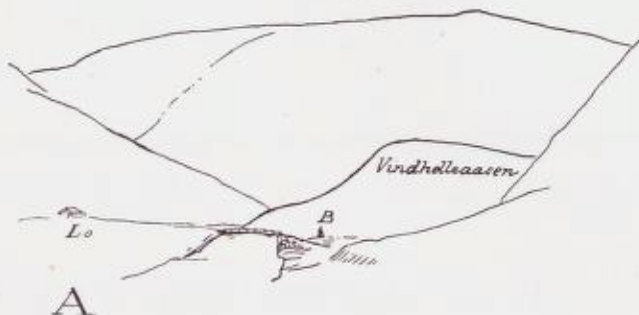


Ved Kvamme i Lærdal.

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 klyften 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 indsjø 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.

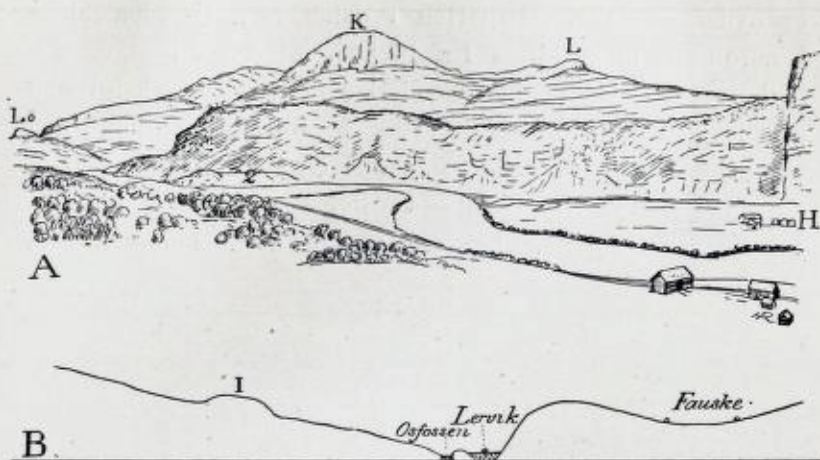
Fra disse strøg kan meddeles nogle enkeltheder.

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.

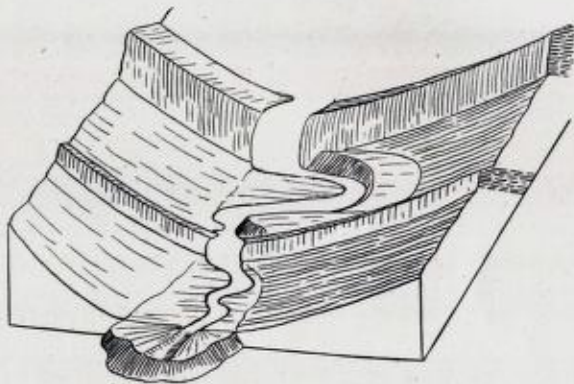


A. Dalen ovenfor Osfossen i Søndfjord. Den øverste del af fjeldet i baggrunden bestaar af konglomerat. Tre toppe er Løkelandshesten (Lø), Kvamshesten (K) og Lillehesten (L). Den lange ryg i mellemgrunden skiller Gaulas dal fra den dal som veien fra Sveene til Førde gaar igjennem. I denne dal ligger gaarden 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 grusafleiringen 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

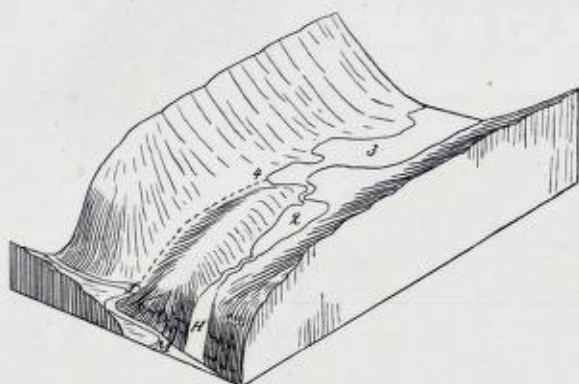


Naustdalens nederste del, skematisk fremstillet.

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-



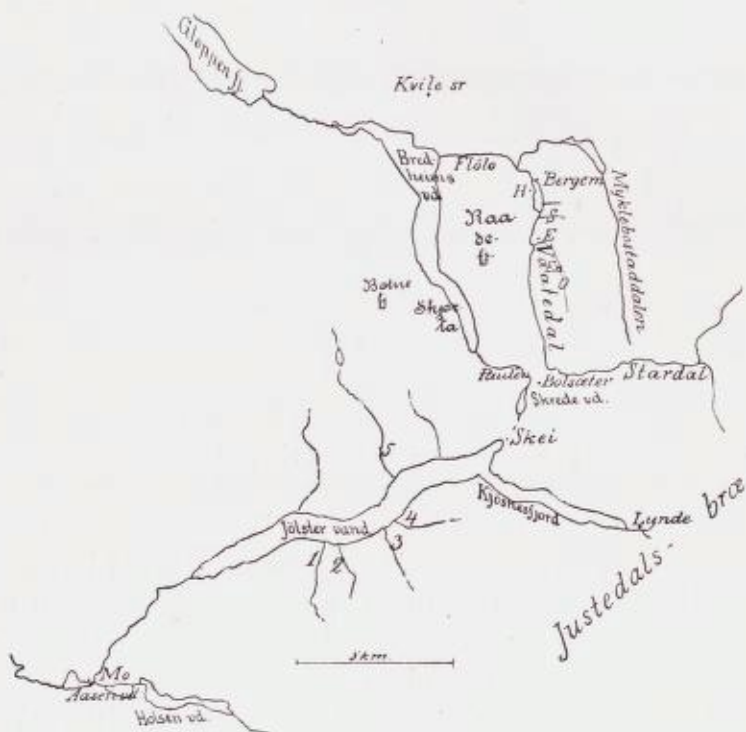
Huldrefossens omgivelser skematiserede.

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

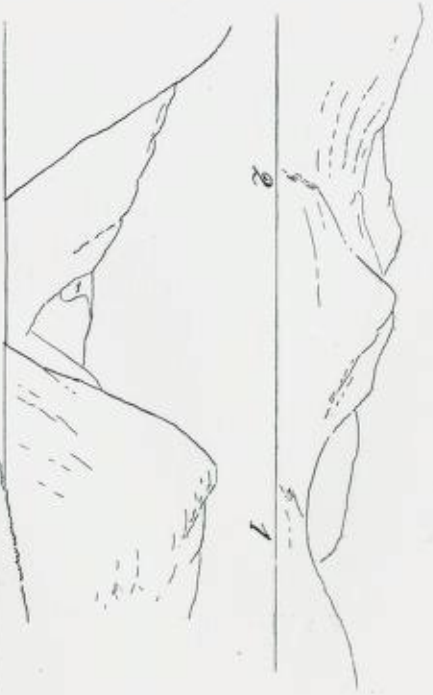
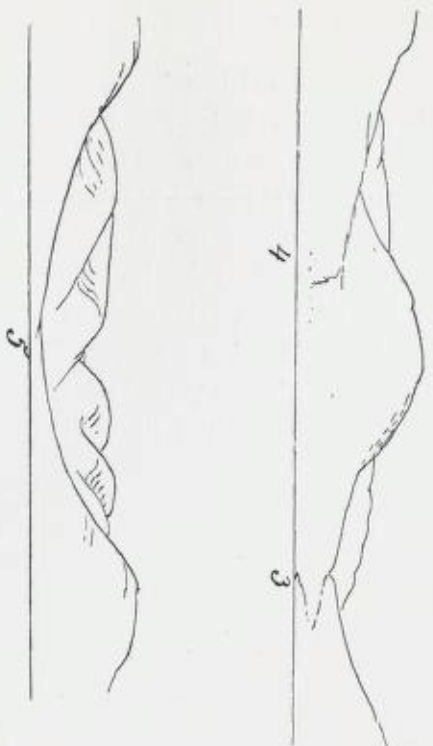
Jølstervandet har man endnu et forholdsvis aabent landskab. Dalene som gaar ned til vandet tegner sig som paa næste side fremstillet, naar man reiser forbi med dampskibet; nummerne svarer til tallene paa kartet. De u-formede dale ligger som man ser mere eller mindre dybt. Gjennem no. 5, Aasdalen, ser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



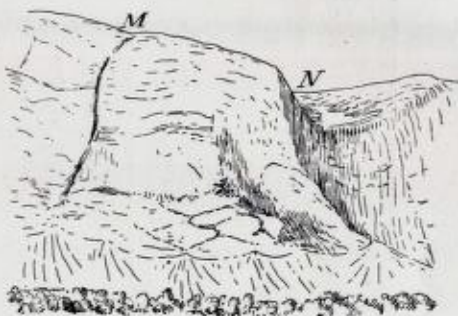
Bredheimsvandets og Jølstervandets omgivelser.

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 Jølsterrendet i Sandfjord. Nederst tilhøre 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 danter 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 mundingen 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 mundingen (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.

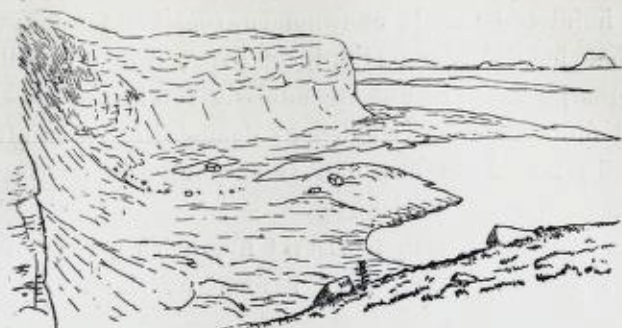
En nyere tegning, som jeg har fra Hareidelandets udside viser den palæiske overflade, ikke i modsætning til en daldannelse, men i modsætning til de steile vægge med foranliggende strand-flade, som havets arbeide har frembragt. I landets former paa Romsdalskysten er som bekjendt herskende to dalsystemer,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



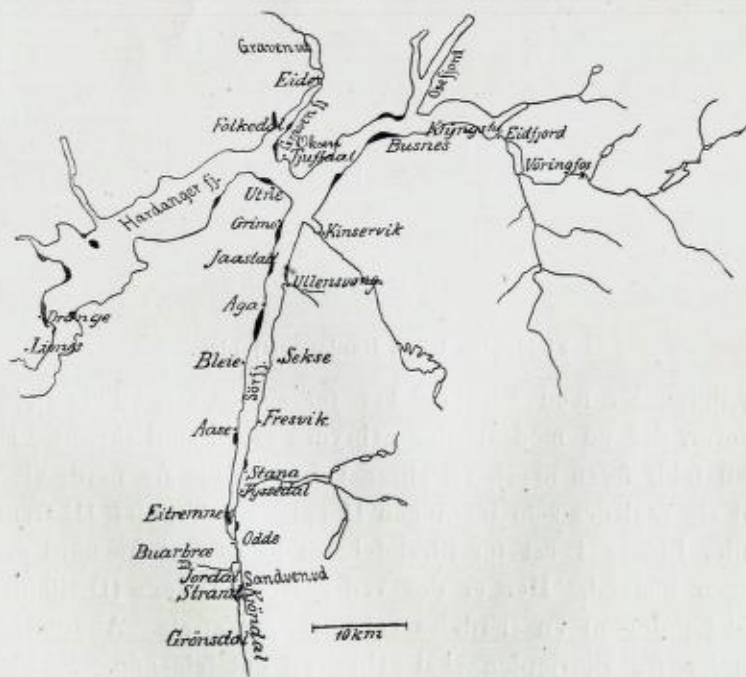
Botten dannet af havet paa een Askroven, Søndfjord.

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.

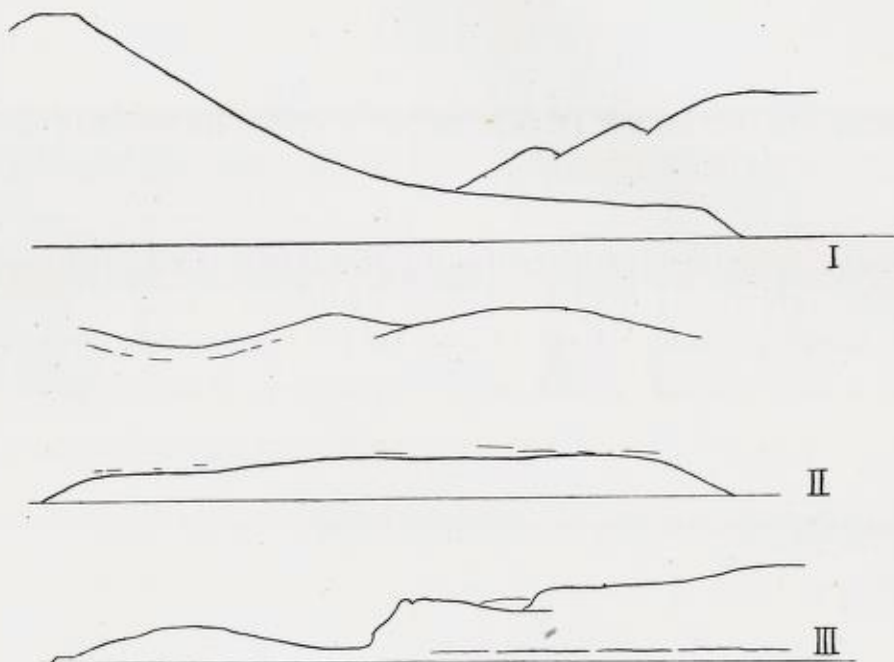
Ligesom i Sogn har jeg ogsaa i Hardanger mine fleste iagttagelser fra de indre egne. Før jeg gaar over til disse,



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.

