

Litt om Mjøsjøkelen.

Av

Dr. Andr. M. Hansen.

Med

„English Summary“.

Norges geologiske undersøgelses aarbog for 1904. No. 3.

Christiania

I kommission hos H. Aschehoug & Co.

A. W. Brøgers bogtrykkeri

1903

Litt om Mjøsøkelen.

Av

Dr. Andr. M. Hansen.

Med „English Summary“.

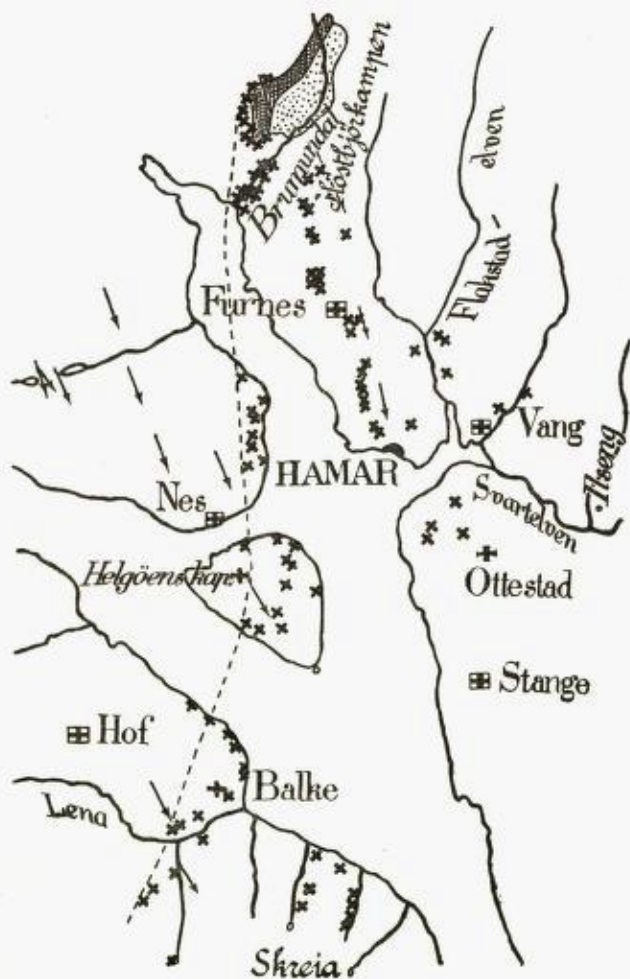
1.

Det er forholdsvis sjelden at vi her i Norge kan følge skurstensflytninger i nærmere detalj. Oftest er bergartforekomsterne i fast fjeld for vidtstrakte til at tillate dette, ofte kender vi ikke engang deres utbredelse tilstrækkelig nøiagtig. Det kan derfor ha sin interesse at henlede opmærksomheten på at man med forholdsvis lethed kan følge de bræflyttede blokke fra et litet, særdeles godt isoleret felt ved Mjøsen. Det er *rombeporfyren* i Brumuddalen, der på det geologiske kartblad Åmot angives i fast fjeld i en utstrækning av 6 km. med op til 1 km. bredde. På grund av bergartens iøinefaldende utseende og på grund av at strøket omkring er godt undersøkt, kan man med betryggende sikkerhet gå ut fra at der ikke gives nogen anden rombeporfyrforekomster nord for i Mjøsens linje. Like ved porfyren i SO. står desuten en anden likeledes let kendelig bergart med en fullstendig isoleret optræden på en 7 km. længde, den røde og rødgyule Brumundsandsten. Når blokke av denne findes sammen med rombeporfyr kan med fullstendig sikkerhet bestemme deres hjemstavn til Brumuddalen.

Det er let at følge spredningen av disse iøinefaldende bergarter i løse blokke sydover. Det viste sig nu straks ved det første fund av disse Brumundstene på Nes at den må ha foregått også i en betydelig vinkel til den almindelige retning av skuringsmærkerne. Disse har på begge sider av Furnesfjorden en retning av 30—35° østenfor syd, mens blokke av begge bergarter findes, og det ikke så særdeles sjelden, ret i syd for deres optræden i fast fjeld f. ex. ved Grefsheim og Skjelve. Da dette syntes et mærkeligt forhold, søkte jeg at bestemme denne blokflytnings vestgrænse nærmere. For Nes-halvøen og Helgøen var mine undersøkelser så pas nøiagtige, at jeg med større sikkerhet end almindelig, når det gælder negative observasjoner, kan sige: vestenfor den linje findes *ikke* Brumundstenen. I selve fjæren på begge sider av sundet mellem Helgøen og Nes fandtes et par blokke et par hundrede meter vestenfor den ellers retlinjede grænse. Men her har man grund til at tænke sig at de kan være flyttet av dravis, der ofte skruer stærkt i sundet. Grænselinjen på Nes går ret mot syd fra Snedkerstuen over Balstad og fortsætter videre i samme retning over Helgøen, hvor Brumund-blokke således fuldstændig mangler på NV spidsen, men ellers findes om end ikke særlig hyppig over hele øen, helt til toppen 320 m. o. h. På øens sydvestside synes enkelte fund at vise, at flytningen endog er sked i en retning av litt vestenfor syd.

