

Tillates innlemmet i U. B. B.
manuskriptsamling

Bergen, 19/4 1963

Asbjørn Simonsen

U. B. BERGEN

Ms. Rb 340, 1.

Asbjørn Simonsen:

Hovedfagsoppgave i Kwartargeologi

"Kwartargeologiske Undersøkelser i Indre Hardanger"

Ulvik hd. Hordaland

Del I - Tekstbind

Vedlagt: Del II - Illustrasjonsbind
Del III - Kartrull

Bergen 1963

Til min datter

FORORD

Våren 1961 foreslo dosent Hans Høltedahl at jeg som hovedfagsoppgave i kvartærgeologi skulle undersøke området omkring Ulvik i Hardanger. Det var særlig de store høytliggende terrassene ved Ulvik-pollen som burde undersøkes nærmere. Sommeren 1961 forsøkte jeg å gjøre meg kjent med forholdene i feltet og foreta spredte observasjoner slik at det egentlige feltarbeidet kunne forberedes grundig om vinteren. På grunn av bruken av ypperlige flyfotos var det mulig å planlegge undersøkelsene til minste detalj og derved legge grunnlaget for et effektivt feltarbeid.

Takket være god assistanse av min far, lektor Sevald Simonsen og et usedvanlig godt vær ble feltarbeidet meget effektivt. Riktignok ble høyfjellsundersøkelsene en del forsinket og hemmet av de store snømengdene den sommeren, men vi fikk allikevel undersøkt det vesentligste.

Bearbeidelsen av stoffet er foretatt ved Geologisk Institutt i Bergen, og jeg vil i denne forbindelse takke dosent Hans Høltedahl og det øvrige personale ved instituttet for praktisk og faglig hjelp.

Pollenanalysen er utført under veiledning av dosent Ulf Haffsten som ofret mye av sin tid på å hjelpe meg med dette arbeidet. Jeg vil også takke det øvrige personale ved Botanisk Museum for hjelp med pollenanalysen.

På grunn av den velvilje og interesse som ble vist av bygdefolk i Ulvik var det en fornøyelse å arbeide i feltet.

Bergen 12 - 4 - 1963

Asbjørn Simonsen

Innholdsfortegnelse

GEOLOGISK OVERSIKT	side	1
MORENEDEKKET	"	2
Lokalbeskrivelse	"	3
Oversikt	"	16
ISSKURING	"	18
Oversikt over isstrømmer	"	20
FLUVIALT MATERIALE	"	22
Lokalitetsbeskrivelse	"	22
Osa	"	26
MARINE NIVÅER	"	27
Ulvik-pollen	"	27
SMELTEVANNSERROSJON	"	30
Sysegjelet	"	33
RASMATERIALE	"	35
FROSTFORVITRING	"	37
RECENTE SKAVLER OG BREER	"	39
REKONSTRUKSJON AV OSASTADIETS BRERAND	"	39
Osafjordbreen	"	39
Solsibreen	"	42
Tyssedalsbreen	"	43
Botn-dalen	"	44
RANNAVSETNINGER UTENFOR OSASTADIETS MORENER ..	"	44
OVERSIKT	"	44
Osastadiets firngrense	"	45
POLLENANALYSE	"	46
Analyseresultater	"	47
Sonegrenser	"	48
Preboreal	"	48
Boreal	"	49
Atlanticum	"	49
Bunnprofiler fra Ulvik	"	50
I - Tranemyr	"	50
II - Utenfor Tyssedalsmorenen ..	"	50
III - Innenfor ---- " ---- ..	"	51
Oversikt	"	51
DATERING AV OSASTADIET	"	53
Lysefjordstadiets firnlinje	"	56
Forslag til tolkning	"	56
GEOMORFOLOGI	"	59
LITTERATUROVERSIKT	"	61

Innledning

Det området som undersøkelsene omfatter er temmelig stort og strekker seg fra Granvinvatnet i vest til bort mot Hardangerjøkulen i øst. Store deler av det som dekkes av hovedkartet er bare undersøkt ved hjelp av flyfotos i målestokken 1 : 50 000 og må derfor betraktes som fremmed land. Dette gjelder særlig den nordøstre del av kartbladet samt traktene mellom Onen og Osafjorden.

Studiet av flyfotos har spilt en stor rolle under dette arbeidet, og der er benyttet delvis forsvarets bilder (1:50 000) og delvis bilder fra Widerøe (1:20 000).

Som grunnlag for hovedkartet (Pl.1) er benyttet topografisk kart fra N.G.O. i målestokk 1:50 000. Øst for Osafjorden var dette kartmateriale meget tvilsomt med mange feil og mangler. Det har f.eks. vært nødvendig å tegne om nesten samtlige vassdrag etter flyfotos. Særlig i Austdalen var kartet ille. Ellers har det vært nødvendig å tegne inn et forholdsvis stort vann som ikke var kommet med på kartet (i Åsendalen).

Området omkring Ulvik må i likhet med mange andre områder på Vestlandet betegnes som "jomfruelig land" kvartærgeologisk sett. Bortsett fra noen små betraktninger av Rekstad (R.1911) har jeg ikke funnet noen publikasjoner herfra.

Dette har gjort at jeg på en måte har følt meg forpliktet til å foreta en grundig generell undersøkelse, selv om der var mange spesielle problemer som jeg kunne ha lyst til å ofre hele min energi på.

Det kan av denne grunn virke noe oppstykket når der er tatt med så mange forskjellige observasjoner, men dette er gjort for å gi en orientering om hva feltet har å by på. Morenebeskrivelsene kan også virke noe omstendelige å lese, men også her vil jeg først og fremst beskrive hva som finnes før forholdene tolkes.

Som rimelig kan være er det de store randmorenene øst for Osa som har vakt størst interesse, og da spesielt fordi feltet ligger på overgangen mellom Hardangervidda og Bergenshalvøya.

Mye av arbeidet er lagt ned i illustrasjonene og da særlig i hovedkartet (Pl.1). Der er derfor ting som er tatt med her

som ikke er nevnt i teksten.

Tolkningen av det som er observert anser jeg som en viktig del av oppgaven. Ikke fordi jeg mener å ha monopol på sannheten, men rett og slett for at der skal være noe konkret å kritisere for dem som måtte arbeide videre med problemene i disse områder. Der er ingenting som er mer forfriskende for forskningen enn et oppgjør med en allerede eksisterende teori.

Til oppgaven er ellers å bemerke at stedsnavnenes skrivemåte har vært noe problematisk.

Kartet er nemlig lite å stole på i så måte, for etter sigende var ikke navnekonsulentene noen "språkmann". En vanlig feil er f.eks. at mange elvenavn ender på -å hvilket leder tanken hen på "ei å" (elv). Det skulle ha vært endelsen -o , altså bestemt form for sterke hunnkjønnsord.

Det har også vært et problem om jeg skulle benytte dialekt i skrivemåten, eller om de skulle skrives på standardisert landsmål. Resultatet av dette er blitt en meget inkonsekvent staving av stedsnavnene, - desverre.

----- " -----

Geologisk Oversikt

Det feltet som undersøkelsene omfatter, ligger delvis i det kaledonske skyvedekkeområdet og delvis i grunnfjellsområdet. Pl. 2 viser en grov oversikt over berggrunnen der grensen mellom grunnfjell og kambro-siluriske bergarter stort sett følger kartets diagonal NE-SW. Jeg har ikke funnet noen beskrivelse av grunnfjellet her, men det er tydelig at det er lite ensartet hva bergarter angår. Således har jeg nær Simodal observert en lys homogen granitt som muligens er av samme opprinnelse som Eidfjord-granitten. Ellers består f. eks. det meste av fjellet mellom Austdølvatn og Krossfjell av en forholdsvis ren glassaktig kvartsitt med en blålig farge. Gjennomsettende granittganger er ikke uvanlig.

Nærmere de kaledonske bergartene går grunnfjellet mer over i gneisser, som f. eks. i Ulvik blir så rike på glimmer, at de vanskelig skilles fra glimmerskifere med blotte øye (for en kvartærgeolog).

Over fyllittavdelingen følger øvre Bergsdalsdekket (etter A. Kvale) som underst har en lys (klorittrik?) kvartsskifer, som kan følges østover i alle fall til Vassfjøro. Denne har vært gjenstand for økonomisk utnyttelse med de nå nedlagte brudd på Vetlavassfjøro og ved Kjerringfjell (beskrevet av Rekstad 1911). Deretter følger harde eruptivbergarter med enkelte fyllittsoner. Således går der en fyllittstripe ved Reidnaskar og nordover mot Kvannjolut, samt en ganske mektig sone ved Fadlet og over mot Tryglabotn.

Helt i nord, over øvre Bergsdalsdekket, kommer det så vidt inn en del av øvre Jotundekket med anortositter (Mjølfjell) og mangeritter.

I den nordøstre del av feltet er forholdene visstnok svært vanskelige å få oversikt over. Det er derfor ikke tegnet inn grenser i dette området.

Pl. 2 er delvis tegnet etter et upublisert oversiktskart ved Geologisk Institutt i Bergen, dels er brukt som kilde en ekskursjonsguide for Int. Geol. Kongress 1960 (A.Kvale 1960).

Morenedekket

På grunn av den sterkt vekslende topografien i dette området vil som ventet dekket av løsmateriale variere sterkt i tykkelse og karakter fra sted til sted. Og som rimelig kan være er de største konsentrasjoner å finne i naturlige senkninger i terrenget; i dalsidene og på lavere flate fjellpartier.

Å kartlegge dette morenedekket nøyaktig vil kreve et nøye lokalstudium da det meste av de lavere partier er tett bevokset med furu- og bjørkeskog. Det er også usikkert å bruke vegetasjonsgrenser som utgangspunkt ved slik kartlegging da fjellgrunnen over store deler består av fyllitt som gir godt jordsmonn og således gode kår for vegetasjonen selv med et forholdsvis tynt lag av løsmateriale over. Å kartlegge morenedekket ut fra studium av flyfotos kan således bli vanskelig og må gjøres med forsiktighet, særlig over skog og buskvegetasjon.

Derimot er det meget greit å bestemme morenedekkets utstrekning over tregrensen etter denne metode. Her er det dog nødvendig å vise forsiktighet nær bergartsgrensene, f.ex. der en har overgang fra grunnfjell til fyllitt. Fyllitten forvitrer lettere i disse høyder og sammen med den frodige vegetasjonen kan det virke som et jevnt, forholdsvis tykt morenedekke.

Av den grunn har jeg forsøkt å gå over så store områder som mulig for å kontrollere flyfoto-observasjonene.

På hovedkartet (Pl.1) har jeg skilt ut tre klasser når det gjelder tykkelsen av morenedekket. Det som har mest interesse er de områder med tykt dekke, d.v.s. der bart fjell bare unntaksvis kan observeres i dagen (og da helst i brattskrenter og oppstikkende bergknatter.

Områder med store moreneblokker er avmerket serskilt (røde trekanter).

"Sparsomt morenedekke" vil her si alle overganger fra hyppig synlig fjell til tynt bregrusdekke over ellers bart fjell.

Ved "bart fjell" er der ingenting løsmateriale eller bare et tynt lag forvittringsgrus eller lynghumus.

Det sier seg selv at grensene må bli noe flytende enkelte steder, og her er grensene for oversiktens skyld trukket

etter skjønn.

Å klassifisere karakteren av løsmaterial har vist seg meget vanskelig. Dels p.g.a. den tette vegetasjonen, dels p.g.a. manglende snitt. Kartleggingen av jordbunnen over et så stort felt kan derfor umulig bli særlig detaljert. Og det er også oversikten jeg har vært mest interessert i.

Lokalbeskrivelse.

Ved gården Tveito i Granvin rett øst for nedre Vassenden er morenedekket tykt og noe hauget, men tykkelsen avtar ganske raskt østover mot Måvatn.

Sør for dette vatn ligger Vetlalii (fig.11) som er fullstendig renskrapt for løsmateriale. Den grise vegetasjonen i dette området er basert på forvittringsgrus (fyllitt).

Nord for Tveitelvi er morenedekket forholdsvis jevnt og gir grunnlag for en frodig vegetasjon. Likeså er der bra med løsmateriale på nordsiden av Måvatn og østover Storalii mot Grohellerhøgdi, men selve toppen og fjellet sønnenfor er så og si fritt for løsmateriale.

Bøen ved Vatnasete ligger på et forholdsvis tynt morenedekke over fjellknauser og rygger (fyllitt).

Dersom en følger gamleveien oppover fra Vatnasete mot Angerskleiv, ser en at morenedekket her er nokså tynt. Men mot toppen av Skjelmarhaug (skillemærke mellom Granvin og Ulvik) er en tydelig vegetasjonsgrense som har forbindelse med undergrunnens beskaffenhet. Nærmest veien er vegetasjonen "tørr" med lyngrabber og småvokst bjørkekjerr. Fjellet er blottet hyppig. Går man videre et lite stykke sydøstover, kommer man etter et skarpt skille over i høyreist bjørkeskog med et tykt teppe av blåbærlyng. Bortsett fra et par steder med fast fjell består undergrunnen utelukkende av tykt løsmateriale. Det var umulig å finne gode snitt i materialet, men det virket som typisk morenemateriale med til dels store kantslitte blokker. Morenedekket her har en hauget karakter og kan følges helt ned til Furusete. Her blir dekket igjen tynt med lyng og furuvegetasjon over knausene.