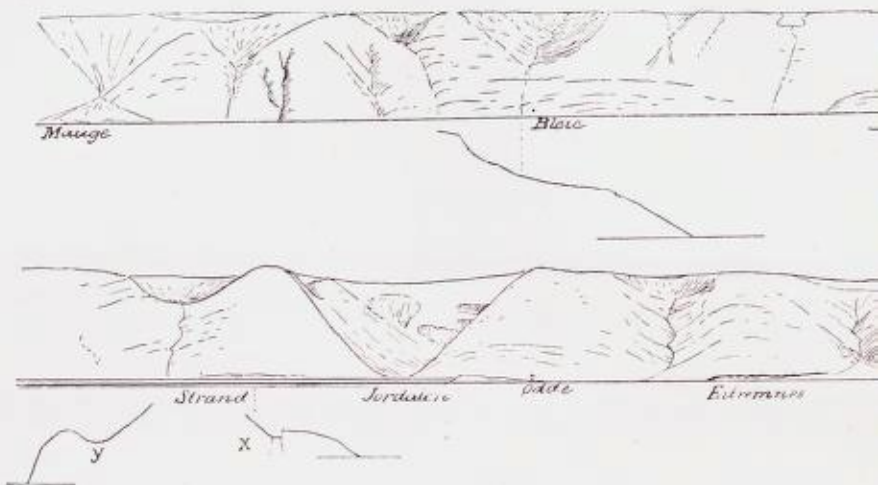


Den øverste af omstaaende tegninger fremstiller fjeldet Oksen i øst for indløbet til Gravenfjord (*G*). En liden rest af en fjeldfod sees her. *T* er Tjuflaatbugt, hvor man har en af de sædvanlige „lemlæstede“ dale, hvis nedre del er bortskuret af is. Ved *a—a*, har man en mod betragteren og samtidig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

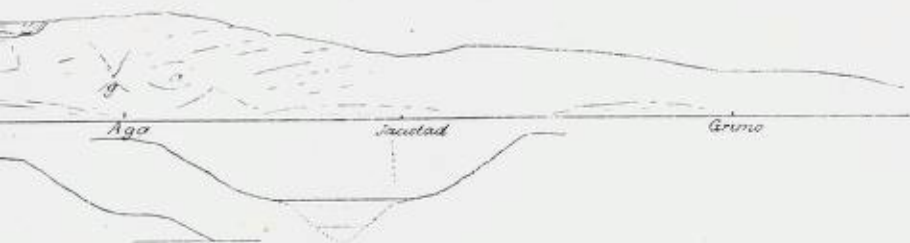




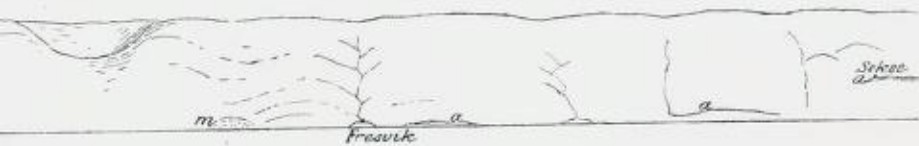
Sorf



Den sydlige



vestside.



orfjordens 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 nedi; 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 tværsnit.

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,

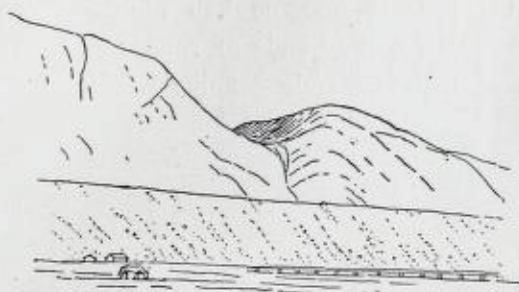
et nes, og derfra gaar en liden dal, Kjøndalen, sydover parallelt med hoveddalen og med sin bund adskillig høiere end denne (*y* paa figuren).

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 grusafleiring 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.

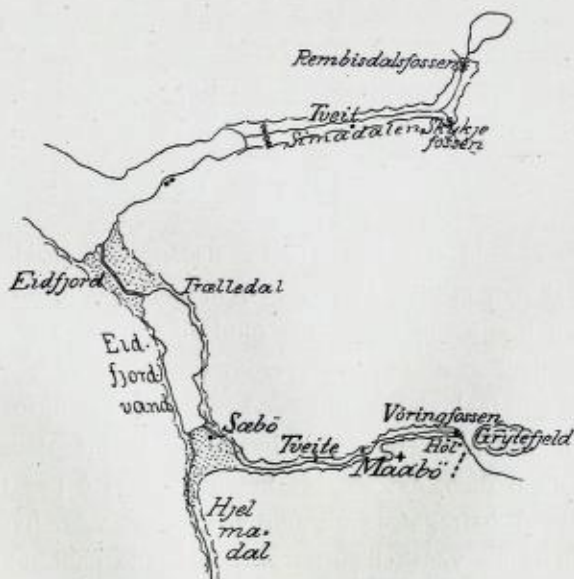
Naar man har passeret Osefjorden paa veien indover til Eidfjord, er der fremdeles som før nøgne, bratte fjordsider, hvorpaa isen har udrettet et betydeligt arbeide. Brynnesdalen paa sydsiden er afskaaret omtrent i vandfladen; to dale længere inde ved Klyngstu viser sig derimod at være afskaarne høiere 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-

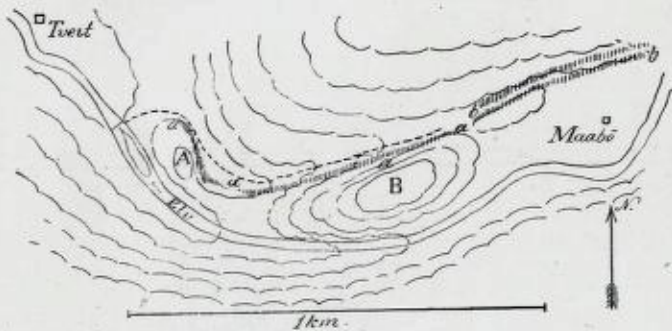


Øverst, Eidfjordvandets sydende. Nederst, Maabøgalderne.

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 gjennem 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-

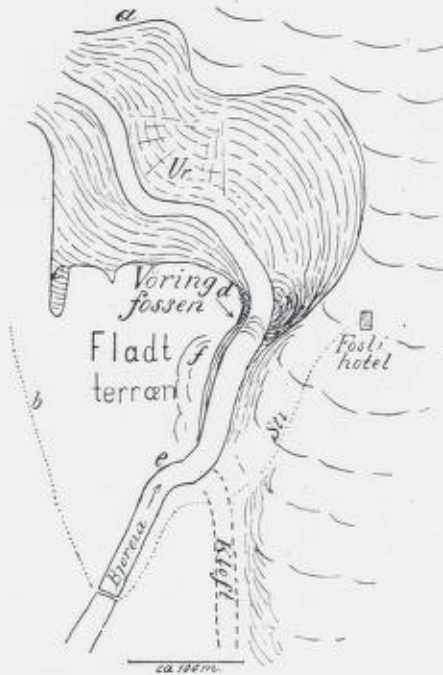
heder kan det bero, at nogle nes i en dal angribes sterkt, andre meget mindre. I det foreliggende tilfælde er bræns arbejde bleven understøttet ved lodrette sprækkedannelser langs



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 gjennem 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

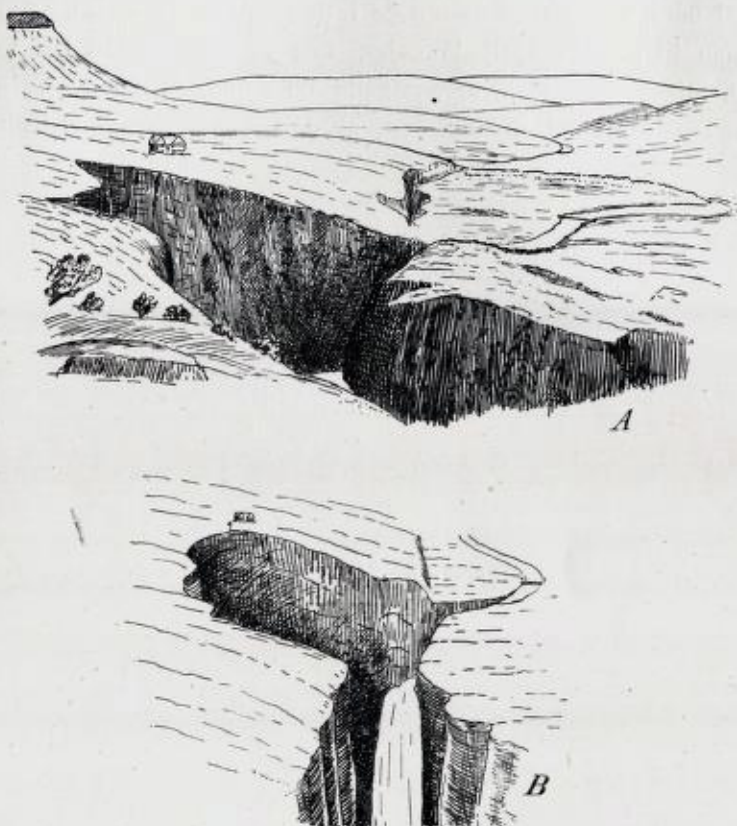


Kartskisse af Vøringfossens botten.

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, hvor igjennem 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 arbeide 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 dækket 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 sidekløft 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 forsænkning, der kan være saa omtrentlig 1 m. bred og 1 m. dyb.



Skitsætergjelet seet fra Grytefjeld.

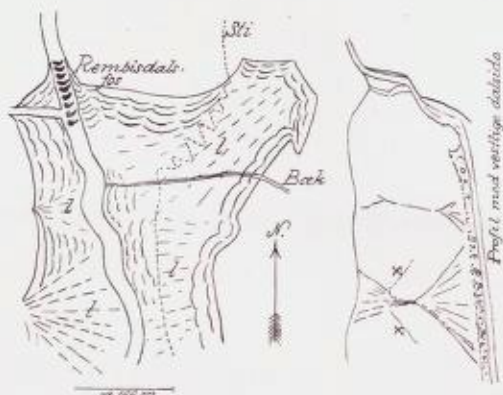
Fra Grytefjeldets top ser man udover fjeldmarken med sine aabne dale og tilrundede fjeldformer; en paafaldende dannelse deri er Skitsætergjelet, der strækker sig sydover og paa kartskissen s. 197 er antydnet ved en liden punkteret linje i syd for Høl. Der maa her være en særegenhed, som gjør, at der 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.

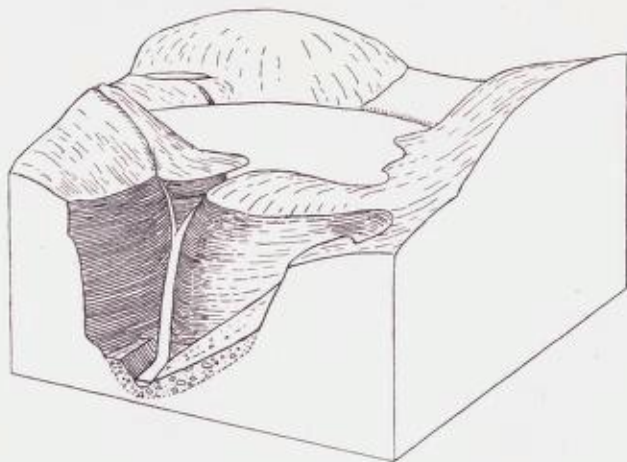
Simadalen frembyder lignende fænomener som Maabødalen. Dalbunden er indtil der, hvor Skykjedalselven forener sig med hovedelven, ganske lav og flad og bedækket af elvegrus, saa fast fjeld ikke stikker frem. Man har ogsaa her en gaard ved navn Tveit; den ligger paa en terrasse omtrent 107 m. o. h. Spor 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 nedenfra, 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“.