Jeg fulgte så porfyrblokkenes vestgrænse over på Totn, støtte på Brumundsten allerede i fjæren ved Tangnes, men her så ytterst sjelden og med lange mellemrum, at dravisflytning også her kan forklare forekomsten. 1 km. længere mot SO blir blokkene derimot så pludselig almindelige, at denne forklaring blir litet rimelig, og porfyrblokkene fandtes nu også i større høider f. ex. ved Balke kirke ca. 240 m. o. h. På Hvemsåsens nordside blev jeg ikke opmærksom på nogen Brumund-sten, derimot på dens læside, i heldet mot Lena, 3—4 overflatiske svære blokke på optil et par ton.

Opper Skreifjeldet, tildels vel så vestlig som grænselinjen nordenfor og op gennem Hurdalsskaret, fandtes av og til



Kartskisse visende blokflytningen av Brumundalens rombeporfyr.
Målestok 1 : 300'000.

Det krydsvis stregede er rombeporfyr.

Det punkterede sandsten.

Krydsene betegner findesteder av rombeporfyrblokke og den stregede linie disses vestgrænse.

Pilene angiver skuringens retning.

rombeporfyr, langs Totnsvikens sydstrand var den temmelig almindelig, den kunde følges opover lierne op til Trogstad-høiden og Oppegårdsæterkampen, enkeltvis næsten helt til toppen ca. 700 m. o. h. Tildels ogsaa den røde sandsten.

I Furnes fandtes porfyrblokke foruten ved foten av den bratte porfyrvæg og langs Brumunda ogsaa langs kammen av Høstbjørkampen, som er høiere — 576 m. o. h. — end porfyrens forekomst i fast fjeld, der kun når 496 m. i Bjørgeberg. Videre fandtes Brumundsten i mængde nedover mot Hamar i Vang, ikke så hyppig søndenfor Akersviken i Stange, tildels ved Ottestad. Østenfor Akersviken i Vang blev derimot porfyrblokke påfaldende sjeldne, trods man netop skulde ventet dem almindelige i dette strøk, som skuringsstripernes retning helt fra porfyrens og sandstenens forekomst i fast fjeld, på Høstbjørkampens top som i det lave land, netop peker mot. Jeg fandt ikke Brumundsten østenfor Herset, ikke ved Hørsand, som endnu ligger vestenfor en linje fra porfyrforkomstens NO spids efter skuringsstripernes retning. Jeg har heller ikke kunnet finde porfyrblokke ved Løiten østenfor en sådan linje. Min undersøkelse på østsiden kan muligens tænkes for kortvarige til at gi nogen sikker garanti for at Brumundsten absolut mangler, men i hvertfald må de være overordentlig sjeldne her mot øst i skuringsstripernes retning. Nogen sammenhengende østgrænse tillater mine iakttagelser mig endnu ikke at trække.

Som bekendt (se Brøgger i Geol. för. förhandlingar b. 3. s. 239. 1877) er ogsaa i det fluvioglaciale grus ved Hauersæter fundet rombeporfyr, som man ogsaa må anta skriver sig fra Brumundforekomsten, og som altsaa må være ført frem av bræelven fra Mjøsøkjelens sydende.

Hvordan skal man nu forklare sig at Brumundstenene således viser sig flyttet mot syd, i en vinkel op mot 40° mot de så tydelige og faste skuringsstriper mot S 30—35° Ø.

Man kan tænke på *drivisflytning* under en høiere vandstand i Mjøsen. Denne forklaring blir naturlig for de ytterst sjeldne blokke i fjæren vestenfor den ellers så retlinjede vest-

grænse for blokkene. Men den blir vanskelig netop ved denne skarpe grænse, som er fulgt fra Furnesfjorden over Nes op til 150 m. over fjorden ved Grefsheim, ned til sundet, opover Helgøen til 270 m. og ned til Mjøsen igen, tilslut opover Skreia helt op til 600 m. o. Mjøsen. Drivis måtte betinge en fuldstændig ubestemt grænselinje, og man har ingensombelst antydninger til en høiere Mjøs vandstand end den som oprindelig vel betingedes ved at Romerikes fluvioglaciale terrasse på 220 m. o. h. dæmmede. De høieste forekomster kan ubetinget ikke forklares på denne måde.

For disse ligger en anden forklaringsmåde derimot nær. Det er at anta en N-S-brætransport *ældre* end den ved de almindelige sydostlig skuringsmærker angivne. En sådan kan man mene er påviselig ved at man oppe på høiden av Skreifjeldene og over hele det høie granitland mellem Mjøsen og Randsfjord sydover mot Nordmarken finder N-S skuringsmærker.

Som jeg siden skal komme tilbake til, er det også grund til at anta at disse høitliggende skuringsstriper tilhører et ældre istidsstadium end det epiglaciale, indsjøperioden, da Mjøsjøkelen betegnede brægrænsen. Enten der dengang eksisterede eller ikke nogen indsenkning med sydostlig retning der hvor Mjøsen nu ligger, som virkede avbøiende på de undre brælag, kan man anta at bræbevægelsen oppe i høiderne havde N-S bevægelse ret mot Kristianiafjorden, og at Brumundstenene på Nes og Skreifjeldene kunde være flyttet ret mot syd med denne. Høstbjørkampen viser dog selv på toppen 576 m. o. h. skuring S 35° Ø, hvad der stemmer med blokflytningens almindelige retning.