I dalen fra Øyane og oppover mot Hellesete har jeg ikke vært og studert forholdene i detalj, men ut fra flyfotostudier og utsikt fra omliggende trakter virker det som om dalen er dekket av et forholdsvis jevnt morenelag som blir gradvis tynnere opp mot Hellesete. Elven følger omtrent grensen mellom grunnfjell og fyllitt, men denne overgangen gjør seg ikke merkbare utslag i vegetasjonen.

Lia nordøstover fra Furusetet til bekken fra Lomatjønn er dekket av et tykt lag morene som ved bekken og videre nordøstover er meget blokkrik med til dels store blokker (fler m³). Fjellpartiet sør for dette felt oppover mot Midtnut er stort sett renskrappt for løsmateriale og skiller seg i så måte ut fra Stokkseldalen, som ligger sydvest for dette parti. Ved Stokksel går et markert morenebelte tvers over dalen. Jeg har ikke studert dette dalføret i detalj, men det virker som om hele dalbunnen har et jevnt morenedekke. Disse observasjoner er gjort fra stien på turen opp til Midtnut.

Ovenfor Stokksel ser det ut som om det går en rygg et stykke langs vestre dalside, og et stykke lenger oppe later det til at noen granrekker følger buete morenerygger. Ellers er lia oppover mot Dosafjell godt dekket av morene, selvsagt da mest i de lave partier.

Fjellsiden fra Dosafjell, Middagsvarden og Kyrkjø nedover mot Måvatn og Fuglavassdalen er så godt som fullstendig renskrappt for løsavsetninger. Bare noe forvitningsgrus danner grunnlag for en sparsom vegetasjon. Enkelte flyttblokker finnes over hele området, men de finere fraksjoner mangler. (fig. 62, 63)

Fjellpartiet fra Trappefjell, Midtnut og Grimsnut nedover mot Hellesete er også temmelig fritt for løsavsetninger, men her finnes dog akkumulasjoner i forsenkninger i terrenget noen steder.

Østover mot Eddegjelet og gjelet ned mot Hetlenes (som jeg for lettvinthets skyld vil kalle "Hetlenesgjelet"), tiltar morenedekket i tykkelse, og det øker også i mektighet nedover mot Øvstestølen. Dog er fjellgrunnen fremdeles hyppig å se i dagen.

Videre nedover mot Frystetjønn er terrenget til dels preget av hauget morene, som mot Liastølen blir mer blokkrik og av større mektighet (fjell bare unntaksvis synlig i dagen).

Lenger nord og nordvest, øst for Granvinvatnet og i Espe-landsdalen vokser skogen frodig og vanskeliggjør såvel flyfotostudier som studier i marken. Dette området ligger også perifert i dette feltet slik at undersøkelsene her er nokså overfladiske i den vestlige del.

Men fra Trohaug og nordover mot Velkje ser morenedekket ut til å være tykt med til dels hauget karakter, noe som også synes å være tilfelle ved Tveitstølen ovenfor Hollve, men her på berghyllen nordenfor Tråelvi synes løsmaterialet å avta i tykkelse østover mot Littlestølen (Heiane).

Videre oppover langs dalen veksler dekket en del - fra tynt lynghumusdekke til større partier hauget materiale (Littlestøl og Kyrkjeteigen).

Noe lenger mot øst der veien svinger over mot Dale, kommer en inn i et felt med tykt hauget morenedekke som strekker seg oppe fra lia i syd og tvers over dalen. Det er et daltrinn her, og i skråningen langs veien inneholder morenen blokker på mange m³.

Langs hele dalens sydskråning er morenedekket jevnt med noe avtagende tykkelse oppover mot Velkjesfjell. Enkelte steder ligger fjell meget nær opp i dagen, og det er rimelig at den frodige vegetasjonen her for en stor del skyldes den næringsrike berggrunnen (fyllitt).

Ved Dale og i den trange dalen videre oppover mot Espelandsvatn er morenedekket forholdsvis tykt og hauget, mens hovedveien stort sett danner grensen mot den snaue fjellterskelen østenfor.

På nordsiden av veien ved høyeste punkt ligger en morenerygg som buer ut fra fjellveggen og er sannsynligvis avsatt av en bretunge østfra.

Langs den nordvestre siden av Espelandsvatn går en hylle i terrenget som skiller seg sterkt ut fra den bratte fjellsiden bakenfor. Denne hylle er sannsynligvis betinget av berggrunnen idet den følger en tett kvartsskifersone, som ligger underst i skyvedekket. Men langs denne hyllen ligger meget morenemateriale som for en stor del er dyrket opp under Espelandsgårdene. På denne strekningen stikker det ut i vannet tre nes av løsmateriale. Det vestligste er en grusvifte som er avsatt av Hagabekken, som kommer fra Stavaskarnuten.

Det neste neset ligger ved Vestre Espeland og er muligens lagt opp av en bretunge østfra, som sannsynligvis også har lagt opp den korte moreneryggen like ovenfor gården her. Det er mulig at også neset ved Austre Espeland er dannet på samme vis.

På andre siden av vannet stikker det ut en mindre blokkrik tange som muligens er dannet samtidig. Om Brurpikholmen er fast fjell eller løsmateriale har jeg ikke kunnet fastslå med sikkerhet.

Under Espelandsfossen går det også to buete rygger nokså høyt oppe som kunne vært lagt opp av en bretunge fra Botn.

Ellers består neset her av fluovialt materiale som er spylt ut av Espelandselven.

Dalen langs Grasvik og innover mot Stokkavatnet virker temmelig skrappt for løsavleiringer helt til østenden av Stokkavatn.

Her stikker et nes ut på hver side som tydeligvis består av løsmateriale, og langs nordsiden av vatnet ligger store mengder morene, som til dels er ryggformet. Det virker som om det er lagt opp mellom en bretunge fra Tyssedalen og en bretunge fra Espelandsvatn (Botn). På sydsiden virker morenedekket mer tynt, men det var vanskelig å fastslå med sikkerhet. Ved Drevtjønn går et belte av forholdsvis storblokkig morene fra nordsiden av vatnet og sydøstover mot skrenten til Løyningstølen.

I området syd for Drevtjønn og over mot Storhaug finnes store mengder storblokkig morene med blokker på flere m³. Morenen ligger i rygger eller hauger. Enkelte av de store haugene har rimeligvis en kjerne av fjell (fyllitt), men ellers er fast fjell sjelden å se.

Hele Skeislii er dekket av et tykt morenedekke som avtar i tykkelse oppover mot fjellet. Dekket er hauget og ujevnt, men de største haugene her har også en kjerne av fast fjell, (som f. eks. der den gamle hoppbakken står). Videre er hele høydedraget mellom Aurdal og Bergo dekket av blokkrik morene. Fjell stikker i dagen bare enkelte steder. Ved Bergo er dekket stort sett meget tykt med hauget og ryggformet karakter. På nordsiden av Aurdal ved skråningen mot Kongsberget er gården "Aurdal" lagt på et jevnt tykt morenedekke, som avtar i tykkelse oppover mot fjellet. Likeså er gården Solbjørge lagt på rikelig løsmateriale, dog med de store formene bestemt av fjellgrunnens overflate. Videre nordover over Solbjørkamben mot Soteno finner vi et forholdsvis tynt morenelag over sterkt isskurte rundsva og transversalrygger. Høyden like før en kommer til Tjødno er dekket av hauget morenemateriale, som fortsetter som en lav rygg østover forbi et nedlagt sel og inn mot fjellsiden. Videre kan den følges som en anrikning an morenemateriale vestover over elven (Tyssø). Her ved nordskråningen av Tongahaug fortsetter den vestover som en skarp rygg som deler seg i flere mindre rygger før den svinger nordøstover mot Tyssedalen. Denne morene-

ryggen vil jeg av praktiske grunner kalle "Tyssedalmorenen" da den også vil bli omtalt siden. Materialet i ryggen er stort sett fluvialt behandlet med rundet stein som må være skjøvet opp av en reaktivisert bre.

Ryggen stenger for Espelandselven slik at denne må ta et sydligere løp og møter Tysso nord for Løyning. Det naturlige ville være om den fortsatte ned den naturlige senkningen og møtte Tysso ved Sotenos. Ryggen ble målt til å rage 9 m over myren på proksimalsiden og 6 m over myren distalt. Siden er dybden av myren proksimalt målt til 1,3 m og distalt til 4 m, slik at Tyssedalmorenen således rager 10 m over den faste undergrunnen (sand, grus).

I dalene vest og nordvest for Kongsbergstoppen ligger morenematerialet tykt med hauget karakter. Dekket er tykt helt til toppen av Kongsberget.

Vest for Solsiosen går et par rygger på nordsiden av veien som synes å være avsatt av en bretunge østfra gjennom skaret her. En rygg ligger også akkurat ved osen på nordsiden av elven.

Høyere opp i fjellsiden mot Tyssedalsnuten kan en følge belter med blokkrik morene fra Rubbali forbi Favnastøl og langs berghyllen vestover. Morenemassene her er enkelte steder ganske betydelige med hauget og storblokkig karakter.

Følger en så nordøstskråningen av Kongsberget, finner en et ganske bra morenedekke som nede ved vannet er temmelig tykt. Spesielt merkes en kraftig morenevoll i ca 500 m høyde. Denne ryggen er meget markert med, til dels store blokker som for en stor del består av skyvedekkebergarter. Det dreier seg her tydeligvis om en lateral- eller frontmorene.

Skaret under Røyneskor skiller Kongsberget fra Ljoneheiane og danner samtidig et skarpt skille i morenedekket. Hele Ljoneheiane er så godt som renskrapt for løsmateriale helt øst til Sysegjelet.

Området mellom Solsivatnet og Jonstølselvi (Krokelvi) har stort sett tynt morenedekke (fig.13). Helt nede ved Eitro (Storelvi) er fjellet bart med et tynt lag lynghumus og ellers litt løsmateriale i forsenkninger. Lenger syd derimot går der et morenebelte fra Solsivatn, under Noltane og over mot Jonstølselvi. Her kan beltet følges på begge sider av elven opp-

over mot Jonstøl. Her ved Jonstøl kommer vi over i et område med tykk hauget morene, rik på blokker som kan være husstore. Særlig i den sydvestre del av bøen ligger noen meget store blokker (fyllitt), (fig.14).

I den nordøstre del av bøen kan en også skille ut et par ryggformete partier omtrent i retning ENE-WSW.

Øst for Heimavatnet ligger et forholdsvis snaut fjellparti som skiller Heimavatnet fra Midtvatnet, men på nordsiden av dette vatnet består undergrunnen av blokkrik morene uten spesiell hauget karakter. Noe særlig tykt er vel dette dekket neppe da fjellrygger stikker i dagen hyppig i området omkring. Derimot ser det ut til at lien syd for Midtvatnet har ganske tykt dekke av morene, som i øst danner en rygg som skiller mellom Midtvatnet og Instavatnet. Om denne ryggen har en kjerne av fast fjell er ikke godt å si, men fjellgrunnen ble ikke observert i dagen noe sted.

Nord og øst for Instavatnet er terrenget preget av hauget, forholdsvis blokkrik morene. Enkelte av disse haugene har dog en kjerne av fast fjell.

Enda lengre øst, et stykke ned i dalsiden mot Osa, ligger en nedlagt støl - Hiaskorane - på noen morenerygger som ser ut til å ha vært dannet lateralt av en bre som har gått ut Osa-fjorden. (fig.20).

Dersom en går nordvestover fra Kristinut og over mot Lureggjane, finner en at hele dette partiet har et meget tynt dekke av løsmateriale på toppen. I sydvestskråningen mot Ulvik derimot, øker tykkelsen jevnt nedover.

Hele dalen nordøstover fra Solsivatnet og innover mot Goddalen er så og si renskrap for løsmateriale. Bare et tynt lag lynghumus og forvittringsgrus danner grunnlag for en sparsom vegetasjon med furu. (fig.13). Ved Steinburindane finnes der likevel en del morenemateriale på le-sidene av kmausene.

Fjellsiden nordenfor dette parti har derimot stedvis ganske mye løsmateriale som til dels inneholder store blokker. Dette beltet kan en følge stort sett sammenhengende fra Skor, ovenfor øvre Sveig og videre innover mot Ljoneskrulen. Det er ikke uvanlig å finne korte morenerygger langs fjellsiden her.

Oppover mot Horgo øker mengden av løsmateriale noe, og fra stølen og nedover (vestover) mot Jonstølselvi går en lav

morenerygg som ikke skiller seg særlig ut i terrenget. På avstand kan det synes som om selene på Horgo ligger på en skarp morenerygg, men det viser seg å være en fjellrygg (pent rundsua) med et tynt morenedekke over. ^(FIG. 12) Slike rundsua er typiske for dette området mellom Hovden og Vassfjøro og kan lett forveksles med sidemorenerygger, avsatt av en bretunge fra Ljoneskrulen. Men der går virkelig et meget markert morenebelte nordover fra Horgo mot vestsiden av Vassfjøro. Dette partiet er meget rikt på store blokker og viser flere steder tydelige rygger i retningene N-S og NNE-SSW. Dette beltet kan også følges østover fra Hovden over mot Vassdalen og videre nordøstover mot Sauabotn. Her går en markert morenerygg mellom elven og dalsiden, som tydeligvis må ha blitt lagt opp av en bretunge som har gått ut Norddalen og Osafjorden. (fig.19).

Fjellpartiet nordenfor linjen Granvin - Espeland - Solsi - Ljoneskrulen har jeg bare studert i detalj langs dalførene. Morenematerialet ellers er tegnet inn på grunnlag av flyfotostudier (1:20 000).

De stedene jeg ikke har vært, vil derfor bli gjennomgått meget skjematisk.