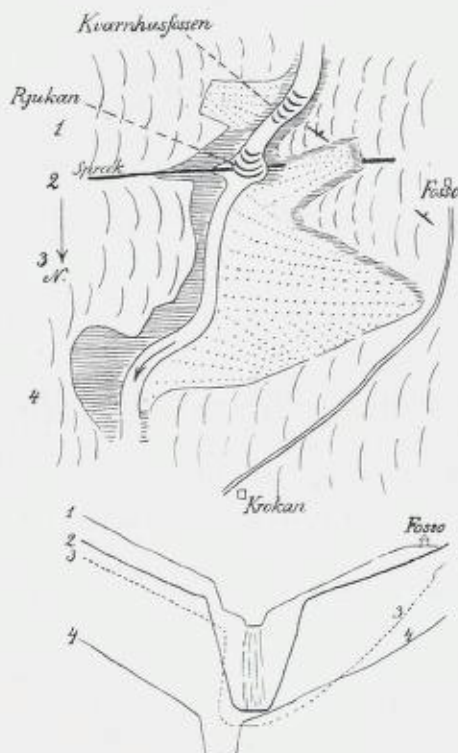
Rjukanfos i Telemarken.

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, Kværnhussfossen.

Den meddelte kartskisse er ganske omtrentlig. Afstanden fra Krokan til Fosso kan være en kilometer eller saa. Omtrent i halve høide af Kværnhussfossen 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).

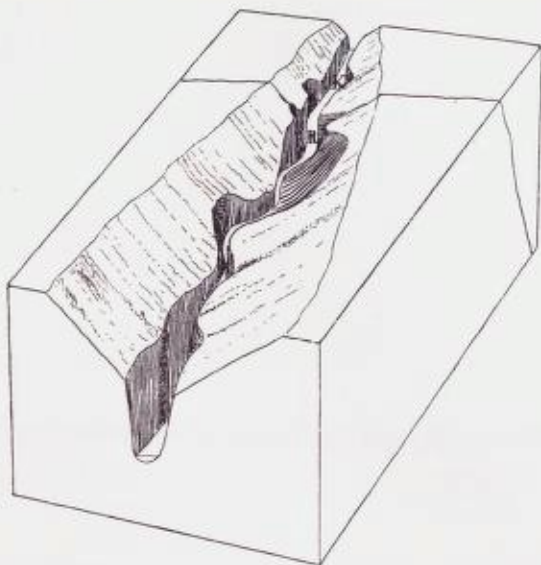
Siderne af dalen, hvori Rjukankløften gaar ned, skraaner ikke mer end omtrent 30° . Kløften i syd for (ovenfor) Rjukan er 20—30 m. dyb eller saa. Elveleiets bund skraaner her gjennemsnitlig omtrent 20° , og der fremkommer derved en fos, der nævnte Kværnhusfos. Saa falder vandet med frit



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.

English Summary.

Some Notes regarding Vaerdal.

The Great Landslip.

About 12.30 A. M. on the 19th May 1893 occurred the great landslip in Vaerdal which had the effect of concentrating the attention of the whole country upon that valley for several weeks. The little sketch map (Compare p. 1) shows the outline of the landslip's depression (on both sides of the line marked „Follobækken“ = Follo stream) and the masses of clay which slid down into the valley. The clay is left without any special marks; the area covered with fine dots represents sand. With coarser dots is indicated the layer of sand which forms the flat surface at Uglen and is deposited above the clay. With irregularly placed short lines are indicated masses which are supposed to have been accumulated by some previous landslip. The next drawing (fig. 2) represents a generalized birds-eye view of the landslip.

The greatest height of the stratified material in Vaerdal is about 125 meter above sea-level. In the part that was displaced by slipping the beds consisted of marine clay which in the western part was overlaid with sand. The lower surface boundary of the sand dips in a westerly direction. The most recent deposit was turf. On several of the displaced farms there was very soft clay in which slips had taken place on previous occasions. I was informed that in several places, on the

farms of Jermstad, Follo, Krog and Trygstad, it had been impossible to make ditches, because, to a depth of 70 cm. to 1 meter below the surface, the clay encountered was so soft that the sides of the ditch which had been dug collapsed and filled it up again. A good illustration of this occurred when an underground cellar was being made previous to the erection of a new farm house at Jermstad.

Near the middle of the landslip, a small island-like undisturbed portion is seen rising up and also a part of the bed of the little Follo stream. This stream had in former times excavated a little valley where the opening or lower end of the landslip now is. On the evening previous to the landslip, men who were fishing in the little river observed that it was unusually muddy. Brøgger and Münster think that this was due to the landslip having already begun by that time in the lower part of the Follo stream. Saetren points out meanwhile that in the afternoon there was a sliding movement at Reppe which lies 3 kilom. farther up than the landslip and that the muddiness of the water probably originated there. At midnight, horses which passed over the ground which half an hour later slid away, showed a remarkable amount of restlessness. They must have detected, by their more delicate senses, the initiatory movements in the ground which had escaped the notice of the people. The principal mass slid out shortly after midnight with a rumbling noise whilst at the same time something like smoke seemed to arise. The sliding lasted about half an hour according to the statements of eye-witnesses and according to the time that one of those who escaped took to run a certain distance on the road. The movement did not take place evenly and continuously, but piece by piece farther and still farther back broke away and slid down into the valley. Saetren speaks of three slips, of which the last was most extensive. At the head of the landslip there remained several portions of fields with trees upon them after the soft clay had flowed out from below them.

The mud floed towards the West inundating the broad valley and destroying the farms there. It took from three quarters to one hour, after the first great slip, before the great flood of mud reached as far as the farm of Haegstad. Several inhabitants of the farm of Follo, which stood on the land that had slipped away, were rescued from the roof of their house after having sailed on the flowing muddy clay about $3\frac{1}{2}$ miles¹⁾. The clay dammed back the stream so that its bed became dry below the dam, but above the obstruction a lake was formed in which several farms were submerged. The upper end of this lake is seen in the right hand corner at the bottom of the fig. on p. 2. It was midday of the 20th before the river began to flow over the displaced masses of ground.

The night that the landslip took place 111 people lost their lives and many of those that escaped lost all they had. The amount of loss sustained was estimated at £ 37000. Saetren estimates the amount of the displaced material at about 55 millions m^3 and the inundated area at 8.5 km^2 and the surface of the lake that was formed at 3.2 km^2 .

Friis's borings show that in the upper part of the undisplaced land there is firm clay but that below this there is soft clay. The bottom of the vacancy caused by the landslip lies so low that the soft material there has not enough of fall towards the river to occasion any fear of another slip taking place. On the plateau of Uglen there occurs, under the sand, very soft and in parts quite fluid clay, and at the NW corner of the landslip, the partially fluid clay occurs under a bog, the overlying sand being absent here. Although the ground here may be said to be rather unsafe, there is still no impending danger of any further considerable landslip, for there is no stream. Had there been one, it would, when eroding its bed, have caused the soft clay to begin to flow outwards, causing more to follow it.

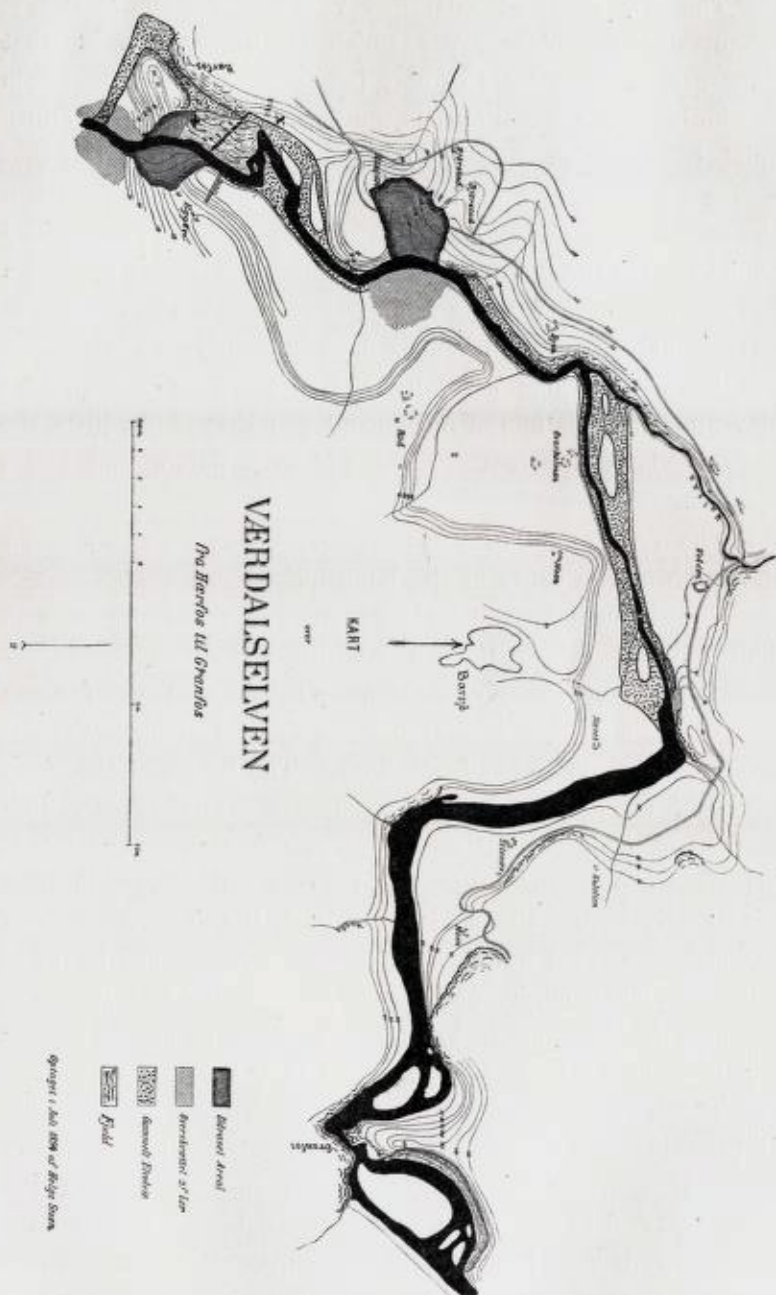
¹⁾ Almost every house in the rural districts of Norway is built of wood.

The borings in Størdal and Vaerdal have shown that it is not one particular layer which is „quick“ clay but that there are, in the masses of clay (whose bedding on the whole lies horizontally) certain parts, perhaps of lenticular or ellipsoidal form, which consist of „quick“ clay. What it is that causes certain parts of the clay to be so much softer than the rest is unknown. All kinds of soft clay are often called „quick“ clay; in a more restricted sense it means clay which has the property of being comparatively stiff when it lies in its original bed, but becomes fluid when it is set in motion. For instance if one carefully cuts a small cube of „quick“ clay and places it in the open hand and shakes it a little, the cube becomes apparently more and more damp, and loses its form.

The occurrence of these masses of very soft clay under the soil was the cause of the landslide.

The immediate cause, however, was the Follo stream. Thirty years before 1893 a landslide had been caused by this stream on the Krog farm, and the amount of earth and clay that slipped was so great as to dam back Vaerdal river in three quarters of an hour. The banks of the Follo at Krog farm were, after that slip, in several places, high and steep and along the stream so soft in some parts that neither people nor cattle could make their way through it. Shortly before the landslide in 1893, the erosive action of the stream caused now and then small parts of the banks to fall out. That might perhaps have made the people apprehensive if they had had their eyes open to the dangerous condition of the ground upon which their dwellings stood.

The borings which are described in Friis's work are certainly valuable for the places that were examined but they are not meant to be regarded as an investigation of the whole clay formation in Vaerdal, Størdal and Guldal with regard to danger from future landslips. For that purpose much more extensive investigation will be required. The work that has been done has confirmed what was already



known, viz, that the basis for such work must be a geological study and mapping of the unconsolidated layers as they can be seen on the surface and as they can be determined with the aid of a small hand-boring tool. These studies must afterwards be supplemented by a smaller number of deep borings. They do not require to be very deep for practical purposes, 30 meter is certainly sufficiently deep in most cases.

The fig on p. 3 shows the western side of the landslip at the Uglen farm.

On p. 4 is seen a part of the clay slid out.

Page 5 gives a picture of the lake formed above the obstruction.

The figures on p. 8 illustrate some irregularities in the bedding of the sand and clay in Vaerdal probably partly due to landslips.

The 3 figures following are from a bend of the river, where steep bluffs of clay and sand are formed.

Erosion of the river above the former Hærfos.

Hærfos was a cascade (fos means cascade) somewhat upstream of the described localities, where the great landslip occurred. It was a cascade, as the river on the 12th of September 1893 changed its bed leaving the bed of the cascade dry. On the map made 9 months after the catastrophe the place of the Hærfos is seen in the left hand corner. The former bed of the river is dotted. The river as it was when the map was made, is black. The drawings on p. 14 show in a somewhat schematic way the old and the present conditions.