De høitliggende Brumundblokke ligger som oftest frit på fjeldets overflate eller i grovt, flekvis forekommende morænegrus. De viser sig ofte stærkt forvitret. I begge henseender er det anderledes i de lavere nivåer, således at meget i virkeligheten taler for at henvføre blokflytningen til to forskjellige tider, de høitliggende altså til en periode med N-S bræbevægelse, ældre end indsjøperioden.

Brumundstenene i de lavere nivåer nær deres vestlige grænse findes ikke alene løst i overflaten, men også indbakt i egnens tynde skurstensler, ihvertfald et stykke ned. De er mærkværdig ofte skarpkantede, og synes således ikke særdeles længe omtumlet av bræen. Det synes i det hele vanskeligt at skille dem og deres transport mot S. fra netop den sidste nedisning, som imidlertid også må ha sat de NV—SO-lige skuringsstriper, der viser sig overalt i de lavere nivåer omkring Mjøsen under det ofte meget tynde morænedække, så vanskelig end sammenhængen her blir at forklare.

Shaler har fulgt blokketransporten fra en isoleret gabbrokuppe i Rhode Island, Iron Hill, kun 100 m. i firkant, i 100 km. utstrækning ut til kysten. Blokkene viser her en vifteformig spredning til 10 km. bredde, altså en spredningsvinkel på 6°. Man må således anta at der inde i bræen foregår nogen avvikelse til siderne hos bræbevægelsen, at denne ikke foregår i absolut urokkelig retning efter skuringsmærkerne, men viser nogen utglidning til siderne. Det synes dog vanskeligt at forklare Brumundstenens spredning bare ved en sådan utpresning til siderne. Spredningsvinkelen er her ganske væsentlig større, hele 15 km. bare til den ene side på 50 km. avstand, næsten 6 gange så stor spredning som fra Iron Hill. En så sterk utpresning til siderne under bræbevægelsen synes vanskelig forenelig med de regelmæssig orienterede skuringsstriper på bræens underlag. Det er også at merke at sålangt fra at der har lat sig konstatere nogen tilsvarende utpresning mot øst, viser Brumundstenen sig i Vang og Løiten enten aldeles ikke eller i hvert fald ytterst sjelden i nogen større avstand fra hjemstedet selv like i skuringsstripernes retning.

Dette synes at måtte ha sin årsak i en kraft fra nordøst mot sydvest, der har avbøiet bræens bevægelse. Dette vil her sige: som har virket i retningen fra Glomdalen mot Mjøsen. Det er å merke at ifølge Hørbye (*Phénomènes d'érosion en Norvège*. 1857, p. 2) har Keilhau på vestsiden av den lave ås som vest for Grundset skiller Gloma fra Mjøsen fundet striperne skrå over mot Mjøsen. Rent topografisk blir det også

rimeligt at anta, at der, selv da storbræen var indskrænket til indsjøperiodens omfang, må ha eksisteret en tverforbindelse over de brede, kun halvhundrede meter høje overgangsmoer fra Glomdalen til Mjøsens åpne, dypere liggende bækken. Det kan da tænkes rimeligt at der har gåt en del av Glomjøkelens ismasser over til Mjøsjøkelen. Og denne bræbevægelse vestover kan man da anta har øvet et tryk på Mjøsjøkelens østside over Furnesfjordens omgivelse og bevirket en strømning i vinkel med hovedretningen. Denne avvikende strømning kan ikke ha grepet helt til bunds i Mjøsjøkelen, det viser skuringsstriperne. Men i høiere lag kan der dog være fremkommet en vridning vestover, ved hjælp av hvilken Brumundblokkene kan være bragt længere vest end de vilde været ført av en ikke fra Glombræen påvirket Mjøsjøkel. Med en sådan transport i høiere brælag end det bundlag som satte skuringsstriperne med retning S 30—35° Ø., stemmer da godt den tidligere nævnte kendsgerning, at Brumundblokkene på Nes, Helgøen, Totn ofte er skarpkantede, at de sjelden viser skuringsstriper efter pres mot fjeldunderlaget, og at de så ofte findes løst i overflaten eller ihvertfald høit oppe i bundmorænen.

Det må indrømmes at man utvilsomt har vanskelig for at tænke sig sådan krydsende strømsætninger i en jøkel av ikke større mægtighet end Mjøsjøkelen må antas at ha havt i kanterne utenfor Mjøsens smale, dype rende, altså over Hedemarkens flatbygder. Men det er i hvert fald ikke lykkedes mig at utfinde nogen anden forklaring for den mærkelige blokketransport i sterk vinkel med skuringsmærkerne, som Brumunddalens rombeperfyrr og sandsten viser.

2.