I den brede dalen ved Fagerstøl (Skorvedalen) er morenedekket tilsynelatende meget tykt med hauget karakter og med en mengde innskorne løp nedover dalsiden. Slikt tykt morenedekke er typisk for alle de "gamle" dalene vestenfor også, så som Hengsdalen, Skaftedalen, Kyraldsdalen og Håraldsdalen.

Fjellpartiet fra Olsskavlen og sydvestover Sauanut, Olavstølnut og Reinsgrønnt er som de andre fjellpartier her omkring bare studert på flybilder uten at der er observert noe av spesiell interesse, (det var meget snø der da jeg var på de kanter). Jeg henviser derfor til hovedkartet (Pl.1) for dette området.

Lengre øst kommer vi så til et dalføre som jeg ikke kjenner noe navn på, men nederst mot Espeland ligger en støl med navn Botn, så da vil jeg for enkelhets skyld kalle dalen for "Botndalen" i den videre behandling.

Denne dalen er stort sett godt dekket av løsmateriale både i bunnen og oppover langs dalsidene. Dalbunnen består for det meste av glacifluvialt materiale, som et stykke oppe i dalen

viser tydelige rester etter sterkt skrånende terrasseflater (fig.37), men disse skal omtales i et senere kapittel. Ellers er den søndre del av dalen rikest på morenemateriale, og på flere steder omkring Botn (særlig vestenfor) finnes en god del korte rygger og morenehauger. Lengre nordover avtar tykkelsen gradvis til en kommer opp i den så godt som renskrapte Nordbotn (Trollabotn).

Øst for Botn ligger den for lengst nedlagte støl Hestastodane. I dalen her er der ganske bra med morenemateriale, som riktignok tynnes ut ganske raskt oppover mot Brattenut.

Tyssedalen er stort sett renskrapt for morene, bortsett fra enkelte spredte lokaliteter.

Den sydlige del har et dekke av fluvialt materiale i bunnen, som for øvrig er meget smal med en god del rasmateriale langs fjellsidene. I øvre enden av Tyssedalsøyane oppunder Stol øker morenedekket og har her en del utpregete hauger. Videre finnes det noe hauget morene ved sydenden av "nedre Tyssedalsvatn" (kjenner ikke det originale navn), men denne lokaliteten er sansynligvis av beskjeden mektighet. - Også syd og vest for Fessavatn finnes der en del hauget materiale, som dog virker fluvialt behandlet (fig.20a). Dette beltet kan så følges et lite stykke nordover i dalen mot Fadlet, samt oppover i skaret mot Fessanut.

Det bør bemerkes at der ved Prisenberg syd for Hellebotn går et blokkbelte som særlig er konsentrert ved toppen av gjelet mot Tyssedalstølen.

Også syd for Hellebotn ved passet mot Tryglabotn går et ganske mektig blokkbelte (fig.20c). I selve Tryglabotn er der foruten en del glacifluvialt materiale på nordsiden, også noe hauget morene i øst.

Nede ved Visetvatnet (Veset-) kommer en over i et terreng preget av mektige hauger av løsmateriale som til dels kan være rike på store blokker og vise tegn på fluvialt behandling (fig. 30 og 38). Dette morenedekket fortsetter langs begge sider av Visetvatnet og videre i stor mektighet nordvestover mot Raundalen (fig.20e).

Materialet her må klassifiseres som typisk ablasjonsmorene og har sammenheng med morenedekket i Raundalen og de tilstøtende daler.

10 I dalsiden vest for Visetvassosen er dekket av løsmateriale særlig tykt og består for det meste av fluvialt behandlet grus, som er gjennomskåret av en mengde løp som i dag er tørre. Et særlig markert løp kommer oppe fra Vetlavatn, som i dag drenerer mot Vollabotn. Men terskelhøyden mot Visetdalen er bare vel én meter, så det skal ikke mye til for å snu dreneringen.

Hele Vollabotn og den lille dalen opp mot Vetlavatn er dekket med ablasjonsmorene av samme type som i Visetdalen, også her sterkt gjennomskåret av nå tørrlagte løp. Det samme gjelder for dalbunnen både i Mysedalen og Dyrabotn.

Fra Vetlebotn og på flyfoto er det lett å se at fjellet syd for Vollabotn og oppover mot Olsskavlen er rikt på store moreneblokker, og videre at der ved Fessanut også synes å gå et blokkbelte fra øvre Tyssedalen over mot Vetlebotn.

Fjellet mellom Tyssedalen og Ljoneskrulen er også for det meste studert ved hjelp av flyfotos, men disse er til gjengjeld av meget god kvalitet og terrenget så oversiktlig, at det fullt ut skulle gjøre nytte som rekognosering.

Her skal en merke seg at Såteskavlen, som ligger på nordsiden av Skorafjell og Sveigsfjell, tidligere har hatt en meget større utbredelse enn i dag, slik at det blir nødvendig å skille det opprinnelige materialet fra morene som er skjøvet og lagt opp av denne bre.

Således må en regne med at store deler av de morenehaugene som er lagt opp lengst sydøst i Tryglabotn, er kommet fra Såteskavlen. (FIG. 64A)

Videre går det et morenebelte nordøst for skavlen fra Tryglabotn over mot Ljoneskrulen mellom Sveigsfjell og Skreppenuten. Men her er det meget lett å skille ut det materialet som er lagt opp av Såteskavlen, ved at man kan følge skarpe radiære linjer i løsmassene fram til en frontmorene som må ha blitt dannet av skavlen i en tidligere mer aktiv periode.

Mellom Skreppenut og Reidnaskarnut er fjellet stort sett renskrappt for løsmateriale, bortsett fra et par mindre rygger i selve Reidnaskaret (fig. 15). Østover fra Reidnaskarnut til Skruelsvatn er der også bare spredte forekomster av løsmateri-

11 ale. En del er avsatt av Vassfjørskavlen i dalen nedover mot Skipanutvatn, og et annet belte er lagt opp foran skavlen som ligger lengre nordøst. (Denne er praktisk talt forsvunnet nå).

Like sydvest for Skruelsvatn, ut mot kanten til Norddalen, ligger et par skarpe morenerygger som neppe kan ha noe med sistnevnte skavl å gjøre. Det dreier seg her mest sansynlig om randavsetninger til en bre med sydlig bevegelse, som har hatt en utløper ut Norddalen.

Området omkring selve Ulvikpollen har stort sett et meget tykt og forholdsvis jevnt morenedekke som under marin grense (ca. 120 m o.h.) viser tydelige tegn på utvasking. Særlig tykt er dekket av løsmateriale nord for linjen Lindebrekke-Øydve på begge sider av pollen (fig. 10).

Utenom det rent generelle, som kan leses på hovedkartet (Pl. 1), kan spesielt nevnes det rike morenedekket ved Vestrheim, som stort sett kan følges kontinuerlig østover mot Sysegjelet. Flere steder langs dette gjelet finnes temmelig mye blokkrik morene med hauget karakter. Særlig like over den store Lekveterrassen er dette fremtredende. (FIG. 54)

Like nedenfor denne terrassen går der et par meget lave rygger fra Lekvegårdene med retning sydøst. Hvor vidt det her dreier seg om utvaskete morenerygger er ikke godt å si, og det er ikke observert større blokker som kunne tyde på en slik opprinnelse.

Ellers er dalsiden mot Kristinut, fra Sysegjelet over mot Øydve, forholdsvis godt dekket av morene som enkelte steder kan ha rygger og hauger. Skogen er i midlertid såpass tett her at det blir vanskelig med nærmere undersøkelser.

Utover mot Åsen syd og sydvest for Håheim kommer en igjen over i et terreng som er preget av kraftige morenehauger og rygger. Akkurat her synes ryggene stort sett å være orientert i retningen WSW-ENE.

Dekket av løsmateriale avtar så sydover mot Fuglehaugane, som har en god del store moreneblokker der den finere fraksjonen er borte.

Lenger ut mot Osafjorden tiltar tykkelsen igjen og kan enkelte steder virke svært mektig. Bassenget ved Tranemyr er således etter all sansynlighet demmet opp av morenemasser mot Osafjorden.

Inne ved selve Osa, både i Norddalen og Austdalen, kan det enkelte steder være vanskelig å skille morenemateriale fra materiale som er rast ned fra de bratte fjellssidene. Men der er likevel en del partier som lar seg skille ut og som kan fortelle noe om isens bevegelse i bestemte perioder. Således går det ved Austdalens munning en markert stripe av til dels meget store blokker fra Hønsahjallen og nordover mot vestskråningen og den store terrassen (Hjallane). Også i selve terrassen finner en på vestsiden en god del store moreneblokker som kan bli opptil et par kubikkmeter store (fig.53). Da denne observasjon ble gjort, kom jeg desverre ikke til å studere bergarten i blokkene. Dette kunne hatt betydning dersom en skulle fastslå om blokkene var kommet med isen ut Norddalen (med fyllitt i Nipane), eller om de skulle vært transportert ned Austdalen (grunnfjell på begge sider). Jeg kommer likevel til å ta opp dette spørsmål i et senere kapittel.

Bortsett fra denne blokkstripen består løsmaterialet syd for Haugen kun av fluvial grus og rasmateriale. Men nordenfor Haugen er dalbunnen dekket av kraftig hauget morene som kan inneholde opptil hus-store blokker av fyllitt. Denne morenetypen kan følges nordover helt til de store raskjeglene fra Nipane. Det eneste sted med større mengder fluvialt materiale i denne del av Norddalen finnes i den viften som er utspytt av Bjørndøla.

I Austdalen er det meget vanskelig å skille morene ut fra rasmateriale (fig.57), men noen typiske endemorener f. eks. ser det ikke ut til å ha vært her.

Når det gjelder selve fjellvidda øst for Osafjorden-Norddalen (hvis vi kan kalle det "vidde" her), så er denne for det meste studert ved hjelp av flyfotos (1:50 000). Her hadde det selvfølgelig vært ønskelig med en mer detaljert kartlegging, men tiden tillot ikke mer enn spredte rekognoseringssturer. Dessuten var det ualminnelig mye snø igjen på fjellet sommeren 1962, noe som også begrenset aktiviteten.

Mens jeg lette på flybildene etter 1750-morenen utenfor Rembesdalsskåkji, ble jeg var noen kraftige morenerygger som startet ved breen nær Tresnut og fortsatte så vestover over Moldnut mot Rembesdalsfossen. Her ventet jeg at moreneryggene

på den andre siden av dalen skulle bøye rundt Rembesdalsvatnet og over mot Skåkji igjen. Men de fortsatte i retning WNW og kunne følges kontinuerlig til Gruvlenut og Åsenfjell. Flybildene videre vestover var meget dårlige, men stykkevis kunne en se tydelige rygger både i Åsendalen og videre ved Kvilingavatn vest for Langavatn.

Tydelige rygger finner en så ikke før ved Gjerdenut syd for Austdalen, og disse kan til og med observeres med kikkert helt nede fra Osa.

Da det var innlysende at det her dreide seg om randmorener avsatt av innlandsisen, var jeg interessert i å følge morenesonen sydover ved hjelp av flybilder. Dette lyktes over forventning ved at ryggene sydover var meget tydelige over store avstander. Resultatet av denne lille rekognoseringen er tegnet grovt inn på Hardangerviddekartet (Pl.3).

Det lyktes meg også å følge morenen nordover kontinuerlig helt til Nipahøgdi, men her begynner topografien å bli så komplisert at ryggene ikke lenger kunne følges.

Disse oppdagelsene førte til at jeg under feltarbeidet konsentrerte meg om denne brerandsonen og har således ikke undersøkt i felten området mellom Osafjorden og Onen-Kyrelvfjell. Også det store fjellområdet nordøst for randmorenene er undersøkt utelukkende ved flyfotos.

Nord for Austdalen treffer en på moreneryggene i dalen som går vestover fra Austdølvatnet oppover mot Krossfjell (fig.16). Ryggene her er ikke særlig høye (ca. 2-3 m), men viser meget tydelig i terrenget. Deretter fortsetter de over skrenten i dalens nordside videre mot høydedraget merket "1177". Her konvergerer det ellers så forholdsvis brede morenebeltet til en eneste rygg, som heller ikke er særlig imponerende i høyde. Den rager noen få meter over det renskrapte fjellet og fortsetter ganske beskjedent videre mot vest i et tynt morenebelte. Fig.17 viser moreneryggen på dette sted med en ryggsekk som målestokk. Som en ser er materialet i ryggen ganske rikt på blokker.

Fjellpartiet mellom "1177" og Nipahøgdi er nesten fullstendig renskrappt for morene, bortsett fra en del store og små blokker samt enkelte spredte morenehauger. Opp under Nipahøgdi kommer en så inn i en sone med mørk fyllitt som er sterkt forvitret og således på avstand kan se ut som om den er dekket

med morenemateriale. Over denne sonen følger et parti med grå fyllitt som er like renskrappt som grunnfjellet i syd.

Enda lenger nordover kommer en så over i en morenesone med hauget karakter som sansynligvis må være dannet som lateralmorene av en bre som en gang har gått ned Bjørndalen. Blokkmaterialet består så og si utelukkende av grunnfjellsbergarter (fig.18). Ellers finnes små og store grunnfjellsblokker spredt over hele Nipahøgdi (som består av fyllitt), men de tydelige moreneryggene er der ikke fler av. Muligens kan en blokkstripe på nordsiden av Nipahøgdi ha noe med en brerand å gjøre, men på grunn av de store snømengdene var den vanskelig å følge.