The uppermost drawing takes us back to the time previous to the catastrophe. We see the river flowing on with a gentle fall. At 1 it encounters solid rock over which it precipitates, to the lower level in the foreground. Here it makes a bend to 2 where it cuts into the base of the clay cliff. From year to year, some of this cliff between 2

and 3 has slid down, little by little. As one sees, there is only a small obstruction at 3 which prevents the river from flowing over the top of the cliff. In the meantime it has been observed that something dangerous can happen here. The Canal-Departement suggests the construction of a protecting wall to strengthen the little ridge of earth at 3 and asks the local governing body to guarantee its maintenance, but it refuses and proposes that the work shall be done in a slightly different method from that suggested. And so time slips past until in Sept^r 1893 there occurs an unusually high flood in the river. A little thread of water which at first seems quite insignificant and harmless begins to trickle over at 3 on 12th Sept^r. It deepens its bed and becomes a little stream and in the course of about an hour it becomes a flooded river of clay-colored water rushing with thundering noise through a deep gully which it has eroded in the clay. This is shown in the second drawing. The waterfall's old channel at 1 is now dry and one can go down into it and study the many pot-holes that the water has excavated in the course of time. If one looks South from the point marked *X* on the map, one sees the view represented nethermost on page 16. The dotted line marks the former surface of the ridge of clay before the catastrophe. *E* signifies the farm of Eggen, which is also found on the map. The same view is reproduced by the two uppermost figures on p. 18 and 19. The lower figure on p. 18 is a continuation of the left hand side of the other figure on the same page. A view from Eggen to NW is given on p. 20. Before the catastrophe the river ran as the arrow 1 marks towards the Hærfos. Afterwards it first had its way as the arrow 2 marks over solid rock. It threatened to take a new course at *M* and people tried to stop it by making a wall, but after a few months the river broke through the artificial hinderance following the course 3, which it, upon the whole, has kept since.

During a period of the excavation the turret of clay seen on p. 11 was standing.

The change of the site of the bed at the Hærfos has had a far reaching influence upstream. To the right on the map one finds marked the cascade of Granfos. Before the catastrophe there was no rock to be seen in the bed of the river from there to Hærfos. The bed of the river was as represented by the diagram *A* on p. 9, where *a* means the place of Hærfos and *b* the place of Granfos. When the bed suddenly was lowered to *c* as seen in diagram *B*, the river began a retrograde erosion of its former bed as shown by the dotted lines until at present the bed of the river is as illustrated by the diagram *C*, the river has about the same inclination as at *A* and the Granfos has augmented with the portion from *b* to *c*. The sidestreams simultaneously have been eroded deeper. We have here on a small scale a model of what occurs when the rivers of a costal plain or a peneplain are revived by upheaval of the land. The Værdal river has made its work in clay consequently in a very soft material and has finished the chief part of it very quickly.

The fig. on p. 22 shows the now narrow bed carved out in the flat bottom of the old bed. The drawing was made 11 months after the breaking through from the stand-point X to NE. The fig. on p. 28 represents the place, where the sidestream Malsaa joins the main stream from the North.

The photo on p. 26 is from the Malsaa, it was taken at a later date, when some work was in construction to prevent the farther digging of that river. At my visit to Værdalen 11 months after Sepr. 1893 the initial point of the retrograde erosion had not receded farther back than about midway between Hærfos and Granfos. It is represented as it was then, on pp. 29 and 30. The same locality about 2 years later is seen in the lowest figure on p. 30, and 4 years later on p. 27. It was at the latter time very difficult for the people living on both sides of the river to communicate, and a kind of funicular was constructed across the chasm. In the picture a man is seen just crossing in a „cage“. Nine months after the destruction of the Hærfos on the 16th of June at 7 o'clock

in the evening a landslip occurred at the farm of Haugan. The site is found on the larger map and a sketch map on p. 23. The first figure on p. 23 shows the hollow left, seen from NE. On the left-hand side is the river, which at the time of the occurrence had eroded to a depth of about 5 m; 2 and 3 mark roads cut through by the landslip. In the walls of the amphitheatre one sees that the marine clay is well stratified the beds of clay being separated by layers of sand of a thickness like paper or cardboard. By borings in the bottom, I found that the solid clay one is wandering upon, only is a crust like ice upon water. At a depth of a few centimeters the clay was of a consistence like porridge or even like gruel. The sand beds have often acted as thrustplanes, one stratum of clay moving upon another. The surface of the under stratum was found beautifully slickensided with furrows and striae. The pictures on ps. 24 and 25 show such striated clay from the place where the direction of the movement is marked with arrows on p. 23.

The landslip occurred suddenly, the same day people had heard water purl in the ground and were frightened thereby. The clay was set in movement by vertical slices „as if it had been cut by a strawcutter“. The outflowed clay filled the river but only for a short time; after a few minutes the whole mass of fluid clay flowed down the river.

Supplement: M. Øyen has kindly studied some shells found in the clay up to a height of 122 a. s. He finds that they give proofs of an arctic if not a real high arctic fauna.

The Landslip at Mørset.

The railway from the town of Trondhjem (= Drontheim) to Sweden runs East through the Stjørdal. The lower part of this valley is open and wide. About 9 km. from the sea, the main river is joined from the north by the small river Graaelven (graa = gray and elven = the river) which is so named because its water is gray colored after having flowed

through a deposit of marine clay. The area of clay is surrounded by a rim of sand and gravel whose upper surface is very distinctly marked where it runs along the slopes of the adjacent mountains.

This rim is 165 m. above the present sea-level, it indicates clearly the maximum amount of the submergence of the land in this region which occurred at some period subsequent to the Great Ice Age for above this height, 165 m. there are no signs of marine action. The shells found in the clay belong to mollusca still living in the neighboring sea. The district of Graaelven is shown on the map (p. 34) made by the students of the Technical School of Trondhjem under the direction of General Sejersted. The landslip occurred on the 16th August 1893 in the midst of the clay district, and is indicated by dots. A map on a larger scale is given on page 36, the scale at the foot represents 500 m. For help in constructing this map I am indebted to Mr. J. P. Friis. The dotted part represents the area from which the clay has slid away and the shaded part represents the area which it overflowed and covered in the bottom of the small valley previously excavated in the clay by the Graaelv. On the dotted area the clay to a depth of from 8 to 10 meters, in all about 800 000 m.³ has literally flowed away. At first the soft masses did not go farther than the dotted line at *b* on the map, but 14 days later, probably because they became still more saturated by the river, they glided on as far as is indicated. If one looks to the NW from the point *A*, one gets the view represented on page 38, where one sees plainly, especially in the lower picture, a kind of barrier formed by a wall 5 to 8 m. high. A lower wall is observed farther to the West. These two walls are marked *f-d* and *c-e* on the map and are also indicated in the section at the top. The letters *e*, *g* and *h* indicate parts which have remained immovable in the form of hills, while the clay which surrounded them has flowed away. The hill *g* is seen on p. 38, and a picture of it as seen from the South is given on p. 42, with some spruce trees standing

erect upon it. The dark black material surrounding the base of the hill is peat which has floated on the fluid clay like ice on water. In the foreground lie some masses of firm clay which have been borne along in the fluid clay. In the two walls we observe the nature of the clay (compare the fig. on page 41). When moist, it is dark bluish gray, when dry, light gray. Gray is the predominant color, but some of the layers are darker and some lighter. In the block (fig. *d* on page 41) which is 40 cm. high, 33 layers can be distinguished, varying in thickness and in color; the principal ones only are indicated in the drawing. If we estimate the thickness of this post-glacial clay to be 50 m. and assume that one dark and one light colored layer were formed yearly, then about 4000 years must have elapsed during its deposition. Of course this number is very uncertain.

A boring was made at the point marked *1* on the map, page 36. Uppermost there were 40 cm. very hard clay; below it 3½ m. moderately hard clay; then for 16 m. (the dark part in the section) the clay was soft as porridge; then followed 7 m. of clay about as firm as bread and here the boring stopped.

At my visit 11 months after the catastrophe I found at *5* and *6*, in the western part of the landslip only a thin crust over very soft clay. The picture on page 40 represents this area. At *5* a boring was made 5 m. through clay as soft as porridge; at *6* it was somewhat firmer. The lower wall looked very solid, but when a handdrill was forced half a meter horizontally in it, a very soft substance was found.

No bluffs with fresh sections existed at this place along the Graaelv previous to the landslip and no noteworthy brook was running. A very small spring with a saltish taste is said to have existed near the river. Possibly it had something to do with setting the masses in motion (which had been threatening for a very long time) just like the proverbial „drop that makes the bucket flow over“.

The Mountain Region between the lakes of Vangsmjøen and Tisleia.

This region lies in the midst of Southern Norway to the NNW of Christiania. The Valdres valley, shown on the maps, ps. 86 and 87 stretches from the Vangsmjøen in the NW to the Strandefjord in the SE. The bottom of this valley is, on an average, 400 m. above sea. It forms a furrow in an undulating high plateau 8—900 m. above sea. To the SW of the valley there lie, at a distance of 10 to 12 km., three isolated mountains, about 1500 m. high, named Syndinnfjeld, Bukonefjeld and Grønsennknipen. Each of these forms a ridge about 10 km. long from NW to SE. Pictures of the valley are given on ps. 47 and 52, and one, taken from the high plateau on p. 53.

The maps may be compared with the birdseye view given on p. 46. In the foreground lie Lake Svenssjinn and the 3 isolated mountain ridges, on the horizon the Vennisfjeld rises.

On the index to the geological signs at the foot of the maps „Grundfjeld“ means Archaean; in the Silurian a distinction is made between Lerglimmerskifer = Phyllite and Blaa-kvarts a bluish quartzite; Feldspatførende sandsten = Felspathic sandstone; Dioritiske bergarter = Dioritic rocks; Granitiske = Granitic, and Moraener og aaser = Moraines and eskers. All these rock formations are traversed in ascending the Vennisfjeld. The Archaean occurs in the bottom of the valley, overlaid by the phyllite and bluish quartzite. Cambrian fossils are not detected in the district here described but they occur just outside it, and it may be more correct to designate these deposits as Cambro-Silurian rather than Silurian only. A light-colored felspathic sandstone overlies the phyllite. All the rocks in the district have been altered by regional metamorphism; the sandstone in the Vennisfjeld has become a whitish felspathic quartzite. It is represented in the Vennisfjeld on p. 46 as a horizontal band marked

with fine dots. The uppermost part of the mountain consists of Archaean granite which has been brought into this position by a thrust-plane.

The phyllite and dark quartzite.

The phyllite or argillaceous mica-schist is dark gray and contains as a rule small lenses of white quartz. To the South, outside of this district, it merges into a less altered clay-slate. The stratification is folded; a dip to the SE is frequent in the bedding as well as in the schistosity which is sometimes independent thereof. The phyllite has been tried as a roofing slate but with no great success, as it is apt to become rusty-colored and is difficult to obtain quite flat and smooth. Bluish-gray quartzite, which in our literature is usually called blue quartz (blaakvartz) is interstratified in the phyllite. The fig. on p. 55 from the Syndinnfjeld shows a bed of quartzite marked 2; the figure 1 marks the borderline between the phyllite and the superposed granite.

The light felspathic sandstone.

In petrological character this grayish and reddish sandstone resembles our Cambrian sparagmite. Northwards it is altered into quartzite as in Vennisfjeld. Mr. Bjerlykke considers it really sparagmite, that it originally lay under the phyllite and owes its presents position to inversion. I am inclined to regard it as formed after the phyllite and that the section on p. 59 shows it in normal position with beds of dark quartzite (Kv.). At *G* Cambrian fossils and at *J* Lower Silurian have been found. Mr. Bjerlykke has approached the region in question from the *E* where it is generally admitted that there is a thick sparagmite formation between the Archaean and the oldest fossiliferous strata. I have studied the border line of the Archaean in a closer vicinity and found that the phyllite with its accompanying dark quartzitic

sandstones (very different from the sparagmite) are deposited immediately on the Archaean. Still I admit that the question is open to further examination. I have failed to find any thrust-plane between the sandstone and the underlying phyllite of the foreground to the right in the drawing on page 46.

The granitic rocks.

The rocks designated as granitic on the map are Archaean and have, as already stated, been pushed over the younger formations by a thrust. Some of the rocks are of a type quite characteristic of our Archaean „gneiss-granite“, others are not so easily identified. Within the granitic rocks there seem to be zones of crushing where the original structure of the rock has been obliterated. A distinctive feature of these pushed-over masses is that the rock along the thrust-plane is altered for a distance of several meters, into a finegrained impure greenish or grayish rock of an indistinct character. As shown on the map, the granitic rocks come in contact with different members of the stratified series. The granite has been studied most in detail in the three isolated mountains already referred to. The granitic mass here has the form of an open book lying with its back on the table when one begins to close it by lifting its two covers. (Compare the drawing on page 46). The boundary line is seen at *1* on p. 55 and between *x* and *x* on p. 68. Gabbro and dioritic rocks occur with the granite. The curious isolated knoll on p. 66 and the dark hills on p. 67 consist of gabbro.

Glacial deposits.