Befinder man sig på Mjøsens brede flate mellem Hedemarken og Totn og ser rundt sig de åpne bygder, med de lange, bløte linjer i landskapet, en samlet tæt bebyggelse som få steder i landet, så kommer en geolog straks til at tænke

på, at grundlaget for disse frugtbare bygder for en væsentlig del er den bløte silur. Ser man igen på de partier av landskapet som træder frem med litt kraftigere konturer, møter øiet i SO. bak Stanges silur-flatbygd Morskogens mørke, skogklædte grundfjeldsåser. I øst over mot Glomdalen reiser Rokoberget sig med en uventet brat side mot nord, mot støt-siden — det er en isoleret gabbrokol. Nordenfor Vangs og Løitens sletter hvælver sig op Vangsåsens og Høstbjørkcampens jevne rundinger av sparagmit; mens Bjørgefjelds rombeporfyrr igen hæver sig i brat væg, aldeles som porfyrråsene i Asker og ved Holmestrand. Så følger Bangsbergets og Solbergåsens skogklædte grundfjeldryg, over Nes og Ringsakers store jordbruksbygder. På vestsiden følger søndenfor Vardals sparagmitåser Totu med sine bløte linjer tegnet i siluren. Søndenfor igen reiser sig djervt og kraftig Skreias skogklædte yngre granit; og borte i V. gneisen i Kvitingen.

Overflateformerne svarer således overalt nøie til bergarten. At man ikke her har den oprindelige struktur er selvsagt. Bare silurens foldning viser det. Det må ha været senere jevnleggende kræfter som har præpareret ut de hårdere berg av den bløte silur, så de hæver sig op over den.

Om disse eroderende kræfter væsentlig har været den almindelige præglaciale denudasjon eller om det er isen som har git det væsentlige av den nuværende utformning, derom kan man være i nogen tvil. At jevnlægningen også for istiden må ha arbeidet med at præparere ut de hårdere bergarter som „monadnock“ er utvilsomt. Det ligger også nærmest at tænke sig at de bratte porfyrråser er fremkommet ved subaerisk underminering under porfyrdækkene i de bløte underliggende silurlag. På den anden side kan selve Mjøsens 452 m. dype skål kun forklares ved jøkerosjonen. Og mængden av det bræflyttede materiale, der er tat fra den skandinaviske halvø er — som påvist av Helland — så betydelig, at det ført tilbake igen vilde kunne jevne ut ujevnheterne og hæve den nuværende overflate med mange meter. Det er vel derfor så, at selv om den præglaciale denudasjon i de store linjer kan

ha bestemt topografien, så har i hvertfald bræerosjonen virket væsentlig med til den nuværende utformning av landskapet.

Ser vi nærmere på overflateformen indenfor silurområdet selv foran os, i Nes og på Helgøen, så finder vi vel i det hele jevne konturer, bløte linjer. Men man ser dog, at der også her optræder vekslinger. Både på halvøen og på øen hæver der sig i den langstrakte profil-linje to høider. Det geologiske kart viser os at vi her har mægtige lag av fast kalksten i skåler, således som de naturlige snit viser os dem ved Bergviken på Helgøen, ved Grefsheim på Nes eller ved Furuberget mellem Furnes og Vang, ved Fangberget op mot Veldre. Selv om skålerne ikke er så regelmæssige som Kjerulf tegner dem, er det tydelig også her den hårdere kalksten som betinger høiderne over den bløtere lerskifer, skålerne som betinger de dobbelte hoidedrag. Men ellers strækker Nes-halvøen sig fra grundfjeldet på grænsen mot Ringsaker med overordentlig jevne konturer. Og vort norske øie, som er så vant til det faste fjelds evindeligg brutte linjer, som ellers så godt som kun kender flate jorder, der hvor det løse dække breder sin sand og ler over fjeldunderlagets ujevnheter — for det falder det naturlig at gjøre den slutning at så er tilfældet også her. Går vi opover bakkerne på Nes, så finder vi da også tilsynelatende alt dækket. Fast fjeld falder ikke let i øie. Ved nøiere eftersyn finder vi, særlig ved gårdene, dog nokså hyppig knækkede kalkstenlag uten nogen synderlig forandring i overflatens jevnhed. Av og til kommer man også over store flate tun, hvor lerskiferen er fuldstændig avdækket. Vi kan da se at her oprindelig har været et tyndt løst dække av et ikke særdeles stærkt stensat skurstensler på et par decimeters mægtighet. Under det altså lerskiferen som, hvor den nylig er blottet, skinner speilblank efter isskuringen med frisk skuret overflate. Og når man først har fåt øie for det, vil man temmelig ofte finde, at de grunde veigrøfter når gjennom det løse dække ned til lerskiferen. Tar man et profil langs efter Nes og Helgøen, vil man i kilometervis kunne følge, hvorledes det kun

er som et ganske tyndt lag, 0,2 til 4—5 m. mægtigt, at moræneleret klæder den skurede fjeldgrund.

Landskapets bløte, jevne overflatekonturer tilhører således fjeldgrunden selv, ikke noget utjevnende, mægtigt løst dække.