Bortsett fra noe beskjedent bregrus og enkelte spredte moreneblokker er fjellet bart til helt bort mot Skruelsvatn. Her treffer en på noen ganske mektige morenestriper som følger isretningen (mot SW) ned Norddalen. Nede i dalen, like over skrenten øst for Norddøla, ligger en markert morenerygg parallelt med elven.

Hva det finnes av rygger langs dalens vestsida er ikke godt å få full oversikt over på grunn av de enorme mengdene med rasmateriale. Men i allefall lar det seg gjøre å skille ut to tydelige rygger som ennå ikke er dekket av talus. Den ene ligger like vest for elven et stykke nord for Ossete. Den andre, som er mer tydelig, finnes i dalsida rett vest for stølen. (fig.21). Også på østsida av dalen finner en rester etter rygger i samme høyde. Det må tydeligvis dreie seg om lateralmorener avsatt av Norddalbreen etter at den hadde trukket seg et godt stykke oppover dalen.

Fjellet mellom Nipahøgdi og Jøkulen er småkupert med store, "rolige" hoveddrag. Det virker overalt renskrappt for løsmateriale. Figur 22 viser et foto tatt fra Nipahøgdi med Hardangerjøkulen som bakgrunn (m. Rønneberget). Det vatnet som skimtes sentralt, er Rundavatnet i Austdalen.

Som nevnt innledningsvis ligger det ved Gjerdenut flere parallele, blokkrike morenerygger, som slutter i øst ved den bratte dalsida ned mot Viermyr (Vidjemyr). Fig.23 viser et par av disse parallele ryggene like vest for Gjerdenut med cand. mag. P. J. Møland som målestokk. Som en ser er ryggene av for-

holdsvis anselig størrelsesorden med temmelig mye blokker, (proksimalsiden mot venstre). Fig.24 viser en annen rygg i samme området også med Mæland som målestokk (i sirkelen). Her er det i midlertid svært lite av finere materiale slik at hele ryggen er bygget opp av blokker.

Mellom selve Gjerdenut og Langavatnet er forholdene noe mer uklare, men det tykkeste morenebeltet går langs østsiden av Lakjen og ut i Langavatnet. Ellers er det også mye blokkrik morene sydøstover mot Olbogavatnet.

Videre synes det som om de største morenekonsentrasjonene følger vest og syd for Langavatnet, for så å fortsette i de kraftige ryggene øst for Åsenfjell og Gruvlenut. Men også nordøst for Langavatnet er der en del blokkrik morene, selv om det her ikke er antydning til ryggdannelser. Lenger øst er det helst blokker som dominerer. Bildet fig.25 er fra Langvassdalen, men er typisk også for området sydøstover mot Fosavatn.

Som tidligere nevnt er mye av undersøkelsene på denne siden av Osafjorden basert på flyfotorekognosering, og jeg vil derfor bare henwise til hovedkartet uten nærmere kommentarer. Jeg vil bare til slutt ta med et bilde som er tatt fra Vardeskorvet over mot Rembesdalsskåkji og Moldnut. Det kommer ikke så tydelig fram på dette foto, men en kan så vidt skimte noen av moreneryggene som går vestover fra Tresnut.

Oversikt

Det som har vært av størst interesse under kartleggingen av morenedekket, er de store brerandavsetningene øst for Osafjord. Det er tydelig at de må være avsatt av en aktiv bre som har hatt flere framrykninger i og med at vi de fleste steder finner flere (oftest 3-4) parallelle rygger. Jeg har derfor også vest for Osafjorden konsentrert oppmerksomheten om soner med hauget morenemateriale eller morenerygger som kan tyde på avsetning foran en aktiv, muligens en framrykkende bre.

Vest for Osafjorden har dette vært vanskelig, dels på grunn av den sterkt vekslende topografi, dels på grunn av skogen.

Men jeg vil likevel gi en kort oversikt over de steder der slike avsetninger synes å forekomme.

Lengst vest finner en brerandavsetninger i Stokkseldalen, men også ved Tveito og kanskje videre nordover mot Velkje (flyfoto).

Det er også mulig at morenehaugene ved Skjelmarhaug er avsatt ved breframstøt (behandles senere).

I Espelandsdalen finnes rygger like vest for Espelandsvatn og muligens også et par steder langs vannets nordside (ved Espelandsgårdene). Haugene ved Botnstøl er kanskje også av samme type.

De store morenemassene nord for Stokkavatn virker som om de er avsatt mellom en bretunge ut Tyssedalen og en vestfra. Ellers er de vanskelige å forklare. Likeså synes haugene og ryggene ved Storhaug syd for Drevtjønn å ha blitt avsatt foran en bretunge nordfra.

Den skarpe ryggen foran Tyssedalen skulle være tydelig nok, - likeså ryggen langs nordøstsiden av Kongsberget. Også avsetningene ved Solsiosen synes å ha blitt avsatt av en bretunge østfra.

Materiallet ved Bergo og Vestrheim er det ikke lett å plasere, men det er mulig at haugene ved Bergo er avsatt fra nordvest, og at avsetningene nord for Ravnegjelet er kommet fra en bretunge nordøst fra over Ljoneheiane.

Nede ved fjorden finner en brerandavsetninger så og si langs hele åsens østside og videre over mot Håheim. Kanskje skriver også haugene ved Torblå seg fra randavsetning, uten at dette kan sies sikkert.

Morenehaugene ved Jonstøl antar jeg har blitt avsatt lateralt til en bretunge fra Ljoneskrulen, som også må ha avsatt ryggene ovenfor Horgo.

Langs Osafjorden og Norddalens vestside finner en morenehauger og rygger ved Midtvatn, Hiaskorane og ved Sauabotn. Men det finnes ellers en mengde blokker konsentrert langs hele kanten ned mot dalen.

Forholdene øst for Osafjord skulle være godt beskrevet i foregående avsnitt.

Isskuring

På turene rundt omkring i feltet ble det observert en mengde skuringsstriper og andre merker som kan indikere isretningen, så som rundsva, sigdbrudd, parabelriss, sigdgroper og mandeltrau (Johnson/1956). Ofte var flere slag skuringsmerker synlig på samme sted, noe som gjorde at observasjonene kunne kontrolleres.

Når det gjelder skuringsstripene så må disse ha vært avsatt i en sen aktiv fase, i alle fall i de laveste partier. Isen har da vært forholdsvis tynn slik at topografien har hatt mye å si for bevegelsesretningen. De eldste skuringsstripene som en gjerne finner på toppene og som den eldste retningen ved kryssende skuring, viser mer ensartethet med hensyn til retning.

De skuringsobservasjonene som er gjort i tilknytning til dette arbeidet, er angitt på hovedkartet (Pl.1). Observasjonene er merket med nummer (rødt) slik at de kan finnes igjen i tabellen (fig.2). Her er retningen målt i nygrader med 400^g sirkel, og observasjonene er korrigert for misvisning. Pilens "hode" angir stedet for observasjonen.

Jeg har tatt med så mange observasjoner som jeg synes det er nødvendig for å kartlegge isbevegelsen i den sterkt vekslende topografien. Enkelte steder kunne det være ønskelig med flere observasjoner, men enten har fjellgrunnen vært sterkt forvitret, eller den har vært dekket av løsmateriale eller snø. Stort sett har det vært greitt å finne skuringsstriper i fyllittområdet, men også her har overflaten vært sterkt forvitret enkelte steder slik at skuring er forsvunnet ved vannsig og elveleier der overflaten pleier å holde seg friskest.

Stort sett er det slik at det er vanskeligst å finne frisk skuring på toppene, mens de lavere partier har mer bevart sin opprinnelige overflate. Dette er dog en regel med mange unntak, i det jeg har funnet meget tydelig og frisk skuring på grovkrystalinske topper (som ved Vassfjæro), mens jeg har lett forgjeves etter skuring på nylig blottet fyllitt i dalbunnen.

Et pussig trekk har jeg lyst å nevne i denne forbindelse.

Et par steder (som f. eks. ved Sotenos utenfor Tyssedalens munning og ved Tjødnane like syd for Kjerringfjell), har jeg observert skuring av frisk karakter på tydelig sterkt forvitret fyllitt. Fig.27 viser et eksempel på dette ved Tjødnane. Der-

som en studerer lokaliteten i detalj, ser en at toppene av de små forvittringsrestene er meget pent og glatt skurt.

Den eneste sansynlige forklaringen jeg kan se på dette, er at isen har rykket fram over en fjelloverflate som i lengre tid har vært utsatt for subaeril forvitring.

Når det gjelder den regionale beskrivelsen av isretningen, vil jeg henwise til hovedkartet Pl.1. Jeg vil her bare kommentere enkelte observasjoner og så til slutt gi en oversikt over isstrømmene.

Et spesielt interessant område når det gjelder isskuring kom jeg over ved Trappefjell og Midtnut i den sydvestligste del av feltet. Her bar fjellet preg av en intens iserrosjon der isen hadde erodert ut skarpe furer i alle størrelser. Fig.28 viser (særlig øverst til venstre) et par forholdsvis små slike furer. Som en ser er skuringen meget frisk tatt i betraktning at vi befinner oss i en høyde av ca. 1 200 m o. h. på en utsatt fjellkam.

En annen interessant oppdagelse i det samme området ble gjort i den smale sprekken som danner forlengelsen av "Hetlegjelet" oppover mot Midtnut. I denne sprekken, som enkelte steder bare var noen få meter bred og 3-4 m dyp, fantes frisk skuring helt til bunnen.

Derimot har jeg ikke hatt anledning til å undersøke selve "Hetlegjelet" om det eventuelt kunne finnes skuring også her.

Et liknende trangt gjel med skuring forbinder den øvre del av Nordbotn (Trollabotn) med Vetlebotn syd for Vollabotn. I dette skaret viste fjellveggene (granittiske skyvedekkebergarter) merker etter en meget intens iserrosjon med en mengde sigdbrudd og parabelriss som indikerer en bevegelsesretning fra nord mot syd.

Ved osen av Solsivatnet ser forholdene ut til å ha vekslet en del slik at istungen fra Tyssedalen og breen fra Ljoneskrulen vekselvis har gått over fjellryggen her. Skuringen fra øst har i midlertid det friskeste preg og må således ha blitt dannet sist.

Også nede på Åsen ser det ut til at forholdene kan ha vekslet noe fra tid til annen. Berggrunnen er her grunnfjellsgneiss

som oppbevarer skuringen meget dårlig, således er observasjonene nr. 57 og 58 basert på rundsvaorientering og viser ikke nødvendigvis den siste isretningen.

Det går dog fram at det har vært en veksling mellom Osabreen fra NE og Ulvikbreen fra nord.

Den pilen som er stiplet på Vassfjæro, angir en tvilsom observasjon som ikke er tatt med i tabellen. Fjellet her (granittiske skyvedekkebergarter) er meget sterkt forvitret og danner enkelte steder "blokkhav" på toppene. Den isretningen som er avsatt, er antatt etter noen få, riktignok dårlige rundsva.

Ellers er skuringsmerkene stort sett ganske tydelige og gir god overensstemmelse både innbyrdes og i forhold til terrenget. Jeg vil likevel nevne en spesiell lokalitet i Langvassdalen som jeg synes er artig. Det dreier seg her om en blottet horisontal granittoverflate som viser isskuring i minst tre forskjellige retninger (nr. 94, 95 og 96). Det morsomme er at alle tre retningene på dette ene stedet er representert ved henholdsvis skuring, sigdbrudd og parabelriss (fig.29).

Både her og ved andre lokaliteter med kryssende skuring er den eldste retningen nokså konstant vestlig, mens de yngre merkene viser en mer avhengighet av topografien.

Oversikt over isstrømmer.

Grovt kan en si at isen (i det undersøkte området) øst for linjen Osafjord-Norddalen har beveget seg vestover med en avdreining mot syd jo nærmere en kommer Rembesdalen. På det kvartærgeologiske oversiktskartet over Norge (O. Holtedahl/1960) ser en at skuringen sydvest for Jøkulmassivet har en nordvestlig retning som dreier vest og sydvestover jo lenger øst en kommer. Det ville derved være rimelig å anta at dette massivet har stått som en slags "nunatak" og tvunget innlandsisen til å dreie rundt både på nord- og sydsiden.

Hardangerjøkulplatået har på denne tid neppe vært et akkumulasjonsområde som har hatt noen særlig innvirkning på hovedisens bevegelse. Det viser seg da også at en bare finner radiær skuring i nærheten av Jøkulens recente bretunger, som en gang (muligens 1750) må ha hatt en større utbredelse enn i dag.

Nord for Vassfjæro ser det ut som om den vestgående isstrøm

21
 har møtt en kraftig isstrøm fra nord og er blitt dreiet syd-
 over (f.eks. nr.51 og 52).

Skuringsobservasjonene ved Fadlet og Tryglabotn representerer denne sydgående bevegelse, i det is fra flere retninger her samles inn mot Tyssedalene. Likeså er denne hovedretningen representert ved skuringer i skaret mellom Nordbotn og Vetlebotn.

Skuringen på Velkjefjell, Trappefjell og Kristinut er så høytliggende at de må antas å representere et stadium da isen var forholdsvis tykk slik at topografien hadde mindre å si for retningen. Hvorvidt den forholdsvis konstante sydvestlige bevegelsesretningen under dette stadium var dirigert av Osafjorden, er ikke godt å si, men det er vel mer rimelig at bevegelsen var sammensatt av en vestlig og en sydlig komponent, der den siste var betinget av et lokalt akkumulasjonsområde mellom Sognefjorden og Hardangerfjorden.