The glaciers have moved in a south-easterly direction over the country. The uppermost rather flat parts of the highest mountains present a peculiar aspect. There is almost no vegetation and the loose material which covers the ground

consists of angular or subangular stones. Where the rock is exposed „in situ“ it is partially weathered into blocks which show no signs of ice polishing or glacial striae. The composition of the stones on the surface is the same as that of the rock in the ground and one at first thinks that no traces of ice action are to be found. But by closer examination a few erratic stones are found which prove that the ice (or perpetual snow) has been in movement over these heights even if it had only force to carry away a little of the material formed by weathering. At some places I have noted that there are patches or stripes of stones of an approximately uniform size, some of these patches being covered by small and certain others by larger stones, but this can only be recognized by careful examination. A peculiar phenomenon is the occurrence of patches, from 1 to 2 meters in diameter, of stones mixed with some sand and clay which are figured on p. 73. These patches are almost bare in the middle, at the borders they are covered with mosses, lichens and some higher plants. Close to them flat stones often occur in a tangential position standing erect. Other patches contain small stones but no sand nor clay. The occurrence of these peculiar patches may be a phenomenon connected with the arrangement of the material spoken of. Where the flat parts on the tops of the mountains merge into the steep sides, one sees sometimes obvious signs of a slow creeping down of the material. In the figure on p. 75 the big stone measures about 2 m. across. The gravel around it consists of small flat stones of phyllite. At X on the lee-side of the big block, the fragments lie flat; outside of them is a strip with stones standing erect as shown in the figure. The next figure represents a large stone with a quantity of small debris pushed against it and partly encircling it. The figure below this (on p. 76) illustrates what is called in Swedish „rut-mark“, (ground divided into rectangular patches) they are almost bare of vegetation on the surface, but bordered with carex and heath. This „rut-mark“ is known

from the high arctic regions. Upon the whole, the loftiest regions in Norway probably may give a fair idea of how the forces of nature act in the neighborhood of the Poles. We now descend to the lower flat regions where phyllite and dark quartzite are the prevalent rocks and where pastures and out-farms occur. The surface is covered with „ground-moraine“ from $\frac{1}{2}$ m., 1 m. to 2 m. deep and in hollow places to a greater depth and one may travel a long distance before finding an exposure of bare rock. At some places moraine hills of moderate size occur. Eskers stretching in the direction of the ice movement are figured ps. 77, 78 and 79. They consist chiefly of gravel with smaller stones, probably mostly stratified, the moraines, on the other hand, consist of large and small stones and sand promiscuously intermixed.

The longest row of eskers occurs at the lake of Svensjinn. A hill about 7 m. high figured on p. 81 I am inclined to regard as a drumlin. Some of the stones in it are much bigger than those in the eskers. The figures on p. 82 illustrate the formation of small embankments of stones, sand and even turf made by the winter's ice on the lakes.

It is a surprising fact that no distinct terminal moraines occur in the Valdres valley. The deposits *r—b* (on page 83) near Vang church belong to an esker that broadens in its lower part at *a* and has some flat ledges on its surface. These ledges are probably successive deltas deposited in a small lake formed between a glacier in the main valley and the mouth of the tributary valley just like the Märjelen See in Switzerland. The little ridge figured on p. 85 belongs to the eskers. As a rule we find, in the whole of the south-eastern part of Norway, few traces of terminal moraines between the coast region, where they often occur of considerable size, and the terminal moraines of the glaciers of the present day. This supports the theory founded on other facts (the former ice-dammed lakes &c.) that the ice-sheet, during a great part of the melting period lay like an inert mass gradually melting away.

Listerlandet.

The Listerland is a low treeless tract of land at the open sea somewhat to the West of Lindesnes the southernmost promontory of Norway. The Listerland consists of moraine; its boundary line against the mountainous region (the Fjelds) is marked on the map p. 89. Most of it (see for instance fig. 1, p. 90) lies lower than 20 m. Only in the immediate vicinity of the mountains in the northwestern part of the region the morainic material ascends to a height of about 75 m. The boundary line between Penne and Kalleberg is marked *a—a* on fig. 2, pag. 90. One finds in the stones of the moraine not only the Archæan and eruptive rocks of the environings but also a fair percentage of rocks of the Christiania region, and we must suppose, that at one period of the Ice Age a large glacier following the Skagerak in a southwesterly direction has freighted stones from the Christiania territory to the southernmost coast of Norway. Small eskers rise at some places above the moraine as seen on fig. 4, p. 90. The sea has never covered more than a small portion of the Listerland. The uppermost shoreline is only between 9 and 10 m. above the present middle water line. In the section at the coast fig. 3, p. 90 the flat part *X* marks the highest strand of the sea. *K.* in the same section is an old burial mound. As may be remembered from the the studies of De Geer and others it is a rule in Skandinavia that the outer margin of the country after the Ice Age has risen much less above the sea than the inner parts.

The glacial deposits at the Lysefjord.

The mouth of the Lysefjord is situated at 58° 52' n. l. to the SE of the town of Stavanger. The glacial deposits here are of interest in the history of geology. Esmark found as far back as 1824 at this place proofs „that the Norwegian

mountains have been covered with ice to the sea, and that consequently the sea itself had been a glacial sea."

The glacial deposits are dotted on the map p. 96. The next drawing shows the headland seen from a point to the NW of the church of Fossan. On the map an esker is marked. The esker is a narrow ridge consisting of rolled gravel. To the E. of it is an uncultivated plain of sand and gravel 30 m. above the sea. A typical end-moraine dams in the Haukeli lake, which at present has its outlet at the northern end. The uppermost part of the moraine was found to be 85 m. above the sea (not 47 m. as given in the [Norwegian] text) and about 21 m. above the lake. On the picture p. 94 H marks the Haukeli lake. In the foreground the plain is to the right and the moraine to the left. A small remnant of another moraine is seen in the distance at x.

A deposit of kaolin and fireproof clay.

The lower part of the Sire river in Southwestern Norway has the appearance of a fjord 4 km. long. Not far from it is Jøsingfjord only 2 km. long. The peninsula between these two fjords is as a whole rather low and consists of an almost endless number of small rounded knolls. The rock is norite. The farms are humble and the distances between them are long, woods do not occur.

Across the peninsula from SE to NW there is a small valley. The breadth may be estimated at about 70 m. and the height of the sides at about 30 m. The kaolin occurs in the bottom of this valley. At some places the prevalent rock in it is a dyke of diabase, as shown in the diagram on p. 100, where *L* signifies norite, *D* a dyke of diabase 5 m. wide and *H* the kaolin. The kaolin occurs here in vein-like parts along the borders of the diabase and in the norite. The principal mass of the kaolin is found in the NW division of the said valley. No diabase has hitherto been found there but the bottom of the valley seems to consist of kaolin in its whole

breadth. The two pictures nethermost on pp. 100 and 101 are from here. At the places marked 1, 2, 3, 4 diggings have been made. The rising ground behind the houses in the next drawing consists of kaolin. The section on p. 101 is from the trench 2. The stratification is only apparently due to the weathering. So far as can be seen till now the chief part of kaolin forms a dyke-like mass, dipping (70°) to the SW and 10—20 m. broad. It is observed with this breadth for about 2 km. The origin that seems most probable is, that steam and thermal water have acted upon the norite along a fissure and converted it into kaolin. At 1 in the diagram one sees the half dissolved norite.

The kaolin is yellowish white to white, the consistency varies between that of soft clay and a stone somewhat harder than the finger-nail. Some analyses are given on p. 102. No.s I and VII are not fireproof. A factory (The Norwegian Chamotte Manufacturing Co.) is almost finished to utilise the kaolin for manufacturing fireproof goods.

The islands in the neighborhood of Bergen.

Maps of the region described are given on ps. 106 and 107. The second forms a continuation to the South of the first. The parallel of $60^{\circ} 30'$ n. l. goes over the tract. The area belongs to the costal plain, which is about 50 m. high in the northern part and 60 m. high in the Southern part. One gets the impression that it is here a plain of marine denudation. The plateau is in a complicated way intersected by a numberless amount of small sounds, inlets and valleys, also these are probably to a certain extent a result of the sea's work, when the costal plain was risen. Some isolated mountains of moderate size rise above the plateau in its Southern half. The contour here for 100 m. above the sea marks their places on the map.

Glacial striæ were observed only in the Southern third part. It is possible, that only this area has been acted upon by the glaciers during the last stage of the ice period.

The dominant rock is Archæan gneiss, which has been crumpled and has got a texture of stretching parallel to the axes of the folding. The lines of stretching have within the whole region a decided tendency to be parallel dipping with a small angle (10° — 20°) to the ESE. The direction of the valleys and sounds is dependent on the structure of the rocks, as most of them either go parallel to the axes of the folds or follow joints, which intersect the said axes at more or less right angles. The picture on 105 gives an idea of the character of the scenery of these very naked and treeless isles. As we see the dipping of the axes of the folds pronounces itself very plainly even in the details of the rocks.

On the maps are marked with different conventional signs besides the Archæan gneiss, granite, diorite and norite (labradorite), sand and gravel (only at one place). With oblique lines are marked the Bergen schist. The dominant rock amongst them is gneiss, often rich in hornblende, lensshaped masses of diorite and labradorite occur in it. It is according to the results obtained for the Bergen region as a whole, that these schists are separated from the Archæan as Cambro-Silurian.

At two places on the Southern map one finds written „Feldspatbrud“, it means quarries of felspar. At these places occur masses of very coarse-grained granite or pegmatite. The greatest mass is visible in a length of 100 m. and in a breadth of 20 m. The form of the deposits, is like that of a much elongated lens or a spindle the length coinciding with the direction of stretching in the neighboring rock. Red or gray mikrokline with some quartz are the predominant constituents of the granite. The grains of mikrokline are of a very uneven size, it is fine grained to coarse grained and some individuals may measure as much as 1 m. in diameter. Crystalfaces are seen only as a rarity bordering on quartz. This mineral has a grained texture. Mica, black and white, is scarce. Plagioklase with twin-striation visible to the naked eye was not observed. No rare minerals were found. The

picture on page 111 is from the Southern locality. The dark spot is a hole made in the pegmatite by the quarrymen. The dark rock is diorite, it has a stretching structure, which one must imagine as being in the plan of the drawing and dipping to the right as indicated by the shading. The light rock to the right is granite, that is also provided with a stretching structure in the same direction.

Text to the Mr. Blakstads agricultural map of the Trondhjem-region.

Most of the area represented on the map consists of marine clay which is left white on the map p. 113. The finely striated parts are sandy clay and the finely dotted parts are sand. River gravel is designated with heavier dots, moraine (at one place to the East of the town) with small circles. Artificial terrane is found in the town along the sea.

The solid rock, which is vertically striated on the map consists chiefly of green chloritiferous hornblendeschist of cambro-silurian age.

Glacial striæ are found at several places. A strand-line, which has been described several times occurs along the mountain side to the West of the town. A picture of part of it is shown on p. 117. The small mountain Sverresborg-klimpen is designated with one and its neighbor with two flying birds in the back ground. On the next two pages one sees a section and drawings of these mountains. They are interesting by their forms and the ledges along their sides both due to marine erosion. The whole region has been submerged up to a height of nearly 200 metres. During this time gravel and sand were deposited along the coasts and clay in the deep water. In the clay first formed occur *Yoldia arctica* and other arctic mollusca; in the newer clay the forms are the same as are still living in the adjacent Trondhjemfjord. It seems that the flats at Nardo (in the centre of

the map) and another terrace at Sinsager mark stages in the rise of the land. The river Nidelv and its side streams have made great excavations during the rise. In the Southern part of the area at Horneberg the topographic forms seem to indicate that landslips have occurred in olden time. A landslip took place in April 1888 in the embarkment belonging to the railway within the town of Trondhjem. The locality is figured on p. 122. The cause was the occurrence of weak clay, which had been too much loaded.

Some Contributions towards an Understanding of the Manner in which the Valleys and Mountains of Norway were Formed.

Up to the present, the relief of Norway has not been understood sufficiently to allow of a satisfactory explanation being given of even the most salient features, such as the contrast between plateau and valley, which was the subject of a very notable paper by *P. A. Munch* as much as half a century ago. Several authors have since treated different sides of the problems relating to the exterior forms of the country, *e. g. Kjerulf, Helland, Brøgger, Hansen, Suess, Richter, Barrett*, and the present author; but we are still at the beginning of our knowledge. Even since the preceding Norwegian paper was printed four papers have appeared, taking of different sides of our subject. *Hansen* (Hvorledes Norge blev til. Frem. Kbh. 1900) and *Øyen* (Bidrag til vore brægnes geografi. Nyt Mag. f. Naturvidensk., B. 37. Kr.a 1901) are both believers, in a considerable effect of the ice-action, without, however, adding many new facts. *J. H. L. Vogt* has published a very valuable paper on the morphology of that part of our country which lies between 65° and 66° N. Lat. (Søndre Helgeland. Norges geologiske undersøgelse. No. 29. Chr.a 1900). *W. M. Davis*, the well known geographer, of Harvard University, made an excursion through Norway in the summer of 1899, and published his results in the Proceedings of the Boston

Society of Natural History, Vol. 29, No. 14. Boston 1900. The title of his paper is: Glacial erosion in France, Switzerland and Norway.