Det tynde, men allikevel så mærkværdig sammenhengende dække over de brede bygder nede omkring Mjøsen er tydelig et ægte skurstensler, en *boulder clay, till*, et oftest fint, undertiden sterkere sandholdigt mergeller med flytblokke. Det bruser for syrer, er, for såvidt det ikke er formuldet, blåligt, uoksyderet, er altså ikke synderlig forvitret. Det at man har et sammenhengende, om end ofte tyndt dække av *uforvitret* bundmoræne over *friskt* blankskuret fjeld er et aldeles avgørende bevis mot den gængse lære, at det frugtbare jordsmon i *silurstrøkene* skyldes lerskiferens opsmuldning og forvitring, formentlig i postglacial tid. Denne opfatning som kommer til orde også i Helland: Jordbunden i Norge 1893, og som går igen i de fleste fremstillinger, er utvilsomt uriktig for Mjøsegnens silurland. Man kan, således som det er gjort på så mange tun her, skære op store flater med kun spadestik dyp græstorv over bløt, letsmuldrende mergelskifer, og finde den uforandret, blank med speilende flater, de finest skuringsridser, halvmånefigurer o. s. v., som isen skulde smeltet væk idag. Bundmoræneleret kan være formuldet til adskillig dybde, men ellers er det uforvitret, med sten som sjelden er råtne. Og under er det uforvitret silurskifer. Kalkstenen er vistnok ofte i sådan situasjon angrepet av overflatevand og humussyrer, skurstriperne er utvisket, og overflaten er blit bølget. Men hvad der er fjernet er gåt i oppløsning, det har ikke git forvittringsjordsmon. Når da Helland i Jordbunden i Norge fremstiller det så efter det geologiske kart som silur-bergarterne utgør 60% av overflaten i Nes og ved sin forvitring betinger det meste dyrkbare jordsmon, mens sand og ler kun utgør 10% (trods dyrket jord er 40%!), så er dette misvisende. En ikke avdækkende kartlægning vilde vist kanskje 1 pct. blottet silurberg, resten (og derav alt dyrket og dyrkbar jord) er frisk moræneler på uforvitret fjeld. At pløgen på enkelte

grunde akre kan rispe op litt skalberg omstyrter ikke det gennemgående forhold, at det er bundmorænen og ikke forvitret silur som gir det frugtbare jordsmon i Mjøsbyggerne¹.

Den tynde, men allikevel så merkværdig jevnt dækkende *till* som har en så stor utbredelse over de brede bygder her, svarer til hvad man har i glaciale *avsætningsland*, som Danmark, Nordtyskland, Forenede stater, men er en sjelden forekomst i *erosjonslandet* Norge. Det fortjener derfor en særlig opmærksomhet.

Oppe på høifjeldets vidder kan man ha særdeles vidtloftige masser av bundmorænemateriale, så det faste fjeld sjelden viser sig. Her er det dog oftest grovt, er aur, grus, sand med store blokke, selv i de bløte skifere. Det er ikke blit slitt op under en længere transport under bræen. I dalføerne optræder bundmorænen som oftest ujevnt, med en flekkevis fordeling særlig i læ av skærmende terræng-ujevnheter eller stuert op mot slike, eller ved åmotene. Nedenfor det marine trin dækker terrasserne. Når man netop omkring Mjøsen, fra Ringsaker til Stange og fra Totn til Hadeland, med liten avbrytelse har dette sammenhengende tynde bundmorænedække, kræver det sin særegne forklaring.

Såvidt jeg kan se, må deene søkes deri at man under dens dannelsesetid her har havt *en litet mægtig bræ med litet energisk bevægelse*.

Den slags jevnt utbredte bundmoræne hører netop normalt hjemme, hvor istidernes storbræer strakte sine rolige tynde kontinentalbremmer over flatt land. Den mangler i stærkt sønderskåret terræng, hvor jøkelstrømmene samles i dalføerne, den mangler i kystsidents fjordlandskap. (Saml. „Om beliggenheten av bræskillet og forskellen mellem kyst- og kontinental-siden hos den skandinaviske storbræ *Nyt Magaz. f. Naturv. B. 34 1895, s. 209 og fl. st.*). Under mægtige bræstrømme vil bundmorænen presses ut, avsættes midlertidig i fordybninger,

¹ Når Helland i: Norges land og folk. Hedemarkens amt 1902 (s. 61) siger at der kun er litet lør på Hedemarken, burde det være fremhævet at dermed mentes elve-ler eller marint.

mens det faste fjeld, hvorfra blokkene plukkes ut, stadig blir liggende bart. Kun under et forholdsvis svakere tryk av roligere is vil et regelmessigere tyndt og ikke overordentlig fast sammenpresset lerdække kunne bli avsatt; således som man finder det i Mjøstrakterne. Bræen må være netop ved overgangen fra eroderende til avsættende virksomhet.

Et bevis for at bræen over de jevnt tilformede landskap omkring Mjøsen i længere tid mot istidens slutning ikke var synderlig mægtig, kan man se deri at selv tynde, knap halv-meter mægtige skikthoder av kalksten så ofte stikker op i de jevne overflatelinjer. Dette er litet forenelig med en svær energisk jøkel, som vi andetsteds kan se skære av kvartsknoller i konglomeratene og polere dem av jevnt med bindemiddelet.

Her har derimot selv berg med så skrøpelig motstandskraft som kalkbænkene i siluren formåd til en vis grad at hævde sig mot erosjonen under en avslutningsperiode av istiden, som efter avsetningens jevne utbredelse ikke kan ha været ganske kortvarig.