Skuring 64 og 67 viser en isbevegelse som ikke er blitt påvirket av den kryssende Ulvikpollen, hvilket frister meg til å tro at Osafjorden muligens ikke har vært den primære årsak til den sydvestlige isretningen.

En enda eldre fase finnes det spor etter like nord for Grimsnut (nr. 65), der den eldste av to kryssende retninger går rett vest, noe som passer bra med andre gamle isretninger (så som i Langevassdalen). Denne må ha blitt avsatt mens isen var meget tykk med en trykkgradient vestover som var helt dominerende overfor de mer lokale trykkvirkninger forårsaket av det underliggende relieff.

Skuringsmerkene i de lavere partier må ha blitt avsatt sist da isen var tynn og delt opp i lokale isstrømmer. Under slike forhold må isen fra Ljoneskrulen ha fulgt dalen nedover mot Sol-sivatn, der en del av strømmen har dreiet sydover Ljoneheiane for så å "drenere" ut Osafjorden. Tidlig i denne perioden har en del av strømmen gått nord for Kongsberget og forenet seg ved Tyssedalsbreen.

Fluvialt materiale

Forekomstene av fluvialt-og glacifluvialt materiale er meget små og spredte i dette området og finnes for det meste i tilknytning til recente elveløp. Jeg vil derfor bare ganske kort beskrive de viktigste lokaliteter som kan fortelle noe om isavsmeltingens forløp. Jeg har ikke funnet det nødvendig å foreta detaljerte studier av det glacifluviale materialet, fordi de fleste forekomster kan forklares tilfredsstillende ved mer overfladiske undersøkelser. Det er derfor ikke foretatt f. eks. kornfordelingsanalyser av de prøver som jeg samlet inn. Det har heller ikke vært lett å gi noen god karakteristikk av det fluviale materialet på grunn av mangelen på gode snitt. Flere steder har grusen et høyt innhold av fyllitt, noe som gjør den lite egnet til veigrus og støpesand. Derfor mangler grustakene med store snitt.

Lokalitetsbeskrivelse

I Botndalen nord for Espeland ble jeg oppmerksom på noen akkumulasjoner av glacifluvialt materiale som har vært vanskelige å forklare.

Det dreier seg om en rekke mer eller mindre sammenhengende terrasser langs dalbunnens vestsida som hever seg 10-20 meter over terrenget (fig.31). Terrassene skråner meget sterkt og kan derfor ikke ha vært avsatt til et horisontalt vannspeil. Det er også vanskelig å forstå at de skulle være rester etter en liten "sandur", som siden skulle vært erodert delvis bort. Det må etter min oppfatning her dreie seg om iskontaktsedimenter som f. eks. "kame"-terrasser, uten at jeg kan foreslå noe mer detaljert om dannelsen.

Elven fra Nordbotn har nedenfor Espelandsfossen lagt opp en elvevifte ut i Espelandsvatnet. Denne viften er nå for det meste oppdyrket.

Ved osen av Stokkavatn går en grusrygg i retning nordøst mot Tyssedal. Et snitt i ryggen viser løs grus med enkelte godt rundete stein, men også blokker på opptil 1 m³. Hvorvidt det her dreier seg om en esker, er ikke godt å si, for det kan også tenkes at ryggen er lagt opp av Tyssedalsbreen, som har rotet opp fluvialt materiale. En kornfordelingsanalyse kunne mu-

ligens ha gitt en pekepinn om dannelsen, men jeg betrakter problemet som uvesentlig og har derfor ikke gjort noe mer med det.

I Tjødno's dal fra Sotenos til Solsivatnet er dalbunnen dekket av glacifluvialt materiale som ved tjernet et stykke opp i dalen danner en betydelig akkumulasjon. Hadde det ikke vært for et ganske godt snitt her, ville det være nesten umulig å se at det dreiet seg om glacifluvialt materiale. Overflaten er nemlig svært ujevn og skogbevokset slik at det mer kunne minne om morene. Riktignok kunne en hyppig se meget godt rundete stein i overflaten, men det kunne jo skrive seg fra fluvialt materiale som var blitt rotet opp av isen.

I midlertid viser skjæringen lagdeling som er typisk for glaci-fluviale avsetninger (fig.33). Lagene er meget uregelmessige både med hensyn til struktur og kornstørrelse. Figuren viser et snitt med feltspaden som målestokk, og en ser her tydelig avsetningens karakter. Der var også antydning til en noe ujevn toppdiskordans (fig.34), men på grunn av den ujevne overflaten har jeg vanskelig for å tro at akkumulasjonene er avsatt i åpent vann.

Det er verd å merke seg at lagene i hele snittet faller sterkt mot øst, noe som skulle tilsi en transport fra vest, altså oppover dalen. Dette syntes også bekreftet av en steintelling som ble foretatt på lll stein ca. 3-5 cm store. Tellingen viste omlag 3,5% fyllitt og resten bergarter fra skyvedekkene. Da området østenfor er helt dominert av fyllitt i undergrunnen, er det rimelig å tro at materialet er kommet fra Tyssedalen. Det synes urimelig at vannet skulle ha fortsatt videre opp dalen og drenert ut i Solsivatnet, som så skulle hatt avløp i en annen retning.

Jeg synes det er mer rimelig at vannet har drenert lateralt tilbake vestover langs dalens sydside. Det er mulig at en også kunne finne spor etter en slik drenering her, men jeg har ikke undersøkt dette spesielt.

Langs Tysso syd for Sotenos gjør veien en skarp sving over elven like ovenfor Løyningstølen. Fra denne sving kan en vest for elven følge en smal terrasse nordover, som blir mer utydelig etter hvert. Materialet består for det meste av sand og litt grus.

Jeg har funnet det meget vanskelig å forklare denne akkumulasjonen, for etter det jeg har sett, finnes det ingen merker

langs hele Aurdal som kan tyde på et tidligere høyt vannspeil. Det er derfor fristende å klassifisere forekomsten som en is-kontaktdannelse.

Ellers er Aurdal, som nevnet hentyder, dekket i bunnen av en dalfylling som nærmest må betraktes som en mindre "sandur". Flaten ligger i dag et par meter over det nåværende elveleiet.

Lengst øst i Aurdal der veien krysser Tysso, forsvinner elven ned i Ramnegjelet som skjærer seg dypt ned i fyllitten i en lengde av ca. 1 km. Ned mot Ulvikpollen følger Tysso en mer åpen, men likevel skarp dal til den når havnivå ved Brakanes. Her har elven ~~skåret seg ned~~ ^{bygget opp} et delta som siden er skåret ned til en del lavere terrasser på begge sider. De høyeste flatene ligger ca. 120 m o. h., med gården Hydle på den største. På nordsiden av elven er dette høyeste nivå representert ved en smal hylle langs dalsiden.

Materialet i terrassene virker grovt og dårlig sortert. Blokker på ca. 1 m³ er ikke uvanlig, men ellers finnes alle overganger fra grov sand og grus til lag med neve- og hodestor rullestein.

Steinmaterialet inneholder mye fyllitt (en telling viste 60 %), men ellers er der skyvedekke- og grunnfjellsbergarter. Fig. 36 viser en del av Brakanesterrassene sett mot nordøst. En nærmere beskrivelse av disse vil følge under behandlingen av marine nivåer.

Også ved utløpet til Vambeimselvi kan en følge terrasser langs elven helt opp til gården Audneland i en høyde av ca. 120 m. Men terrassene her er meget beskjedne og må enkelte steder helst betegnes som strandmerker. Materialet består av dårlig sortert grus med opptil hodestor stein. De bergartene som er representert, er for det meste grunnfjellsgneiss og noe fyllitt.

Ovenfor Lekvegårdene ligger en stor jevn terrasse med en overflate som når opptil ca. 120 m o. h. (fig. 39). Jeg målte med Paulinbarometer 121 m o. h. ved ytterkanten og 124 m o. h. ved innerkanten. Det bemerkelsesverdige ved denne terrassen er at den er lagt opp utenfor et gjel som i dag er tørrlagt, bortsett fra en bekk som renner der i snøløsing og ellers i kraftige regnvær. Materialet er også her dårlig sortert med blokker opptil 1 m³, men ellers består det helst av nevestor stein

(fig.52).

Sysegjelet, som det kalles på stedet, ender i en liten "blindtarm" helt oppe i sadelen mellom Gardhovden og Lureeggjane ca. 40 m over Solsivatnets nåværende vannspeil. Gjelet er meget imponerende med loddrette vegger langs vestsiden (fyllitt) og ikke fullt så bratte sider i øst (grunnfjell), og det har en tydelig fluvial karakter.

Den mest iøynefallende forklaringen på Lekveterrassens dannelses er å tenke seg at Solsivatnets nåværende utløp ved Tjødno i vest har vært sperret av et eller annet - muligens en istunge fra Tyssedalen, og at så dreneringen har gått over Sysegjelet så lenge barrikaden eksisterte.

Men allerede Rekstad (911) har pekt på at denne forklaringen er noe betenkelig i og med at han ikke kunne finne noen som helst tegn til strandlinjer rundt vannet i det nivå som skulle tilsvare et eventuelt utløp ved Gardhovden. Dessuten har Eitro ved Solsistølen lagt opp en elveslette hvis overflate ligger 2-3 m over nåværende vannstand, men der finnes ingen tegn til terrassedannelser i 40 m nivået, som skulle ha vært betinget av utløpet over Sysegjelet. Rekstad trekker derfor den slutning at Lekveterrassen må ha blitt avsatt under en periode da isen dekket hele Solsibassenget og således dirigerte en breelv ut mot Lekve.

Til dette er å bemerke at det virkelig finnes antydning til "strandmerker" i det nevnte nivå. Det dreier seg om smale, usammenhengende terrassedannelser fra sadelen ved gjelets begynnelse og et lite stykke nordover langs vannets sydøstre bredd. Materialet består av grus og meget fin sand. Også der stien fra Solsistølen til Jonstøl krysser dette 40 m nivået finnes der en sandterrasse. På grunn av skogen og manglende snitt er disse flatene vanskelige å få øye på, enn si fotografere. Bildet på fig.51 er desverre dårlig, men med litt velvilje kan en skimte nivået. Jeg tok bildet sent på høsten da det var lite blader på trærne, ellers ville terrassen ha vært skjult av bladverk. Utenom disse små antydningene har jeg ikke funnet spor etter strandmerker rundt vannet (i løsmaterialet). Jeg mener derfor, likesom Rekstad, at dreneringen i Sysegjelet har vært betinget av en ismasse i Solsibassenget, og at de "strandmerkene" som en kan følge i 40 m nivået, i virkeligheten er betinget av et "grunnvannspeil" (J. Gjessing) i isens

subglaciale dreneringsnett.

Fig.3 er en skisse laget etter flyfotos som viser de tre terrassesystemene i Ulvikpollen. Høydene er målt med Paulinane-roidebarometer med den usikkerhet som denne metode innebærer.

Osa: Noe av det en først legger merke til når en kommer veien fra Ulvik mot Osa, er den store terrassen Hjallane (Hjallane) hvis overflate når opp til en høyde av ca. 90 m o. h. (fig.32). Denne må være en deltarest som Austdøla har bygd opp til datidens havnivå.

Også syd for Austdøla finnes der rester etter terrasser i forskjellig nivå, med den høyeste på ca. 91 m (ved Hønsehjallen).

Langs dalens vestsida og i dalbunnen finnes der også en del terrasser i forskjellig nivå, men disse er forholdsvis beskjedne, og bare en liten rest nær gården Haugen når opp til ca. 40 m o. h.

Lengst syd i dalen, mellom Austdøla og fjorden, ligger Storøya, en subrecent utspylingsflate med mange innskårne løp. Bildet på fig.35 viser Osa sett fra Kristinut. En ser her Storøya i forgrunnen med Hjallane og Hønsehjallen bakenfor. De lave terrassene ved gårdene Folkvang og Osa kan også skimtes lengre nord i dalen. Skissen på fig.4 er tegnet etter flyfoto og viser en del av terrassene og Storøya.

De få snittene som er synlige i de lave terrassene ved Folkvang og Osa, viser et materiale som i våt tilstand er nesten svart. Dette skyldes det høye innhold av fyllitt som et sted ble tallet til ca. 70 % .

I snittet i den sydvestre del av Hjallane derimot, kunne jeg ikke finne en eneste stein av fyllitt tross iherdig leting. Her fantes bare grunnfjellsbergarter. Dette skulle da vise at Hjallane har blitt avsatt av Austdøla østfra, mens de lave terrassene vestenfor består av materiale som er kommet fra fyllittområdet i nord.

I fjellet øst for Osafjorden er der så godt som ingenting av interesse når det gjelder fluviale avsetninger. Jeg kan kanskje nevne at det lille dalføret vest for Austdølvatn oppover mot Krossfjell snor seg en liten esker i dalbunnen. Den hever seg ca. 1-2 m over terrenget.

Ellers har jeg på flyfoto observert en rygg øst for Åsenfjell

som står loddrett på retningen til endemorenene her. Den ender i vernet like øst for Meisahøgdi, og jeg har antatt at det her dreier seg om en esker, uten at dette på noen måte er undersøkt nærmere.

Til slutt kan jeg kanskje nevne en liten forekomst av glaci-fluvial grus på nordsiden av Tryglabotn (fig.37). Det er en liten terrasse som ligger helt umotivert i terrenget. Det må her sansynligvis dreie seg om et iskontaktsediment uten at jeg kan gi noen bedre forklaring.