He calls attention to our „hanging“valleys that is side-valleys with their mouths above the bottom of the main valley. Norway has long been known as a land of waterfalls, but it is not generally stated that many of the falls are formed by the descent of streams from trough like hanging valleys, which are abruptly cut off by the walls of the fjords. The discordance in height between main and side streams is simply amazing. The fjord valleys are frequently one or two miles wide; and the waters of the fjords are of great depth, reaching 3000 feet in some cases. Even when a side valley lies but little above sea-level, its floor may be half a mile above the floor of the fjord.

Davis (and I agree with him) takes the hanging valleys as a proof of great glacier erosion, and compares the part of a valley filled with ice to the actual bed of a river.

I think, however, that he goes somewhat too far when (on p. 304) he says that the fjords proper may not be submerged valleys, but may have been eroded to their present depth, even if there had been no change in the earth's crust throughout the whole glacial period. The probability that Norway, during a part of the Quaternary, was in a much higher position than it is now, has been shown by several circumstances, especially lately, by the discovery of arctic shallow-water shells at great depths in the sea to the west of Norway. Furthermore several sections of the fjords, for instance of the Sørfjord in the Hardanger district (see the plate on p. 193), indicate that the fjord-valley has not been formed by a single process, but that it is probably more correct to regard it as a result of interglacial water-erosion, alternating several times with glacier erosion.

We will now turn for a moment from the question of fjords and valleys to the question of the high plateaus of Norway. These high plateaus are certainly, as a rule, peneplains; I do not say one peneplain, as probably they are not all synchronous. They are certainly not plains of abrasion such as the sea produces.

We have plains of this kind in Norway, e. g. the region described by me as the coast plain, and probably also some other districts in the lower parts of Scandinavia. These areas show marks of being plains of abrasion, the waves having done the chief part of the work, aided, however, by the forces acting above its surface. Of course the peneplains as well as the plains of abrasion have both been modified by the glaciers of the ice age.

One district where peneplains of two different ages may be distinguished is the region to the NE. of the Hardanger Fiord. Above the plateaus with pastures for the cattle, rise some high and naked plateaus, covered to a great extent with perennial snow. The figure on p. 132 shows the lower plateau with an open valley formed in it, and two remnants of the highest, very old plateau in the background. The oldest plateaus are marked with cross hachures on the map on p. 134, where a part of western Norway is represented.

In countries where the contrast between the old and the new forms of the landscape is well pronounced, it may be convenient to have a word for the original relief as opposed to the later forms of denudation. As an expression of this kind I have used in my paper the words „palæic surface“ for the old surface. With regard to Norway I am inclined to define it more closely as that surface which existed, with its pertinent forms, before the quaternary period, consequently the tertiary surface. But as the exact date of the new cycle of erosion cannot yet be fixed, one hesitates in using such a definite expression as prequaternary or the like.

On the map on p. 134, the attempt has been made to mark in white the palæic surface of a part of Norway (as regards the cross hachures, see above). The map must not be regarded as anything more than a sketch.

If we have to fix the limit of the palæic surface in a valley, we must try to make out the longitudinal section of the valley. The problem is comparatively easily solved, if there is a spot where an old, flat part of the valley reaching up to the

divide is interrupted by the sudden commencement of a steep declivity in the lower part. The higher part was formed before, and the lower part after, „the great upheaval of the land“. This rule must be used with discrimination, and only after a general view of the relief has been obtained.

Some complication may, for instance, arise from the fact, that the rise was not a single occurrence, but that several changes of level have taken place only with a rise as the final result, every rise renewing the valley-forming forces, as illustrated by the figures on p. 135.

I would here remark in passing, that to speak of rise is to a certain degree only a manner of expression. A new cycle of erosion may also be initiated by a sinking. Let us think of such high regions as the interior of Asia, or the west of North America, where the erosion works down to some inland basins with or without outlets. If some of the outer parts sink, a declivity comes into existence from which the erosion works inwards in the old land. As regards Norway, we may think of it also as the remnant of a high land, which had a great extension westward in the Atlantic.

The Region of the Sognefjord.

The Sognefjord, with its adjacent valleys, forms a magnificent system, of which the inner ramifications are surrounded by the loftiest part of our country, „the Great Mountains of Norway“. They enclose in a $\frac{3}{4}$ circle a basin of palæic high plateaus. The figure on p. 137 is from its outer part, where the relation between plateau and valleys is clearly seen.

A great Sogne river and its side streams have eroded the fiord and its many arms in the palæic surface during a long and eventful history (Map, p. 140 and p. 247).

It is stated above that the fiord-valleys were probably formed as well by running water as by ice alternating during interglacial and glacial periods. It is just from the Sognefjord that we have proofs that the great glaciers that filled the

fiord in the latest glacial period, even if they achieved a fair amount of work, did not obliterate everywhere the vestiges of the previous water erosion. The drawing on p. 138 is from the southern side of the fiord in its middle part. The sides are here about 1000 metres high. The glacier did not reach much higher than 700 metres; and at this altitude we observe (at 3 in the drawing) pinnacles, surely the result of weathering, on the crest between two side valleys. The V-shaped valleys on the left of the drawing are such as we know from non-glaciated countries, and are a product of the small brooks on the mountain side.

If we look more closely at the valley at 1, we note that it stops at a certain height, whence the brook falls freely over the ice-scoured rock, forming a cascade. The only probable explanation is that the valley once had a continuation farther down, and that its nethermost part was destroyed by glacier action. At 2 we see a valley cut by the ice a little above the level of the fiord, and at 4 the valley continues somewhat below it. At 6 only a small remnant of a V-shaped valley is to be seen high up. With this exception, the unevennesses in the mountain side to the right of the drawing have all been removed by the ice. That so much has been left of the valleys 2 and 4, is probably chiefly due to the fact that the coast at this place forms a bay, as may be seen from the maps, and the mountain side has been so to speak sheltered there from the force of the ice.

The figures on p. 139 are from the neighbouring fiord, the Aurlandsfjord. IV is a section of III. A diagram like this demonstrates again the impossibility of thinking of the whole cavity of the fjord as having been scooped out by the ice. A side valley, and consequently also a main valley, surely existed before the ice did its work. The glaciers enlarged the main valley and partly destroyed the side valleys, but they cannot be said to have made the main valley. On the other hand we must not think of the work of the glaciers as only having been a grinding of its bed. It has often been observed that

the ice even carried away large pieces from the mountain side. In the upper drawing on p. 141, this is shown to have been the case on no small a scale. The height of the rock represented is in reality about 300 feet. At *a* and *a* the surface is rounded and striated, while *b*, *b* are rough, steep surfaces. Masses of rock have loosened in fissures running in the direction of both *a* and *b*. The movement of the ice has come from the right, and the surfaces at *b* have formed lee-sides, and have thereby been protected against scouring. The second figure shows similar phenomena on a more minute scale. The rock in both cases is perfectly fresh granite. A rather thin piece of rock has been detached from fissures at *e* and *c*. The *c*-fracture still retains some original radiating unevennesses, and has only been slightly striated at *d* (only the horizontal lines are glacial striæ). At *f* there are more pronounced striæ than at *d*.

The Næroe Valley. The Næroe Valley is a short narrow valley, running from the end of the Næroefjord towards the SW. The bottom slowly ascends, and the sides are covered with great screes often of a whitish colour from the rock here prevailing, norite. At the head, the valley ends in two short clefts with large waterfalls plunging down vertically. A plan of the place is given on p. 143. The road ascends the spur between the two clefts to the Stalheim Hotel. A picture of this spur with the lowest part of the road and the two cascades is found on p. 142. The view from here northwards towards the Sognefjord is probably the most famous in Norway. If we continue our road, we travel through a broad, open valley, with sides of a moderate inclination. The bottom of the valley is broad and flat, and there is no marked watershed between the water running to the NE. and that running to the SE. to the Opheim lake (compare the lowest left hand corner of the map on p. 247). At Stalheim we have an instance of a new, narrow valley formed in an old, broad valley belonging to the palæic relief of the country. How we may reconstruct the bottom of the old valley at the upper part of the Stalheim fall is shown

by the dotted line in the section on p. 143. If we turn again to the map on p. 247, we see that the Jordal is a pronounced „hook-valley“ in relation to the present Næroe Valley, and that the four small side rivers to the south of it also form more or less „acute angles“ with the main river. The watershed, when these palæic valleys were established, was not situated as it is now, but the water from the Jordal and the other side valleys went down the towards the SW. and not as it now does towards the NE. *Barrett* has described several „hook-valleys“ from the Romsdal region; others are enumerated in the note on p. 144.

The Lysterfjord. This fjord is the innermost of the northern branches of the Sognefjord. A view of its outer part is found on p. 146. Its inner part belongs to a long line of depression, which runs from SW. to NE. and can be followed to the neighbourhood of the small town of Røros not far from the Swedish border.

The relief of the country at the Hafslø lake is shown by the diagram on p. 147. In the foreground is the fjord. Sand and gravel (dotted), deposited at a time when the level of the land was lower than it is at present, fill the lower part of the steep, small Solvorn valley. The lake (210 m. above the sea) once had its outlet at *1*; marks of erosion by waterfalls and swiftly running water are seen at *a* and *b*. The present outlet is at *2*. If we ascend to the spot *c*, and look northwards to the farm of Hillestad (*H*i**), we have the view represented on p. 149. In the foreground is the uneven ridge separating the Hafslø lake from the small Solvorn valley. If we proceed to Hillestad, and look out over the lake, we have before us the lower landscape on p. 149, the old outlet at *1*, the new at *2*. The marks of a higher level of the lake, which are seen at Hillestad and the adjacent farms are from a time when the north-western portion of the lake-basin was the only existing part of it, glacier filling the rest.

The Turtegrø Valley. The name Steinen may be seen at the north-western corner of the map on p. 247. The valley down to the head of the Lysterfjord is the Fortun Valley. The figure

on p. 153 is a view looking south from the farm of Steinen. At the place marked *b*, a sidevalley called the Turtegrø Valley ascends in an easterly direction. This valley, of which a diagram is found on the next page, has been studied somewhat in detail. The solid rock, up to about 2, is dark phyllite. In the rest of the valley, various hard crystalline schists predominate, mostly gneissic, striking across the valley. Figure II on p. 154 is a sketch of the mouth of the valley. About 1 km. of the bottom of the valley at the mouth is nearly horizontal. It is a remarkable fact, not easy to explain, that this part projects as a kind of bastion about 200 m. high, into the main valley. This bastion is seen from the side at *b* on p. 153 and is marked *1* on p. 155. No glacial striæ have been detected on the bastion, but from the forms of the rocks on the upper platform of the bastion, it seems that the last movement of the glaciers here has been from north to south, consequently in the direction of the main valley. Elsewhere in the Turtegrø Valley, the ice has moved westwards down the valley.

The most recent work of erosion has been done by the river, which has cut a narrow, and almost inaccessible cleft in the soft phyllite to the north of the platform.

From 2 to 5 the valley ascends quickly (about 14°). The section of the valley at 2 is U-shaped, with a newly-made V-shaped part in it. This latter part seems too large to have been entirely made since the ice age. Farther on up to 5, the section of the valley is V-shaped. A waterfall of a height of about 20 m. occurs at 3, and another at 4. At the latter place, a band of quartzitic rock crosses the valley. Somewhat below 3, cobbles occur in the bed of the river; elsewhere it keeps its bed almost clean. At 5 the lower part of the valley has a cirque-formed head, and we ascend to the upper portion, which may be regarded as belonging to the palæic surface of the country. The valley at 6 has a U-formed section, and an almost horizontal floor with pastures. It ends in a new cirque, 7. Through some other cirques, which are not so well developed (the uppermost with

a lake, 8, we reach the pass of Kaisaren, 9, where we are in the region of eternal snow. From our standpoint we have a good view of the north-eastern peaks of the wild mountain group, the Horungs, and of the Vettis valley, which goes southwards to the Aardal Lake (compare the map, p. 247). The Horungs and the other elevated peaks of this region have pointed forms; they are real Alpine mountains, and on their surface are divided by weathered fissures into blocks, when the slope is moderate enough to allow the loose material to remain. The mountain region below the peaks has another character, and exhibits U-shaped valleys, generally wide, with flat floors, and separated by rounded ridges. While no marks of ice-action are to be found on the peaks, the lower forms have undoubtedly been acted upon by glaciers. The peaks and the region below them belong to the palæic surface of the country. The deepest valleys forming parts of the great Sogne system, give a new feature to the picture. As said before, they belong to a new cycle, and often begin at their upper end with a steep portion, through which the river leaps in cascades.

The first figure on p. 157 is a diagram of the Vettis Valley, with the Horungs on the left, and some other peaks to the right. The region below, with the open valleys, is intersected by the deep new valley. At *x* we have the pass of Kaisaren. If we look thence southwards, we have the view represented at the foot of p. 157. *U* and *St* are the Uranaastind and the Stölsnaastind on the eastern side of the Vettis Valley. The ridges between the upper valleys are called Naases, more especially their terminal part, e. g. Uranaas *U-n*. This word „naas“ is the same as the English words „naze“ and „nose“ and is pronounced something like the latter word. Not much can be seen of the deep valley in this figure; it begins at *Sk-b*, and stretches to the right.