Det er her tydelig den *epiglaciale* periode det gælder. Det må ha været mens jøkelerenderne lå i indsjørækken, at bræranden mellem Solørjøkel, Mjøsjøkel og Randsjøkel må ha ligget i længere tid med forholdsvis ringe mægtighet over det nu bundmorænedækket silurland. Man kan kanskje finde midler til at bestemme denne mægtighet.

I Mjøsen lå en svær jøkel, der fylgte dypet søndenfor Helgøen, 450 m. Men hvor høit lå dens overflate? Jeg mener altså at selve det jevne till over de brede Møjsbygder, der hæver sig 100—200 m. over fjorden angir at man her ikke dengang har havt mange hundrede meters mægtighet. Rimeiligvis ikke over et par hundrede meter som man har fundet mægtigheten under sidste istid rundt Østersjøen. Men bræen har dog tydelig oversvømmet Ringsaker fra Mjøsen til Furnesfjorden, må altså ha gåt over 300 m. kurven (over havet), op til 400 eller noget mere. Derimot synes bræen i den langvarige indsjøperiode (*epiglacial*) neppe at ha gåt over Bangs-

berget (kartets Liberg 466 m. o. h.) mellem Ringsaker og Nes. Jeg ventede her at finde fortrinlige skuringsmærker på det faste, ofte øiegneisagtige grundfjeld, fandt også tydelig mutoneret overflade. Men overflaten var ikke frisk, skinnende, selv hvor jeg kunde flække av torven. Det var meget vanskelig at finde striper tydelige nok til at avlæses. Op til omkring 400 m. var det derimot ingen vanskelighed ved at finde striper over Solbergåsen. Moræneleret mangler østover fra hovedveien over selve den tvertgående høideryg, her har man flekker av grovere grus som almindelig. Disse forhold synes simplest forklaret ved at toppen, over 450 m. omtrent, har raget op over den epiglaciale Mjøsbræ.

På Høstbjørkampen på den anden side av Furnesfjorden sluttede moræneleret også op ved en lignende høide, temmelig tvert avgrænset. Så har man det nøkne fjeld, med stadig flekvis fyldninger av morænegrus. Her som ved grønsåsen mellem Ringsaker og Nes kunde man vistnok også tænke at berggrunden selv direkte er årsak til den bratte overgang i det løse dække. Men morænedækket fortsætter opover sparagmiten til Høstbjør likesåvel som over det lavere grundfjelddrag vestenfor Solberg på Ringsakeråsen. Det er ikke silurunderlaget selv som direkte betinger det tynde skurstenslerdække.

På den anden side av Mjøsen er det let at avlæse på karterne at den tætte sammenhengende opdyrkning ikke betinges av siluren alene. Skogbygden med spredt bebyggelse begynder i Vestre Totn før siluren slipper ved Hunselven, og fortsætter ens over på grundfjeldet vestenfor. Hvis skurstensleret var særskilt avmærket på det geologiske kart, vilde man derimot fundet grænsen knyttet til det. I større høider end vel 400 m. o. h. har man aur og myrer, ikke bundmorænenes jævne overflatelinjer.

Særlig tydelig er forholdene på Skreifjeldenes nordheld. Enten man i bunden har gneisen eller den yngre granit med hærdede skifere, viser det løse dække det samme forhold. Nederst lag ofte med sand, der ved elvene står i mæler og

viser sig til en vis grad ordnet og avsatt i terrasser i Mjøsen — uten at det dog her mere end andetsteds ved Mjøsen lykkedes mig at finde nogen bestemt lakustrin eller marin grænse, nogen strandlinje som merke for en nogenlunde langvarig konstant periode. Efter Mjøsøkelen smeltede, har Vormen øiensynlig skåret sig rask ned gjennom det fluvioglaciale grus og tappet Mjøsen efterhvert ut, under landets stigning. — Over den derfor litet utprægede grænse for dette i vand avsatte løse dække kommer man så op i en her mægtig moræne, som oventil springer formelig bastionagtig frem fra fjeldskråningen, gennemskåret av dype bækkefar. Der er absolut ingen grund til at skille, som Kjerulf gør på det geologiske kart fra 80-årene, mellem „leraur“ over siluren i øst (gult) og „sandaur, moræner“ (hvidt) over grundfjeldet vestenfor. Det er nøiagtig samme forekomst, som uavhengig av underlaget fortsætter op lien til litt over 400 m. Her slutter det tette løse dække op med et, ovenfor har vi det nøkne fjeld med sine skred (Skreia egentlig = Skredbergene). Her kan det ikke godt være tvil om at man har en grænse for bræens avsætninger gjennom et langt og utpræget tidsrum, som netop må være indsjøperioden. Så høit må bræen ha nåd opover Skreias bratte nordside.

Morænen som er avsatt her ved bræranden er kun tildels ægte bundmoræne. I stor utstrækning er det en grovere sandmoræne tildels også med avsætning av finere materiale i brærandsjørne øverst oppe. I dalen østenfor Trogstadhøiden har jeg således fundet temmelig mægtig fin blålere hængende midt i den bratte li ved 400 m. høide, på en måte som gør det sandsynligt at det kun var Mjøsbræen selv som kunde dannet ytterveggen for den vandsamling hvori det avsattes.