Marine nivåer

Spor etter tidligere høye marine nivåer finnes helst i forbindelse med de store terrassedannelser i Ulvikpollen og i Osa. Jeg har ikke lagt ned særlig mye arbeid i slike nivåbestemmelser, da det helst er den marine grense som synes å ha betydning for tolkningen av isens tilbaketrekning i dette området. Det ville nok vært meget nyttig om jeg hadde nivellert opp de forskjellige terrassene og forsøkt å korellere med andre terrassenivåer langs Hardangerfjorden, men dette ville kreve for meget ekstraarbeid i tillegg til de andre undersøkelsene.

Ulvikpollen: De høyeste merkene etter havets nivå i Ulvikpollen er representert ved Lekveterrassen (ca. 120 m o. h.), terrasseflaten ved gården Hydle i Tysso's delta (ca. 120 m o.h.), samt ved den smale terrassen ved gården Audneland nær Vamb-eimselvi. Over dette nivå har det ikke vært mulig å finne spor etter terrasser eller utvasket morene. 120 m nivået må derfor betraktes som marin grense (MG) i Ulvikpollen.

Også ved gården Fryste lenger syd i pollen er der en terrasse som sansynligvis har blitt dannet i nærheten av et vannspeil i ca. 120 m's høyde over nåværende havstand. Selve gården Fryste ligger på terrassen som er nivellert til 119 m o. h. (fig.39#) Det er mulig at det dreier seg om en strandlinje som har blitt uterodert i en morenemasse.

På fig. 3 har jeg antydnet høyden også på en del lavere terrasser, men målingene er utført med barometer og må selvfølgelig brukes med kritikk.

Der har vært dårlig med snitt som kunne vise karakteren av

løsmaterialet under MG utenom deltaavsetninger, men av det jeg har sett i grøfter o. l. dreier det seg om typisk utvasket morene samt marin blåleire. I en grøft nær Solheim på Åsen viste et snitt materiale av omlag silt-leire fraksjoner. Lokaliteten var under MG, men tross iherdig leting var jeg ikke i stand til å finne spor etter skjell. Det ble meg fortalt at der ved grøftegraving ved gården Lekve i ca. 100 m's høyde over havet ble funnet skjell, men disse er ikke blitt oppbevart. Andre funn av skjell i liknende nivå kjente ikke bygdefolket til. Hvilken lit som skal settes til denne opplysning, er et vurderingsspørsmål.

I Osa representerer terrassen Hjallane den marine grense med en høyde av ca. 90 m o. h., og som nevnt tidligere finnes det også ved Hønsahjallen en liten terrasse i omtrent samme høyde. Det har ikke vært mulig å finne noen tegn til utvasking eller terrassedannelse over dette nivå.

Heller ikke her har jeg heftet meg særlig ved de terrassenivåene som ligger under MG. En nærmere undersøkelse av de lavere terrassenivåene ville mer naturlig komme inn under en undersøkelse av videre omfang, som f. eks. et strandlinjestudium av hele Hardangerfjorden.

Det er verd å merke at den marine grense i Osa er ca. 30 m lavere enn i Ulvikpollen. Dersom disse to stedene hadde blitt isfrie på samme tid, skulle en vente en høyere MG i Osa på grunn av den mer sentrale beliggenhet i landblokken. Når så dette ikke er tilfelle, må en anta at isen først har trukket seg tilbake fra Ulvikpollen, og at Osa først ble isfritt etter at landet hadde hevet seg betraktelig.

Når det gjelder den marine grense i Ulvik (ca. 120 m o. h.), så vil jeg nevne et usikkerhetsmoment som det er en teoretisk mulighet for, nemlig at en Bretunge ut Osafjorden skulle kunne ha sperret for utløpet av pollen og således skapt betingelser for en vannstand i pollen som lå noe høyere enn havnivået i Hardangerfjorden. M. a. o. at en på den tid skulle hatt en bredt sjø.

I Osa mener jeg å kunne forklare avsetningsforholdene på følgende måte:

Bretungene ut Osafjorden har vært sammensatt av en brearm fra

Norrdalen og en fra Austdalen. Under isens tilbaketrekning har så Austdølbreen først trukket seg tilbake fra Osa, mens Norddølbreen fremdeles rakk et lite stykke ut i fjorden, muligens til Ryggsnes (se Pl. 4). Smeltevannet fra Austdalen har lagt opp en mengde glacifluviaalt materiale mot Norddølbreen for så å drenere lateralt mellom breen og fjellveggen på østsiden av fjorden. Herved skulle den store terrassen Hjallane og materialet ved Hønsahjallen ha blitt avsatt. I skissen fig. 4A har jeg forsøkt å rekonstruere forholdene etter at erosjonsbasis er senket noe (sammenlign med fig. 4). Denne framstillingen kan forklare at materialet i Hjallane utelukkende består av grunnfjellsbergarter, dessuten at vi finner store moreneblokker langs terrassens øvre kant mot øst. Dette blokkbelte fortsetter over elven mot Hønsahjallen (fig. 53). Denne tolkningen kan også forklare at overflaten av Hjallane er en tanke høyere i øst enn ellers. I alle fall har den ikke den vanlige skråningen ut mot distalsiden. Denne tilstanden må ha vart en stund siden der var muligheter til avsetning av den store terrassen Hjallane. Det er derfor rimelig at der også er avsatt en frontmorene i denne fasen, men om den er avsatt ved Øydvenstod eller Ryggsnes er ikke godt å si (Pl. 4). Jeg synes det er rimelig at den ikke kan ha rukket særlig langt.

Isen trakk seg så tilbake både i den øvre del av Austdalen og i Norrdalen vekk fra Osa. Smeltevannet fra Norrdalen spylte nå ut en del fyllittrikt materiale, som ble avsatt fra Haugen og sydover i en forholdsvis beskjeden terrasse. Men i løpet av den tiden som var gått siden avsetningen av Hjallane, hadde landet hevet seg slik at havnivået relativt var blitt senket betydelig. Den unge terrassen fra Norrdalen ble derfor bare bygget opp til en høyde av ca. 40 m o. h.

Under den følgende hevning ble terrassen skåret ned både syd for Haugen og ved Hjallane, slik at det ble dannet en del lavere terrasseflater.

Storøya er av det siste som ble formet i løsmassene i Osa. Det er en elveslette som i dag er tørrlagt for det meste, selv under stor flom. Men de mange strømfurer tyder på at elvene tidligere under flomperioder har skiftet løp flere ganger.

Smeltevannserrosjon

På turer rundt om i feltet kom jeg flere steder over erosjonsformer som bar tydelig tegn på sterk fluvial virksomhet, men som i dag ikke har forbindelse med elveløp.

Det mest storslagne eksempel på slike erosjonsformer finnes ovenfor Fadlet på passet mellom Visetdalen og Tyssedalen. Her går en 60-80 m høy fyllittbenk som en hylle fra sydenden av Visetvatnet og østover mot Tryglabotn (Pl.2). Denne benken har en forholdsvis jevn, sterkt isskurt overflate som i nord ender mot steiltstående jotunbergarter og i syd avskjøres av en bratt kant mot bergarter i øvre Bergsdalsdekket. Hele denne skrenten er innskåret av jettegryter i alle størrelser med diametre fra noen få desimeter til 10-20 meter. Fig.40 viser denne fjellsiden i panorama. En får et visst inntrykk av størrelsesforholdene når det kan opplyses at den hvite prikken i sirkelen helt til høyre er forfatterens far, riktignok stående på kne.

Som en ser er toppflaten sterkt isskurt med godt utformete rundsva. Her er det lite tegn til fluvial aktivitet, bortsett fra noen få ganske små jettegryter (fig.41), og en mengde mindre trauformige fordypninger som kan minne om mandeltrau, men de er ikke så veldefinert i form.

Lengst vest (til venstre på fig.40) er der få jettegryter, men de som finnes, er store og meget skarpe i form. Lenger østover går grytene mer over i hverandre med avrundete kanter med tydelige tegn på skuring. Fig.5 viser et parti i fjellsiden, (ryggsekk som målestokk til venstre), der en tydelig ser hvordan jettegrytene er dannet inni hverandre med avrundete kanter.

Kommer man lenger østover mot Fadle og Tryglabotn, går den konkave fluviale skulpturen gradvis over i en mer konveks skulptur med sterkt isskurt overflate. På fig.42 ser en parti like ved Fadle. De konvekse formene med skuringsstriper trer her tydelig fram.

Dersom en følger fyllittsonen videre østover til Tryglabotn, forsvinner jettegrytene helt til fordel for den "myke" konvekse skulpturen.

Et annet pussig trekk er at jettegrytene bare finnes langs denne skrenten og overhode ikke i selve dalbunnen. Her finner en bare en jevnt skuret overflate med pene rundsva (fig.40).

Syd for Sotenos har elven Tyssø skåret seg gjennom en fjellterskel (fyllitt) før den sammen med Espelandselven renner mot Aurdal. I dette gjelet, som kan være ganske smalt og dypt, finnes en del jettegryterester høyt over det nåværende elveleiet. De var riktignok dårlig bevart, men var lette å observere. Jeg studerte noen slike rester like foran innløpet til gjelet, og det viste seg her at de var sterkt modifisert av isskuring. Et sted fant jeg dessuten tydelig isskuring nede i selve elveleiet. Også i fjellveggen nær elven like nord for stølen var der enkelte isskurte jettegryterester høyt over elveleiet.

Som tidligere nevnt følger Tyssø et skarpt og dypt gjel fra Aurdal til Ulvik (Ramnegjelet). Øverst ved Aurdal er det ganske smalt (et par meter) og ca. 8-10 m dypt. Siden vider det seg mer ut, men er fremdeles så smalt at det ikke merkes fra veien som løper parallelt 40-50 m borte. Gjelet øker trinnvis i dybde til det nederst er over hundre meter dypt. Det er meget imponerende selv der det er så grunt at en ser elven i bunnen, men på det dypeste kan elven bare høres som en dur dypt nede.

Jeg har gått langs kanten av gjelet i hele dets lengde og oppdaget et liknende fenomen som ved Sotenos, nemlig en forholdsvis skarp overgang mellom den nederste konkave skulptur, som er så typisk for fluviale gjel i fyllitt, og den øvre del av gjelet som virker avrundet og isskurt.

I forbindelse med omtalen av Ramnegjelet vil jeg nevne at ved gjelets utløp svinger riksveien skarpt til høyre og følger fjellskrenten under Bergo (fyllitt) et stykke sydover. Veien svinger så ut fra skrenten gjennom et skar (grunnfjell). På denne strekningen har jeg enkelte steder sett rester etter jettegryter i fjellveggen, og jeg antar at der har gått en ikke så liten subglacial eller lateral drenering mens isen ennå dekket Ulvikpollen (Pl.1).

En annen interessant jettegrytelokalitet finnes ovenfor Miningane nord for Ljoneskrulen. Her er det en hel del store og små jettegryter spredt tilsynelatende tilfeldig i passet mellom Kvannjolvatnet og Skrulen. Særlig en oppstikkende knaus er rik på disse erosjonsformene. Fig.44 viser den ene siden i en av de store grytene, resten kom ikke med på bildet.

Også her er skulpturen preget av sterk isskuring som har modifisert utformingen og avrundet kantene. Det rare er at en kan følge skuringsstripene kontinuerlig inn i enkelte jettegryter og ut på andre siden. På fig.43 ser en tydelig skuringen som forlater en jettegryte distalt.

Disse grytene kan ha de merkeligste former, som f. eks. vist på fig.45.

Flere steder fantes det renner i fyllitten som bar tydelige tegn på fluvial opprinnelse, men som nå for det meste var tørrlagt. Et eksempel er vist på fig.52A. Det viser en renne 1-2 m dyp syd for Vetlavassfjøro.

Et annet eksempel er fra fjellsiden vest for Nipahøgdi (fig.46). Her kan reinshornet tjene som målestokk.

Disse rennene har jeg ingen annen forklaring på enn at de må ha blitt dannet subglacialt på en eller annen måte.

Også i Austdalen finnes det storslagne eksempler på subglacial smeltevannserrosjon flere steder. Særlig imponerende var noen jettegryter i fjellveggen på østsiden av elven like ved osen av Austdølvatnet. Likesom ved Fadle lå grytene også her høyt oppe i fjellveggen på le-siden i forhold til isbevegelsen. En av disse jettegrytene som det var mulig å komme til, var av imponerende dimensjoner. Den kunne være ca. 8-10 m dyp og 4-5 m i diameter.

Utenom denne lokalitet finnes det små og store jettegryter spredt over et større område av dalen, særlig vest og sydvest for Austdølvatnet.

Den fjellterskelen (kvartsitt) som ligger sydvest for Austdølvatnet og vest for elveosen, var særlig rik både på skuringsformer og på fluviale erosjonsmerker. Av disse var det mange mandel- og sigdgroper i alle størrelser, dessuten en del glattslipte renner i isbevegelsens retning. På fig.47 sees en av disse rennene, med antydning til sigd- og mandelgroper langs siden. Foruten disse er det ganske mange groper av mer ubestemmelig fasong som det var vanskelig å klassifisere.

Ikke langt fra denne rennen kom min far over en liten jettegryte som hadde noen uvanlige mål (fig.48). Den var fylt med vann og målte 40 cm i diameter, men dybden fra vannspeilet var nokså nøyaktig 1 m (vist på strengen).

Nede ved Viermyr er der i fjellsiden syd for elven en canyon som i hvert fall har én stor jettegryte (fig.49). Denne tror jeg jeg må ha blitt dannet lateralt i det elven fra Langvatnet har fulgt brekanten over fjellterskelen. Der er også et tørt løp skåret ned i terskelen nord for elven, men her har jeg i ikke funnet noe spor etter fluvial erosjon, så som jettegryter o. l.