We will look more closely at one of the valleys between two naases, choosing the Skagastöl valley, which runs S. from the châlet of Turtegrö, which is situated at 5 on the diagram on p. 245. The valley begins at 10. An excellent view of it

is obtained (fig. 1 on p. 158) by ascending the mountain side to the north of the châlet. The valley is composed of several subordinate valleys, each ending in a cirque, as further illustrated by the sections on p. 159. Fig. 2 on p. 158 shows the cirque at y , and β the cirque at α . At δ there is a defile, whence a valley similar to the one we are studying runs southwards.

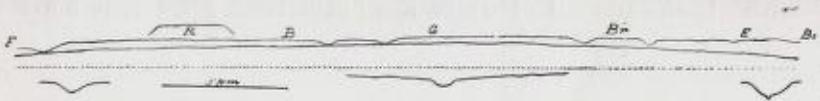
Before leaving this district, we will look at the Vettisfos. There is sort of niche in the eastern side of the recent, deep part of the Valley of Aardal. A view, a section, and a plan of this niche are to be seen on p. 161. The fall, which has a vertical height of 260 m., comes down from a wide and open valley above. The water, in falling, dissolves into spray, and consequently the force of the water is not great, a fact which is also proved by its falling, not upon bare rock, but upon a talus. If the amount of water has never been greater, it must have taken a very long time for the fall to hollow out the niche.

Lærdal and Hemsedal.

Near the eastern border of the map may be found the name of Borlaug. The valley west of this is the Lærdal; the Breistøl valley is a side valley; and not far from Bjöberg begins the Hemsedal. In order to include this valley on the page, it is drawn too far to the west, the distance being indicated on the map by a dotted line. The Hemsedal unites with the Hallingdal, and the river through it reaches the sea in the Christiania Fjord. The place where the Hemsedal river and the Hallingdal river meet is about 222 m. above the sea. The divide at the top of the Hemsedal is 1158 m. above the sea. A picture and a section of the Hemsedal in the vicinity of Bjöberg are seen on p. 166. I have described in a previous paper some small isolated mountains protruding from the floor of the Hemsedal. There may be different explanations of mountains such as these. One is illustrated by the diagrams on p. 162. At a period when the country was not covered with ice, the bottom of the valley

was filled with deposits of loose material (I). Here the river began to make for itself a bed in the solid rock (II). It was formed somewhat to one side of the proper bottom of the valley, and when at last the glaciers moved over the ground, the crag acquired its present shape.

The Rjukanfos in Hemsedal, of which a photograph is found on p. 163, belongs to the group of waterfalls that have come into existence in a place where a hard bed of rock dips in an opposite direction to the flow of the water. On the next page, *1* is a sketch of the surroundings, *2* is a diagram of the same. The river runs first slowly, *a*, then plunges down 10 metres in a ravine, where it again assumes a more quiet course, *c*. The rock consists of greenish grey phyllite. There are two varieties, one light-coloured and hard, the other dark and soft, as seen in the figure. Some vertical fissures run in a direction per-



pendicular to the strike of the rocks. A main fissure *d—d* is seen in the ground above the fall, probably continuing along the wall of the ravine, which is seen to the left in the figures.¹

One of the main roads between the western and eastern parts of southern Norway goes through the Hemsedal and the Breistöldal to Lærdal. The above figure is a section along the

¹) A diagram of a fall of a similar kind, 8 metres high, will be found on p. 165. *1* and *1* are soft phyllite, *3* very solid quartzite, *2* a somewhat schistose quartzite. *b, b* are small giant's caldrons formed in an earlier stage of the river's erosion. During the time when it worked itself backwards, it made the semicylindrical giants' caldrons, *a, a*, in the wall of its new cleft.

The other figures on the same page illustrate the way in which a special group of falls may come into existence. The river at first had its course at *2*, where the real bottom of the valley is. After the gravel terrace was deposited, the river once ran in the direction indicated by the dotted line *3*. At present it follows the western side of the valley, and falls upon solid rock at *1*.

road with the natural proportions of height and length. *F* indicates the site of the farm Fausko, Bo (at the right end of the diagram), the site of the farm Borlaug. At about *G* is the divide. The dotted line is the sea-level. Underneath it are three cross sections of the valley. The country has on the whole the form of a plateau¹. The valley is long, regular, of a moderate depth, and generally of a pronounced U-form. It crosses the divide of the land, ascending and descending slowly. At the actual divide, which is marked with a cross on the drawing on p. 168, the floor of the valley is practically horizontal. There are two small, shallow ponds and a few yards of swampy ground between them; above the figure to the right is a section of the valley at the divide. The height of the sides of the valley at this place has not been actually measured, but it may be from 200 to 300 m. (The section *A* is from a place farther to the SE. in Hemsedal.) The other passes (if we may use the word) which stretch across the high mountain region of southern Norway, are of the same character as the Bjöberg Pass; but this is perhaps the most perfect valley, in which the traveller never has the sensation of being on open ground. Another noteworthy circumstance is that these valleys have only a few side valleys; and consequently we cannot suppose that when the valleys were excavated, the divide was situated as it now is. The rivers must have had their sources elsewhere, and have crossed the regions of the present divide. Near a divide, the different branches of a river system are more or less equal, and the valleys increase rapidly in size as the branches unite; consequently the common valleys at a divide are of quite another aspect than that of the valleys here in question.

We will now review the part of the valley between Breistöl and Lærdal. Our drawing p. 168 gives a somewhat simplified bird's-eye view of it. We may compare it with the sections on p. 170, 1 being made at *B*, 2 at *G*, 3 near *E*, and 4 at *Be*. The sketch on p. 171 shows the lower part of the valley as

¹) *R* is a remnant of a higher plateau, an old peneplain.

it actually appears in nature, seen from the floor of the main valley. Since the ice age, the river has made for itself a new bed between *B* and *G* (p. 168) in the bottom of the valley. This bed is 1-2 m. deep at *B*, and towards *G* 5-6 m. The erosion of the river has acted rather evenly throughout its course, and not in the retrograde way that is the rule elsewhere. Up to *G* we may reckon that the valley is palæic. Below *G* a newly-formed V-shaped valley *E* begins. It seems that this valley had its base level at *Be*, where the floor of the valley is fairly horizontal, and where we even have to ascend a little when going from the valley, *E*, to the valley *g*. The next stage seems to be the formation of the valley *g* after a lowering of the main valley. Then the V-shaped valley *n* was excavated, and lastly the narrow cleft in it came into existence. The fact that so considerable a cleft has been formed since the ice-age in a hard rock (granitic), must have its special causes, when we consider the small amount of post-glacial work, which, as a rule, has been done by the rivers of our country. Probably the erosion has been accelerated by the previous opening of the joints of the rock by some earthquake. Unless we assume that the erosion has been guided by some fissures, it is difficult to understand how the cleft can be so curiously hooked in its upper part, as is shown in the first figure on p. 172. The next figure shows the innermost 50 metres of the cleft on a larger scale (*n* in this figure and the next designates a new road, *g* marks the old road). The river, which runs rather slowly, leaps in two cascades, *f* and *f'*, the Berstölfos, down into the cleft. A view of the two cascades from the point *x* on the other side of the cleft, is given in the last figure.

We will now look at the Lærdal itself. From Borlaug to Borgund the floor of the valley is quite flat, indeed the river is sometimes so slow, that it assumes the appearance of a lake. From Borgund to Lysne the river runs more quickly, and forms a few falls. The view on p. 173 shows the great northward bend at Kvamme.

The reason why a valley meanders as the Lærdal does, is not necessarily as some scientists have been inclined to think, that the valley at first had its course in a level formation, which has since disappeared. But the course of the present river was first made to bend by peneplanation in a country corresponding to the present high mountain region. When the mature valley was excavated by upheaval of the land to a much greater depth, the original bends remained.

The Lærdal was not excavated to its full depth as a consequence of one single „upheaval“. First a valley was formed, that probably had its floor from 300 to 400 m. higher than the present floor, and in this the deepest part of the valley was excavated. The mouth, *Be*, of the valley *E* (fig., p. 168) probably corresponds to this height. The surface of the top of the spur pictured on p. 173 belongs to this old valley. The two small mountains, Vindhelle-aasen (aasen means small mountain) and Seltun-aasen, both projecting from the sides into the middle of the Lærdal valley, are remnants left by the erosion of the deepest part of the valley. They are figured on p. 174.

At the farm of Lysne, the Lærdal changes aspect. From this spot to the sea, it has a broad, flat floor of sand and gravel. The steep mountain sides rise immediately from the flat part, and at their foot remarkably fine alluvial fans and conical screes have been deposited.

Söndfjord, Nordfjord and Söndmör.

These districts lie to the north of the Sogn district. From them I have some scattered observations. The Osfos (figured on p. 176) which is broad but only 13 m. high, is situated at the innermost end of the Dalsfjord, and falls immediately into the sea. A view of the valley above the fall is found on p. 177. At 2, by the farm of Lervik (shown also in the other figure), is some gravel, which probably once filled the old bed of the river, and forced it to take a new course, thus producing the fall.

The two falls in the Naustdal, shown in the conventionalised drawing on p. 178, have come into existence in another way. Two beds of amphibolite in gneiss have caused two ledges, upon which the water falls.

The next figure, on p. 179, shows a main valley and a hanging valley with some lakes. The hanging valley has a double bottom in its lower part. I thought that one of them might have been blocked with loose material at 4, but on closer examination, this was found not to be the case. Both lakes are true rock-basins.

The neighbourhood of the Jölster and Bredheim Lakes is represented on the map on p. 180. The numbers correspond with the valleys figured on the next page, as seen from Jölster Lake. The lower right hand figure on p. 181 represents the inner end of the Kjösnesfjord, which is a branch of the Jölster Lake. The next figure is from the the short Lundedal, which ends in a corrie; at *N* is a hanging valley. The lower figure on the same page shows an „embryo cirque“. The curve in the uppermost contour-line is only due to perspective. The Lundedal is surrounded by the snow-field of the Justedalsbræ, which sends a tongue halfway down the side of the corrie.

The Kjösnesfjord, the Bredheim Lake, and the valley to the east of it, have decidedly the form of u-shaped canyons in an ordinary plateau. The figures on p. 185 demonstrate this. The last one is the Bredheim Lake as seen from the *N*. The middle part of the Vaatedal, as seen from its mouth, is represented on p. 184. The valley *ö* is a hanging valley. Two hanging valleys higher up occur nearer to the end of the same valley, as seen in the succeeding figure. The figures on p. 186, from the district of Söndmör, show the contrast between the upper palæic land and the newly-formed valleys and fjords.

The plaster model made by Mr. *S. Ihle*, which is represented on p. 187, has its altitude and length in the ratio of $1\frac{1}{2}$ to 1. It is a good illustration of a valley that has been acted upon by glaciers.

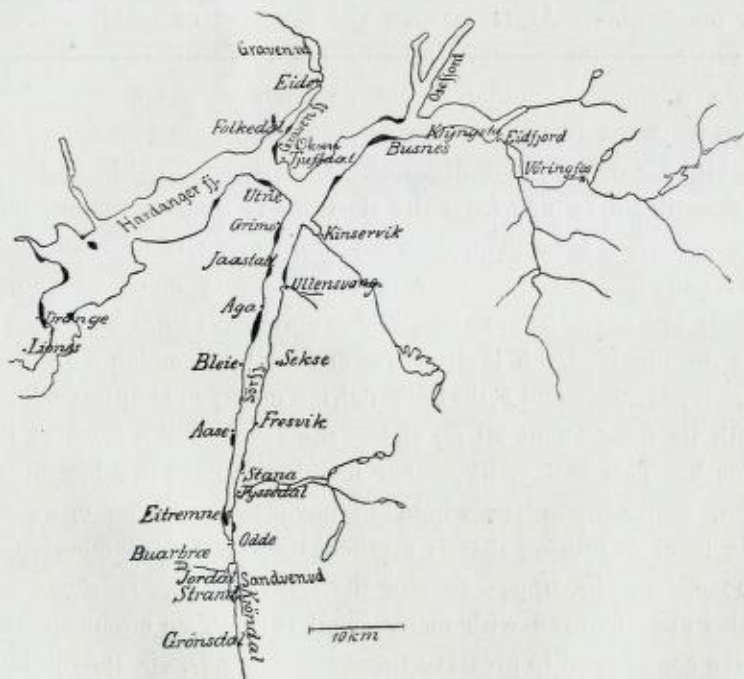
On p. 188 are figured very high cliffs towards the open ocean. The palæic surface is here seen in contact with forms made by the sea. It seems, that at 1, 2, 3, 4 there are remnants of a palæic valley, a longitudinal valley.