Det er dog ikke blot det løse dække som utpeker en sådan grænse. Det er også *overflateformerne* i fjeldet ovenfor. Dette træder frem også på rektangelkartet. De kuperede strøk med småvand ved Verslihøgda op mot 500 m. kurven skiller sig ut i vest. Og her i Skreias nordheld blir man opmærksom på Lersjøen (470 m. o. h.), der synes at ligge som en botnsjø mot nord. I virkeligheten gør den ikke et så botnagtig ind-

tryk som på kartet. Men allikevel kan man neppe være i tvil om at det er så, at både det søk hvori Lersjøen ligger og de ens byggede smådale på siderne har dannet leier for lokale småbræer, hångejøkler her i det relativt høie fjeld (op til 770 m.), i dets nordhelling som vendte mot den umåtelige Mjøsbæs hvite flate. Her måtte være særlig gunstige betingelser for lokal brædannelse utenfor indlandsisen. Allerede *J. Vogt* har været opmærksom på, at det ligger nær efter skuringsmærkerne at anta en nordlig lokal bræbevægelse i disse dalfører. (Nyt Mag. f. Naturv. 28. Chra. 1884. S. 234.)

Den nedre grænse for disse i fast fjeld utarbeidede små bratte dale og den øvre grænse for de mægtige moræner som angir Mjøsjøkelen epiglaciale rand mot Skreia falder i øinene som en tydelig linje, især i gunstig belysning.

Nivået 400 meter o. h. — eller noget mere — angir altså her ved Skreia den epiglaciale Mjøsjøkels øvre grænse. Da Mjøsens bund utenfor er $121 \div 452$ m. o. h. = ca. 330 u. h. får vi en mægtighet for selve fjordens jøkelstrøm på ca. 750 m. At regne, som man før har gjort, ved at lægge Mjøsens dyp til høiden av skuringsmærkerne på Skreias top : $330 + 720 = 1050$ m. er klarlig ikke logisk tilstedeligt, efter at man har lært at skille ut forskjellige istider. Det er ingen grund til at tro, at Mjøsbækkenet var utgravet til sit nuværende dyp før netop i indsjøperioden, og da nådde altså bræen her ikke stort over 400 m. o. h.

Længere nord har vi som nævnt søkt at bestemme bræens sandsynlige epiglaciale overflate til nærmere 450 m. o. h. Vi kommer her til grundere bund i Mjøsen og dermed til ringere bræmægtighet også i fjordtrauget. Over de brede bygder omkring Mjøsen, hvor det tynde bundmorænedække ligger, i Ringsaker, Nes, Totn, hæver høiderne sig til 200, 250, op til 300 m. o. h. Bræens mægtighet blir altså her epiglaciale 150—350 m., almindeligst over de største partier omkring 200 m. Altså netop tal som man har fundet i de før storbrædekede land, hvor netop lignende *till* avsættes over de største

flater. Når Mjøsbygdernes bundmoræne er meget sterkere blokførende end den kontinentale brærands i Østersjølandene o. s. v. står det selvfølgelig i sammenheng med, at avstanden til erosjonsstrøket er så meget mindre, finslipningen er ikke færdig. Videre må de mange og svære nunataker — der her altså ikke behøver at være 500 m. o. h. i indsjøperioden — også gi en mængde overflateblokke. I sammenheng hermed blir det kanskje at se det nævnte forhold at Brumundporfyrblokkene så ofte, særlig ved deres vestgrænse ikke viser sig skuret, men skarpkantede. Blokke som de nævnte store på Hvemsåsen bærer også i det ydre og ved sin overflatiske avsætning præget av at være flyttet på bræens ryg, ikke langs bunden. Det er jo tænkeligt at Bjørgebergets bratte top har været en nunatak, som har git megen ur under frostsprængningen i indsjøperioden, og at det netop er disse blokke i *overflaten* som ved Glombræens sidetryk er blit drevet vestover på skrå mot bundens skuringsstriper.

Bræstrømningen må i de tynde partier utenfor dalgangene og fjordene været temmelig ubetydelig, således som vi også får indtrykket at det er i bræranden oppe i høiderne mellem fjordene i Grønland (sml. Drygalski Grønland-Expedition 1891—93). Også heri blir det likhet med den till-avsættende, svakt bevægede kontinentale storbrærand, som væsentlig presses passivt utover.

Forklaringen til den store, sammenhengende utbredelse av tyndt bundmoræneler mellem de store østlandske indsjøer skulde altså ligge deri, at man mellem dalførernes sterkere jøkelstrømme her under den langvarige epiglaciale indsjøperiode havde en litet mægtig, forholdsvi svakt bevæget bræbrem, der tillot en jevn bundmoræneavsætning, som ellers under storbræernes kontinentalrand. Også i høifjeldet, hvor dette har nåd høit op mot bræoverflaten vil man finde bundmoræner avleiret under tynd bræ i store forekomster, men opskuringen blir her nærmere bræaksen ikke så fuldstændig som ute ved bræranden, og høiden over havet hindrer op-

dyrkning. Det er en selvfølge, at silurens løshet og dens kalkholdighet bidrager sit til jordens frugtbarhet. Men dette er indirekte, ved det gode materiale den har leveret bræ-erosjonen, ikke eller forsvindende lidet gjennom senere forvitring. Det er til *det sammenhengende bundmorænedække* vi i nærmeste hold skylder den største sammenhengende bebyggelse i Norge indenfor de marine masser, terrasserne og strandseterne.