Nedenfor Viermyr er der en naturlig dalende som er nedskåret av elven (og isen) på sydsiden. Den knausen som danner terskelen i dette daltrinn, er preget av sterk glacial og fluvial erosjon. Særlig finnes mange svært pene sigdgroper.

Sysegjelet: Dette gjelet er nevnt tidligere under oversikten over fluvialt materiale, men jeg vil her prøve å gi en mer utfyllende beskrivelse.

På flyfoto ser en tydelig at Sysegjelet følger en svakhetszone som kan følges like fra Øydve til Fadle øverst i Tyssedalen. (Pl.2). Dessuten følger gjelet grensen mellom fyllitt og grunnfjell. Denne grensen må etter Rekstads mening ha vært utsatt for en forkastning slik at vestsiden (fyllitt) er sunket relativt til østsiden. Hvor omfattende denne bevegelsen har vært, skal jeg ikke kunne uttale meg om, men det virket som om grunnfjellsoverflaten stupte temmelig bratt inn under fyllittformasjonen i dette området, og at det også kan forklare hvorfor vi finner fyllitt og grunnfjell på hver sin side av gjelet. Det er verd å merke seg at grunnfjellsiden er forholdsvis slak (i alle fall nederst), og at vestsiden med fyllitt er stupbratt (fig.52b).

Gjelet begynner i passet mot Solsivatn som et lite bekkegjel, 20-30 m langt. Dette munner så plutselig ut i selve hovedgjelet som ender i en "dal-ende" bratt inn mot Gardhovden. De opprinnelige fjellsidene er ødelagt dels av utrasning, dels av forvitring. Det var derfor vanskelig å finne gode merker etter fluvial erosjon. Selve dalbunnen er dekket av nedrast materiale, så der var det også umulig å studere erosjonsformene. Et par steder kom jeg over jettegryterester i fjellveggen helt øverst i "bekkegjelet" (fig.50), det til tross for at bergarten er grunnfjellsgneiss som forvitrer meget lett. Også i passet før gjelet finnes det jettegryterester i en lav fjellknaus.

I selve hovedgjelet var det ikke mulig å finne rester etter slike erosjonsformer, derimot viste en oppstikkende knaus nærmest rundsvaform med antydning til skuring.

Et spørsmål som melder seg nå er hvorvidt Sysegjelet er dannet rent fluvialt og i så fall om det meste av utformingen er foregått i den siste avsmeltningsfase.

Her er det verd å merke seg at det et par steder i gjelet finnes til dels store mengder morenemateriale som er gjennomskåret av smeltevann. Fig.54 viser en slik gjennomskåret morenerygg (med granskog) omtrent midt i gjelet.

Det er også tydelig at den mengden materiale som er lagt opp ved Lekve, ikke på noen måte kan representere den massen som måtte ha blitt gravet ut under Sysegjelets dannelse, - til det er det mye for lite.

En nærliggende forklaring synes å være at gjelet har fått sin hovedutforming ved en subglacial drenering i en periode med sterk avsmelting. Isen har så blitt reaktivisert og modifisert formen noe, bl. a. ved å danne rundsva i bunnen. En må også anta at materiale som ble dannet under den fluviale erosjonssyklus, er blitt fjernet i denne siste fasen.

Det er så inntrådt en ny avsmelting hvorved isen har trukket seg tilbake, og vi får den situasjon som er beskrevet under kapitlet om fluvialt materiale (side 25). Dreneringen i denne fasen har så dannet det øvre "bekkegjelet", foruten å ha rensket vekk morenematerialet i bunnen og lagt det opp i Lekveterrassen. Eller m. a. o. har smeltevannet i den siste fasen utrettet forholdsvi lite når det gjelder utformingen av selve gjelet.

En annen mulig forklaring går ut på at Sysegjelet er dannet subaerilt i en tid da isen hadde trukket seg vekk fra Solsibassenget, men at det likevel var en betydelig smeltevannsdrenering fra Ljoneskrulen. La oss videre anta at den nåværende osen mot Sotenos var demmet opp ved at fjellterskelen den gangen stengte for hele utløpet (se fig.13). Passpunktet ved Gardhovden ligger bare ca. 40 m over nåværende vannstand, så denne antakelse skulle ikke være urimelig. Derved har smeltevannet hatt anledning til å drenere over ved Gardhovden i lengre tid, og således hatt muligheten til å grave ut Sysegjelet.

Det har så inntrådt en klimaforverring, isen har rykket fram

fra Ljoneskrulæn og fylt opp Solsibassenget. Under denne perioden har så noe av fjellterskelen ved den nåværende osen blitt erodert ned og vannet har fått avløp denne veien siden.

Også Vambeimselven har skåret seg ned et gjel som viser godt helt til høyre på fig.10. Gjelet er gravet ut etter en svakhetssone som på flybilder kan følges over Jonstøl og videre mot Osaskavl (Pl.2). Jeg har ikke studert dette gjelet nærmere og vil derfor ikke gi det spesiell omtale.

Rasmateriale

Langs de bratte dal- og fjordsidene går en mengde ras-skar som nederst kan ha lagt opp en kjegle av rasmateriale. Materialtransporten foregår mest med smeltevannet i vårløsningen, og p. g. a. det store fallet er det ganske mye som kan føres med.

Et nærmest klassisk eksempel på et slikt ras-skar med gruskjegle finnes på østsiden av Osafjorden ved den nå nedlagte gården Sygnestveit. Fig.55 viser gruskjeglen med ras-skaret i hele dets lengde. Elven Balo kommer fra fjellet i nord og følger den nederste halvdel av skaret mot sjøen.

Jeg har spekulert en del på hva som bestemmer overgangen mellom erosjon og ablasjon i en slik kjegle.

På fig.55 ser en tydelig at skarets gradient er stor og temmelig konstant. Hva er det så som avgjør når materialet skal akkumuleres?

Her kan det tenkes to nærliggende forklaringer:

For det første må en regne med at vannets transportevne blir betraktelig redusert ved havflaten slik at noe av materialet skulle kunne bli avsatt her. Ved en senere landhevning vil vi så se en grusvifte som ved Sygnestveit, og toppen av viften skulle gi en pekepinn på marin grense.

Den andre forklaringen går ut på at havnivå har lite å si for kjeglens dannelse på grunn av den store gradienten. Materialet ville da akkumuleres ved bunnen av fjorden, men bygger seg så gradvis opp mot og over havnivå, alt etter hvor stor materialtilførselen er (fig.5A-B).

Denne siste teori mener jeg har mest for seg av flere grunner.

For det første skulle der være muligheter for terrassedannelser, eller i hvert fall dannelser av en form for strandmerker dersom havnivå hadde mest å si for akkumulasjonen.

Slike merker finnes ikke hverken ved Sygnestveit eller ved de andre viftene jeg har studert her inne.

Dessuten er der bare godt utviklete supramarine raskjegler ved den indre grunne del av Osafjorden, samt ved den grunne Ulvikpollen, mens der i de ytre deler av fjorden (fig.64) ikke finnes antydning til kjegledannelse. Selv ikke Døgro har bygget opp grusvifte som når over havnivå, men på ekkogrammet P1 5 B er det rimelig at det asymmetriske profilet delvis skyldes en

submarin grusvifte lagt opp av Døgro (som antydnet på figuren). Dersom vi tenker oss at fjorden her hadde hatt samme dybde som ved Sygnestveit (ca. 160 m), d.v.s. at havnivå ble senket med ca. 100 m, ville sannsynligvis en del av gruskjeglen ha vært supramarin (Pl 5 B).

Det er også andre forhold som tyder på at det legges opp materiale supramarint ved kjeglene. Således ble det for noen år siden under en flom lagt opp et tykt lag grus og stein ved gården Sygnestveit slik at hele frukthagen og det meste av innmarken ble ødelagt. (Dette førte til at bruket ble forlatt). Det synes derfor som om det er den mindre gradienten dannet ved viftens oppbygning, som bestemmer overgangen mellom akkumulasjon og erosjon.

Et typisk eksempel på en subaerilt dannet grusvifte finnes i Tyssedalene nedenfor et ras-skar fra Prisenberg. Tyssedalstølen ligger på denne viften, som er vist på fig. 56. I forhold til skarets størrelse er viftens dimensjoner ganske imponerende, og det er vanskelig å tro at den utelukkende er dannet ved smeltevannsflom om våren. Det spørres om ikke det meste av materialtilførselen har foregått i den tiden da Soteskavlen hadde sin største utbredelse.

Ved Solsivatnet er der ved den nordre bredd to raskjegler av anseelige dimensjoner. Den ene ligger nær osen av vannet nedenfor et bratt skar fra Tyssedalsnuten og danner naturgrunnlaget for den nå nedlagte støl Rubbali. Den andre er lagt opp av Skorselvi ved den nordøstre enden av vannet. Begge disse kan såvidt skimtes på fig. 52a.

Nedenfor skarene på vestsiden av Ulvikpollen er der også lagt opp gruskjegler, som grovt regnet har dimensjoner som er proporsjonale med skarenes størrelse.

Hetlenes er den største (nedenfor Hetlegjelet), og den har en gang gitt grunnlaget for tre plasser. På fig. 10 viser tre av de største gjelene meget godt med Hetlegjelet lengst til høyre.

Langs de bratte dalsidene i Norddalen og Austdalen ligger det utallige raskjegler som flere steder også dekker hele dalbunnen. Dette er tilfelle i den nedre del av Austdalen og kommer tydelig fram på fig. 57.

37
Også i Norddalen er store deler av dalsiden og dalbunnen dekket av rasmateriale (fig.58). Særlig imponerende er de store ras-
mengdene under Nipane fig.5c.

Øverst i Norddalen, fra Ossete og nordover, er der store masser av rasmateriale langs den bratte vestsiden. Dette kan så vidt skimtes på fig.58 og fig.21.

Frostforvitring

Ordet frostforvitring er her satt som overskrift i mangel på noe bedre, fordi et par av de forvittrings- eller destruksjons-
fenomener som er tatt med, muligens er resultater etter andre
agenser enn frostsprengning. Dette er f. eks. tilfelle med en
sundsprengt fjellknaus på nordsiden av Velkjesfjell. Lokali-
teten har fått navnet Geitur.

Bergartene her hører til øvre Bergsdalsdekket, men er isolert fra de samme bergarter i f. eks. Kjerringfjell (Pl.2). Det rare er at dette partiet er fullstendig knust og istykker-
sprengt selv om skråningen av terrenget er heller moderat. Fig.59, 60 og 61 viser forholdene fra forskjellige vinkler, men bare på fig.60 kan en se størrelsesforholdene ved målestokk (min far i sirkelen).

Å forklare denne dannelsen som et resultat av frostsprengning, synes jeg er vanskelig da liknende forhold ikke er observert i dette området. I denne forbindelse kan nevnes at det finnes frisk skuring på de enkelte blokkpartier som er like friske helt til sprekke. Det er vanskelig å forstå hvorledes disse skulle ha blitt så godt bevart under en intens frostsprengning. Når en er på stedet og ser de veldige blokkene og de "bunnløse" sprekke, er det fristende å tenke seg verket som et resultat av jordskjelv, som har rammet særlig hardt en slik isolert skyvedekkeknau.

I samme forbindelse vil jeg nevne noen enorme sprekker i fyl-
littformasjonen fra Nipane og nordover langs Norddalens øst-
side. Sprekkene er skarpe og varierer i bredde fra ca. en halv meter til et par-tre meter. Hvor dype de er vet jeg ikke, men det må drøies seg om mange ti-meter. Den ene retningen er stort sett parallell med kanten av Nipane, mens den andre står nor-

malt på disse. Det er sannsynlig at de store nedrasningene under Nipane (fig.5C) delvis er et resultat av denne oppsprekningen.

Det mest nærliggende ville være å forklare denne oppsprekningen som et resultat av bergartstrukturen, men det synes vanskelig i og med at lagene her faller mot nord og derved skulle gi en stabil struktur. Dernest finnes sprekkene langt innover dalsiden forbi Sverreshogg.

Dette fenomenet kan neppe tilskrives frostsprengningens arbeid, og jeg har også her vært inne på tanken om at et jordskjelv kan ha vært medvirkende til dannelsen av sprekkene.

På de høyeste toppene var det tydelig at frostsprengningen har vært meget intens både i fyllittområdet og i skyvedekkene. Det var f. eks. på Vassfjæro svært vanskelig å finne glaciale retningselementer, for selv store rundsva må ha blitt sprengt i stykker på de mest utsatte steder, d.v.s. oppstikkende partier. Men det var merkelig å se den brå overgangen der kunne være mellom blokkhavet på et høydeparti og på den isskurte overflaten ikke langt nedenfor, selv om bergartene var de samme (granittiske skyvedekkebergarter i øvre Bergsdalsdekket).

Også fyllitten viser tegn på sterk forvitring enkelte steder, men det virker som om den underste mørke del av formasjonen er mer utsatt enn den overliggende. Dette var meget tydelig på sydsiden av Nipahøgdi der det sterkt forvitrede mørke partiet lå som et "loddent" belte mellom det renskrapte grunnfjellet nedenfor og den blankskurte grå fyllitten over. Men nærmere toppen tiltok forvitringen sterkt igjen, og det var morsomt å se hvordan noen rene kalkbenker (et par meter tykke) stod ut som hyller. Det var tydelig at de var mer resistente selv om de var modulert i overflaten av kjemisk forvitring. Et annet eksempel på fyllittformasjonens varierende motstandskraft finnes ved Dosafjell. Fig.62 viser et av de mange sterkt forvitrede rundsva (saueskrottfjell!) i den underste del av fyllittformasjonen. Bare en km lenger øst kommer man over i den lyse fyllitten på Trappefjell med en meget godt bevart isskuring (fig.28).