The view on p. 189 gives us an instance of a cirque formed by the action of the sea. The work has been done at a time when the sea occupied a higher position, as shown by the coast plain at the foot of the cliff.

Hardanger.

Rocky ledges along the fjord.

The Hardanger district is situated south of the Sogn district. As in Sogn, most of the observations are from the inner parts. Before we turn to these, a phenomenon that may be observed at places all along the Hardanger Fjord may



The inner part of the Hardanger Fjord.

be treated of, namely, the occurrence of a rocky ledge at the foot of the mountain sides. Figures I and II, p. 190, show a ledge of this kind seen from the side and from the front. In fig. III the ledge is very well developed. Some other figures are given later on. On the map, these ledges are marked with black. This is obviously a case similiar to that of Lærdal. There once existed a Hardanger valley-system, in which the deeper part, now the fjord proper, was eroded. Only slight traces now remain of the floor of the above-mentioned valley. The coast plain at the coast may be contemporaneous with this valley system. At the mouths of the river that made it, the valley-floor enlarged, and merged into the platform made by the waves of the open sea.

Gravenfjord and Sørfjord. Gravenfjord branches northwards from the Hardanger Fjord. The mountain, Oksen, at its entrance, seen from the SW., is figured at 1 on p. 191. At *T* is one of the many valleys that have lost their lower part by ice erosion. At *G* is seen the remnant of a ledge. Fig. 2 represents the western side of the Gravenfjord, not seen from a single standpoint, but as each part appears when seen from the front, consequently as the whole appears when regarded from a great distance. One defect in this and the succeeding drawings from the Sørfjord is that the upper parts are made too low. The drawings were made from a steamer, and consequently the upper parts were very much foreshortened; but nevertheless the pictures may serve until better ones can be obtained. *K* is the lower end of the Krondal, with quaternary terraces, and *F*, the Folkedal, is a u-shaped hanging valley, with its floor about 20 m. above the level of the fjord at its mouth. This valley, like other hanging valleys in a low situation, seems upon the whole to have been eroded down to the level of erosion that is marked by the ledges mentioned above. In the upper part of the Gravenfjord, the mountain sides are furrowed with many small rills. Two circumstances have contributed to preserve these small details, viz. the diminution of the erosive power of the glacier towards its upper

end, and the shelter afforded to the place by the promontory between Graven Lake and the Gravenfjord.

The two long upper figures on the plate at p. 193 represent the west side of the Sørffjord. Several sections are drawn under the long figures. The section at Jaastad goes across the fjord. Obviously the valley was at first only excavated a trifle below the present water-level. The ledges along the fjord remain as remnants of the bottom of this valley. Then the lower part, was formed, the fjord proper; its bottom has been made flat by later deposits.

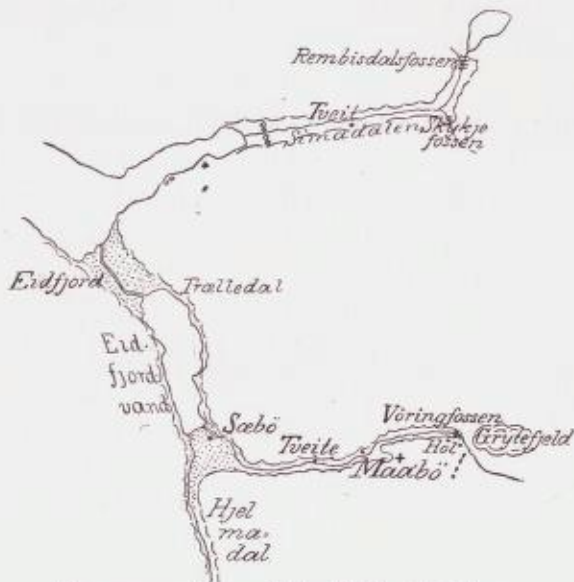
At Aga a little hanging valley is seen high up. Several others are seen farther south. About midway between Aase and Eitremnes, a peculiar 2-storied hanging valley occurs. The fjord grows shallower towards its end, where the small peninsula of Eitremnes seems to be a remnant of the floor of the older valley corresponding to the flat parts along the shore in the section at Jaastad. South of the glacial deposits at Odde lies the Sandven Lake. Here we find the Jordal valley, which ends abruptly, and has the Buer Glacier descending into it. Some smaller tongues from the great snow-field of the Folgefon are seen farther north. The third of the long drawings represents the southern portion of the east side of the Sørffjord. Remnants of side valleys, more or less destroyed by the ice, also occur here. The only valley of any size is the Tyssedal valley. The sketch on p. 193 represents the cirque of Ullensvang as seen from a high standpoint on the west side of the fjord.

The Sørffjord, and the valley which continues it to the south, are in a remarkably straight line. When running water works upon a homogeneous rock such as we have here, it does not by itself produce a rectilinear valley like this. The water must have followed a structural line in the earth's crust; there has probably been a system of joints. One fact in support of this opinion is that along the main valley to the south of Odde, some secondary valleys occur, following lines of weakness that can hardly be anything but fissures, e. g., the cleft of which a section is given at X on the plate. A

small elevated valley goes parallel to the main valley on the east side of the Sandven Lake.

Eidfjord. In the sketch from Eidfjord, on p. 197, the foreground is a moraine deposited under the sea at a period when the land lay lower than it now lies. After the upheaval of the land, the river running from the lake has cut through the moraine. In the background is the hanging valley of Trælledal.

The first figure on p. 198 represents the southern end of the Eidfjord Lake. *H* is a valley to the south, *M* a valley to the east. The branching of the main valley at this point is very much like the ramification of Lærdal at Lysne,



The surroundings of the Eidfjord Lake.

and also to the ramification of the fjord at Eidfjord proper. As we see, the broad valley ends suddenly, and two much narrower valleys go out from it. We will follow the valley to the east. The part between the farms of Tveit and Maabø is represented on p. 199. In the next sketch, which is somewhat conventionalised, we face the east, and have Tveit in the foreground. The next drawing is of the rock *A* as seen

from the south. In the third drawing, the spectator faces the west. The most probable interpretation of the features of this place is that a fissure has come into existence along the bottom of the valley. The fissure may have been formed on a line of weakness during an earthquake. During the ice-age the fissure has helped the glacier of the valley in the plucking of blocks. For some time the river must have had its course along the dotted line on the map, as several giants' caldrons occur along here. Probably the water has also run through the cleft between *b* and *b*. The eastern part of this cleft and the present river (in Norwegian *elv*) are represented on p. 201. The rock to the left rises 20 m. above the water.

This part of the valley ends, towards the east, in a regular cirque (the place is marked with a cross on the map). The second figure on p. 198 shows the cirque with a path winding upwards. The valley continues to the left (at *V* in the drawing) with a very narrow upper part. This ends suddenly in a very wild cirque, where one of the most imposing waterfalls of Europe, the Vøringfos, 145 m. high, every year attracts a great number of people from all parts of the world. The map on p. 203 shows the corrie. The next figure is the view looking south from the point *a*, the one below it representing the cirque as it would look when seen from a height. The fall itself is here visible. The view looking to the north-west from Fosli Hotel is given on p. 205.

The river runs at first slowly in a wide trough-shaped valley belonging to the palæic surface. After having passed under a little bridge, the river acquires greater velocity in a narrow chasm encompassed by vertical walls, and increasing in depth, until it suddenly leaps down into the caldron-like cirque. In the view on p. 206 we are looking up the river towards the bridge; the view in the next figure is looking down stream from the bridge.

With regard to the cirque, we have the same peculiar feature that is often found elsewhere; a youthful valley ends suddenly in a comparatively grand cirque, with waterfalls that have produced

only very insignificant new beds. The cirques must have been formed during the ice age, and the question then is, How may the upper end of an ordinary valley of erosion be made into a cirque with more or less perpendicular sides and a u-shaped section? The following seems to be the most reasonable explanation. The ice, which moved over the high and comparatively flat part of the country, the palæic surface, became fissured at the place where the upper steeply inclined ends of the new valley of erosion lay underneath it. The melting water, that had formerly run in beds upon the ice fell through the fissures on to the rock, and worked upon it. A kind of enormous giants' caldron was formed, and as the water did not always strike the same spot in falling, but changed its working place according to variations of the glaciers, the cirque acquired a considerable width. It is hardly probable that the scouring of the ice at the bottom of the cirque has done the chief part of its excavation. The ice at this secluded part must have had a slower motion than the surrounding ice, and consequently cannot have eroded more there. The movement of the bottom ice has of course had its effect, the most important part of its work having probably been to remove all the loose material and constantly expose fresh rock surface for the water to work upon.

With regard to the Vöringfos itself, I am inclined to think that fissures have been of some importance in determining its place and its form and altitude. The bed itself is inaccessible at the fall, and the fissures cannot be made out exactly there. The figure on p. 208 shows the part immediately to the west of the fall. The fall is seen to the left. From the little cleft *c* (also marked on the map, p. 203) there is a fissure to *c'*. The rocky ground to the left of it seems to have been thrown down 5 or 6 m. Another fissure runs in the direction *x-x*.

The surroundings of the Vöringfos, as seen from the west, are represented on p. 209. It may be compared with the map on p. 203. At 2 we have the hotel, and 3 indicates the position

of the Vöringfos cirque. At *f* is an elevated piece of ground intersected by the river, which does not run over the low, flat part close by, as might have been expected. Between *4* and *4* is a dry cleft (klöft in Norwegian). It is very probable that there is also a system of joints along this cleft, and that these joints continue along the river to the cascade.

The first sketch on p. 210 shows a place in the neighbourhood, where a post-glacial fault seems to occur.

The second sketch on p. 210 represents a peculiar, small valley (marked with a short, dotted line to the south of Höl on the map). We look from the top of Grytefjeld over a great part of the high mountain region. Everywhere we see the rounded forms of glacial erosion with the single exception of this straight valley. One cannot avoid drawing the conclusion that the granitic rock at this place also must be cut by a system of joints, which have made the work of erosion exceptionally easy. As a result we obtain the impression that the part that fissures play in the region in question is that of guiding and helping both water and glacier erosion (by plucking of blocks).

The Sima Valley. The most interesting part of this valley is the upper end, where the Rembisdalsfos descends. As regards height, this cascade may be compared with the Vöringfos, but there is not so much water in it. The upper drawing on p. 212 shows a map, a section N. to S. and a sketch of the western valley-side with a large and a small fan of waste. The lower figure is a diagrammatic drawing. The river comes from a lake. The distance between the lake and the spot at which the water falls perpendicularly down is about 300 m. For the first half of this distance hardly any erosion by the river is to be seen, but then it hastens down in a deep bed to the fall proper. The formation of a cleft above a fall, as we see it here and elsewhere, is not difficult to explain, although little mention has been made of it in works on erosion. If we imagine a river running in a horizontal bed, and the bed intersected by a vertical wall, the water which thus

suddenly comes into the open air, must have its flow accelerated. Its power of erosion consequently augments. The water shoots out from the cleft formed, and the upper part of the wall below is not affected by it. The face of the wall keeps receding and diminishing in height from the top.

Rjukanfos.

This fall is described for the purpose of comparison with the other waterfalls. It is situated in the district of Telemarken. The lower part of the short Vestfjord Valley is U-shaped, and in the upper part of it there is a cleft cut in its bottom. Here thunders the Rjukanfos, 105 m. high, often spoken of as the grandest waterfall in Europe. A little above it in the same cleft, there is another, smaller fall, the Kvernhusfos. A sketch-map and 4 sections with corresponding numbers are found on p. 215. On the next page is seen a diagram of the cleft, with the Rjukanfos (*R*) and the Kvernhusfos (*K*). The last figure shows the eastern side of the cleft at the great fall (*R*).

It is not clear that the Rjukanfos occurs at the end of a new valley, like the Vöringfos, but it has come into existence at a step in a narrow, and newly-made bed cut into a part of the bottom of a comparatively wide valley. This new bed is probably younger than the ice-age. The cleft above the fall is from 20 to 30 m. deep. The bottom slopes about 20° (the Kvernhusfos); then the water descends in one sweep, forming the fall proper, and continues its course in a cleft, of which the sides are about 200 m. high. This great height of the lower cleft is not due exclusively to the fact that the bottom lies deep; but the width has also increased, thus causing the upper margin of the cleft to be high up. On the western side, great screes of fallen rock occur; they are marked with dotted lines on the map. A fissure crosses the valley exactly at the place where the great fall is situated. This fissure is marked in the upper drawing on p. 216, and it

is also to be seen at *S* in the lower drawing. During its retrograde erosion of the cleft, the river has struck this master cleft, and the fall has formed just there. It seems that the fall has even passed by the fissure, and that its fate will be to be merged into the Kvernhusfos, and to lose its peculiarity as one unbroken fall. The fissure has been traced to a certain distance from the fall, past the small farm of Fosso. The rock of the neighbourhood is quartzite and some kindred rocks which have been described in an earlier paper.

W. BLAKSTAD.
JORDBUNDSKART
 over Trondhjems omegn.

1 : 50 000.