Some notes about the Mjøsen glacier.

By

Dr. Andr. M. Hansen.

To the East of Mjøsen there is at *Brumunda* an isolated outcrop of „rhombic-felspar-porphry” accompanied by a red or yellowish sandstone quite unique in Norway. The joint occurrence of these exceptional rocks in situ permits of following very closely the direction of boulder transport in the ice ages in this part of the country. The curious fact is disclosed that the blocks are carried much farther West than might be expected from the direction of the rock striæ. To the East boulders of these rocks hardly attain a line drawn from the edge of the outcrop S 30—35° E of the rock striæ; to the West at a distance of 50 km. they go some 15 km. beyond such a line.

(Vide map p. 5: black: outcrop of porphyry, pointed: sandstone, crosses: boulders of these rocks, arrows: rock striæ).

At places near Mjøsen it might be supposed that the boulders were carried by lake ice at a time when the lake was dammed 100 m. higher than now by the great fluvio-glacial and marine Romerike terrace (about 220 m. above sea level) deposited South of Mjøsen (123 m. above sea level). But the transgression of the expected Western boundary of block transport is noted as well on the top of the Helgø (320 m.) and on the Skreia mountain to the South (600 m.), the out-

crop not attaining 500 m. The regular transporting agent certainly was glacier ice.

It is quite possible that the boulders on Skreia belong to an early period of the ice ages with a more N—S ice movement, the striæ on this high mountain generally going in that direction. But as fresh although not much scratched Brumund boulders are to be seen regularly inclosed as well in the superficial deposits at lower elevations, it is not to be doubted that a curious transport must needs have gone on contemporaneously with and at an angle of 30—40° with the bottom ice movement as marked off by the striæ at the very latest glaciation.

The most recent and very pronounced phase of the neoglacial ice age is by the author named *epiglacial* (v. Journal of Geology, Chicago, 1894, p. 131). The climate was about 5° C. colder than now, the country submerged more than 200 m. in this part, the great Romerike terrace South of Mjøsen being accumulated at this level just during this period. The inland ice margin maintained for a very long time its position unaltered, with a great glacier in Mjøsen as in the whole range of great valley lakes in Eastern Norway, Randsfjord, Spirillen. &c. Between the valley glaciers there were thinner ice edgings with slower motion.

The author's hypothesis is that the neighbouring Gloma valley glacier in Østerdalen to some degree overflowed to the deeper Mjøsen basin — a view supported by the direction of striæ near Elverum. This overflow from East effected a warping of the upper layer in the connecting ice border at the Brumund district and brought boulders from the rocks there gradually to the West at an angle with the regular ice movement in the bottom layer. The boulders outside the regular direction of movement have generally more the stamp of surface or inner moraine transport, being not much scratched, with unaltered fracture surfaces, &c.

The thickness of the epiglacial ice may be estimated with some precision. The silurian strata in the Mjøsen district have a more smooth and regular surface sculpture than generally

to be seen in Norway, with a very continuous covering of boulder clay — 0.5—5 m. thick. This is not the product of subaerial disintegration of the slates and limestones as often said. The clay is unoxidised blue and rich in carbonates, the boulders not rotten, and the surface of the soft slates below glisten when uncovered yet quite brilliant from the ice polishing. It is a true bottom moraine, a *till*. Now this till covering does not follow to greater elevations than 400—450 m. above the sea. Higher up we find a more rugged surface with morainic debris only in patches. The rock *striæ* are here often obliterated even where covered by the vegetation. On the Northern slope of the Skreia mountain (South on the map) great morainic accumulations are pushed up to a level of about 400 m. above the sea, in some places fine clay is deposited in the steep declivity in a manner not to be accounted for if not the Mjøsen glacier itself dammed up small lateral lakes against the mountain. Farther up we have small cirque-like valleys which seem to have carried local Skreia glaciers, facing the great Mjøsen ice tongue. It can thus be concluded that the border of the inland ice in the prolonged epiglacial period attained an elevation at present about 400—450 m. above sea level, while the land then was depressed some 220 m.

The depth of Mjøsen North of Skreia is 452 m., the bottom 329 m. below the sea. The great valley glacier in epiglacial time must have measured about 750 m., eroding very energetically the present rock basin — as all the glaciers terminating at the epiglacial sea level. On both sides of the powerful ice flow, on the low silurian country the ice margin was at the same time only about 200 m. thick (150—300 m.), with a slow motion. Only below such a thin ice border without great eroding power we have, here as elsewhere, the conditions necessary for the accumulation of true till, a very rare occurrence in Norway. In such an inactive ice a twisting in the movement of the upper layer is quite conceivable. That the eroding power was not very great may also be concluded from the fact that even the heads of small limestone beds to some degree

have resisted abrasion. It is reasonable to see the unusually smooth surface of the silurian district in the same connection.

The land sculpture in the district seems to indicate an incompleting preglacial base levelling, with the harder rocks rising above the softer, the whole intensely glaciated in the great ice age, the lake basin eroded at last by the great epiglacial valley glacier, the surrounding country below 400 m. being smoothed and till-clothed by a thin ice margin.