På Velkjesfjell har også fyllitten vært utsatt for sterk forvitring, men om dette er betinget av bergartens beskaffenhet,

skal jeg ikke kunne uttale meg om. Det dreier seg nemlig om den øverste del av fyllittformasjonen som ligger like under skyvedekkene (representert ved f. eks. Kjerringfjell, Pl 2).

Recente skavler og breer

Foruten Hardangerjøkulen i øst er det en hel del mindre skavler på nordsiden av fjellpartiet i den nordlige del av feltet (Pl.2). Disse har i de senere år smeltet sterkt ned eller til og med forsvunnet helt (Osaskavl).

Når disse skavlene hadde sin største utbredelse er det ikke godt å si noe om, men der ligger ganske store morenerygger som markerer denne maksimale utbredelse.

Særlig tydelige er disse ryggene ved Vassfjørskavlen og Soteskavlen. Denne siste som i dag nesten er forsvunnet, nådde i sin tid ned i Tryglabotn (fig.64 a).

Rekonstruksjon av Osastadiets brerand

Etter å ha oppdaget det store beltet av fremstøtsmorene på fjellet mellom Simodal og Osafjorden, ville jeg forsøke å finne fortsettelsen av disse brerandavsetningene over i det kuperte området vest for fjorden.

Dette viste seg å være meget vanskelig fordi det som finnes av brerandavsetninger, ligger meget spredt og er delvis dekket av vegetasjon. Men det er tydelig at isen har hatt et fremstøt som ikke er helt ubetydelig i og med at der i morenebeltet øst for Osa ligger flere rygger parallelt. Det brerandstadiet som tilsvarende dette fremstøt, vil jeg i den følgende diskusjon kalle for Osastadiet for enkelhets skyld.

Osafjordbreen

Når det gjelder å rekonstruere den bretungen som gikk ut Osafjorden, så er der få morenelokaliteter å støtte seg til. Sidemorenene ved Ossete (Pl.1) kan neppe tilhøre Osastadiets brerandavsetninger fordi de ligger for lavt og for langt oppe i dalen.

Utenom disse ryggene finnes det randavsetninger høyt oppe i

Norrdalens vestside på kanten like sydvest for Skruelsvatn, (Pl.1, side 12). Videre er det en rygg ved Sauabotn (fig. 19) som muligens er dannet samtidig med denne. Utpregete ryggformer finnes ikke lenger sydover langs kanten mot dalen, men nordøst for Sævartveitnuten går et belte med hauget, blokkrik morene som kan følges mer eller mindre sammenhengende helt til Instavatn. Her ligger den store ryggen som skiller Instavatn fra Midtvatn, foruten moreneryggene ved Hiaskorane (fig. 20).

For å undersøke om disse tre morenelokalitetene kan ha vært avsatt av samme bre, og om denne bre tilsvarer Osastadiet, har jeg forsøkt å beregne brekantens gradient og sammenligne de forskjellige verdiene med tilsvarende målinger fra Ryfylke, (B. G. Andersen, 1954). Disse målingene er gjengitt i tabell, (fig. 5F).

Mellom morenene ved Skruelsvatn og ved Sauabotn fikk jeg en gradient på 83 m/km (8,3%), og ved måling mellom Skruelsvatn og Hiaskorane ble gradienten også her 83 m/km .

Gradienten er også beregnet mellom morenene ved Gjerdenuten i Austdalen og morenen ved Hiaskorane. Den var her 77 m/km , altså noe mindre enn gradienten langs Norrdalen og indre del av Osafjorden.

Det er derfor nærliggende å anta at alle disse fire morenelokalitetene er lagt opp av en og samme bre, som altså tilhører Osastadiet.

Problemet var så å finne hvor langt ut i fjorden denne breen har nådd.

Som utregningene viser er gradienten forbausende konstant på de ca. 7 km fra Skruelsvatn og til Hiaskorane. Dersom en nå antar at den er noenlunde den samme også for det siste stykket ut fjorden, skulle muligheten være til stede for en ekstrapolering av breens overflate. Dersom en regner helningen konstant fra Skruelsvatn til brefronten (83 m/km), finnes lengden av bretungen på følgende måte:

x = breens lengde fra Skruelsvatn (morenen) til brefronten.

$$x = \frac{1300 \text{ m}}{83 \text{ m/km}} = \underline{\underline{15,7 \text{ km}}}$$

Ved måling på kartet kommer en så til at brefronten må ha ligget litt forbi Birgetangen, omtrent halvt foran innløpet til

Ulvikpollen.

Nå er det imidlertid slik at bretungene pleier å ha større gradient nær fronten der ablasjonen er størst og eventuell kalvning foregår. Det er derfor rimelig å anta at brefronten har ligget noe lenger inne enn det som er framkommet ved utregningen (B.Andersen 1954).

For å få bekreftelse på at brefronten virkelig har ligget omtrent her har jeg undersøkt en del ekkogrammer som ble tatt av H.Holtedahl sommeren 1961. Etter disse ekkogrammene har jeg så tegnet de lengdesnitt av Osafjorden, Ulvikpollen og Simafjord som er vist på Pl. 4.

Som det framgår av plansjen er Osafjorden en hengende "dal" iforhold til Eidfjorden og uten typisk trauformet lengdeprofil. Bunnen er, i alle fall i de indre deler av fjorden, noe ujevn men enkelte steder finnes der flate partier som viser tydelig både i lengdesnitt og i tverrsnitt (Pl. 5C).

Disse flate partiene må bestå av finere sedimenter som samles bak terskler på bunnen, slik at disse virker som en felle for materialet.

Der kan tenkes to typer av slike terskler, nemlig:

- a) Fjellterskler
- b) Morenerygger

Nå viser ekkogrammene at der like innenfor Birgetangen ligger et slikt flatt parti med en lengde av ca. 1,5 km.

Hva terskelen består av her er selvsagt ikke godt å si, men det passer unektelig godt å anta at det dreier seg om en morenerygg tilhørende Osastadiet. En slik mulighet er antydnet på figuren Pl. 4.

Dersom denne antakelse er riktig må en vente å finne brerandavsetninger på Åsen fra denne periode. Som nevnt tidligere er skogen en hindring for undersøkelsene her, men det er trolig at den blokkrike morenen på østsiden av Åsen samt haugene ovenfor Håheim er avsetninger fra denne bretunge.

Hvorvidt løsmateriale ved Torblo er av samme opprindelse er ikke godt å si, men sansynligvis er de samtidige og siden modifisert av sjøen (ligger under MG).

På østsiden av fjorden har jeg ikke vært, men på flyfotos har jeg sett enkelte morenelokaliteter som synes å passe godt inn i høyden for Osafjordbreens overflate.

Sammenliknet med Lysefjordbreen i Ryfylke (B.Andersen 1954) kan gradienten for Osafjordbreen synes noe steil (se tabell fig. 5F), men her kan en merke seg at både Lysefjordbreen og Jøsenfjordbreen er typiske traubreer som stanses av en fjellterskel. Osafjordens bunn har ikke slike markerte terskler til å samle opp isen bak, - følgelig blir denne breen da også noe brattere.

På Pl. 7 er Osastadiets brerand forsøkt rekonstruert for Ulvikområdet. Brefrontens beliggenhet vest for Osafjorden skal behandles i de følgende avsnitt - jeg vil først bare vise hvorledes Osafjordbreen og ismassene østenfor tenkes å ha ligget i terrenget under denne fasen.

Som det framgår av figuren er både Krossfjell og Nipahøgdi tegnet inn som nunatakker, men for Nipahøgdis vedkommende er der bare morenevollene på sydsiden å holde seg til (fig. 18).

På fig. 5D er Osafjordbreen forsøkt tegnet i lengdesnitt. Tilførselen av is fra Skruelvatnet er minimal i forhold til det som antas å komme fra Sverreshogg (mellom Skruelvatnet og Nipahøgdi), fra Bjørndalen og ikke minst fra Austdalen. Som det går fram av figuren er mektigheten av isbreen ganske stor (ca. 800 m) utenfor Austdalen.

Solsibreen - På grunn av den store forskjellen i MG mellom Ulvikpollen og Osa (120 og 90 m o.h.) må isen ha ligget betydelig lenger i Osafjorden enn i Ulvik. Jeg har ikke funnet randmorener som kan passe til en bretunge i Ulvikpollen, det er derfor nærliggende å tro at Osastadiets brerand er å søke nord for pollen.

Det mest sansynlige blir da å tenke seg at f.eks. morenevollene på nordøstsiden av Kongsberget tilhører dette stadium. Disse randavsetningene kan følges kontinuerlig til morenemassene ved Solsiosen som altså må antas å være dannet samtidig.

Hva som ellers finnes av morenemateriale oppover mot Ljoneskrulen ligger meget spredt, likesom ved Osafjorden. Langs dalens nordvestside finnes der små avsetninger ved den nå nedlagte stølen Nedre Skor samt i fjellsiden like ovenfor Vetlavassfjell ("862") sydvest for Ljoneskrulen. Utenom dette finnes der noen mer utydelige rygger der fjell-

siden ikke er for bratt.

Til å kontrollere sansynligheten for at disse er avsatt samtidig har jeg også her beregnet isens gradient (se fig.). Denne regningen gav 87 m/km mellom Vetlavassfjell og Nedre Skor, og 84 m/km mellom Vetlavassfjell og Kongsberget. Som en ser stemmer disse verdiene godt overens, og de passer også godt sammen med verdiene for Osafjordbreen.

På østsiden av dalen er det naturlig å tenke seg at moreneryggen rett vest for Vetlavassfjæro hører til Osastadiet (den ligger omtrent i samme høyde som ryggen ovenfor Vetlavassfjell). Videre er det sansynlig at også morenematerialet ved Hørgo og de store haugene ved Jonstøl er avsatt på samme tid (fig.14).

Hvor breranden har ligget mellom Jonstøl og Kongsberget er vanskelig å si med sikkerhet. Ljoneheiane er så godt som renskrapte for løsmateriale, - derfor må en anta at breen har godt over her på denne tiden.

Jeg regner det for usansynlig at breen har nådd ned til selve Ulvikpollen, for i så fall ville terrassen ved Lekve ha vært ødelagt eller i det minste ikke bygget opp til samme nivå som Hydle-terrassen (120 m o.h.).

Det synes mer naturlig at f.eks. morenemassene i nedre del av Sysegjelet hører til Osastadiets randavsetninger (fig. 54). Likeså morenehaugene ved Vestrheim (s.17). Videre ligger gårdene Uppheim og Ljono på løsavleiringer som muligens også er samtidige.

Dersom en regner ut gradienten mellom Kongsberg-morenen og haugene ved Vestrheim viser den seg å bli 167 m/km. Dette skulle ikke være så urimelig verdi nær brefronten dersom en sammenlikner med f.eks. Viglesdalsbreen (fig.5F (B.Andersen 1954)).

På Pl. 7 er Solsibreen tegnet inn slik jeg mener utstrekningen må ha vært under Osastadiet.

Tyssedalsbreen - Samtidig med Osafjordbreen og Solsibreen regner jeg det for sansynlig at en bretunge har strukket seg ut Tyssedalen og lagt opp endemorenen ved Sotenos. Der er nemlig ikke antydning til randmorene-dannelser innenfor (nord-enfor) dette stadium.

Tyssedalsbreen slik den er gjengitt i Pl. 7 er konstruert bare på grunnlag av "Tyssedalsmorenen" ved Sotenos.

Det har ikke vært mulig å finne sikre sidemorener lenger nord i dalen, så derfor er ikke gradienten beregnet for denne bre-
tungen. Det eneste som muligens kan ha noe å gjøre med dette
brestadium er noen blokk-konsentrasjoner på fjellet syd for
Tryglabotn og på fjellet syd for Visetvatnet. Tydelige rygger
er ikke observert.

Botn-dalen: I denne dalen kan jeg ikke si om der har vært
noen bretunge i det hele tatt under Osastadiet, men det er
mulig at morenehaugene ved Botn og de beskjedne forekomstene
nedenfor Espelandsfossen kan settes i forbindelse med dette
framstøtet. En slik mulighet er antydnet på Pl. 7.

Randavsetninger utenfor Osastadiets morener.

Ved Tyssedalene og ved Espeland er der en del avsetninger som
ligger utenfor det antatte Osastadiet, og kan gi grunnlag for
en noe annen tolkning av isens utbredelse.

Ved dette alternativ (som er prikket på Pl. 7) kan det tenkes
at isstrømmen fra Botn-dalen har vært forholdsvis mektig og
har delt seg i to. Den ene bretungen har gått vestover og har
lagt opp ryggen like vest for Espelandsvatnet, mens den andre
har gått østover forbi Stokkavatnet der den er blitt tvunget
sydover av Tyssedalsbreen. De store morenemassene nord for
vatnet er derved blitt avsatt mellom de to brestrømmene.
Fronten til breen østfra antas å ha ligget ved Storhaug og
avsatt morenevollene her.

Samtidig har Tyssedalsbreen nådd østover til Solsivatnet og
bl.a. lagt opp morenematerialet ved Favnastøl.

Den kryssende skuringen ved fjellterskelen her (Pl. 1) viser
at dette partiet vekselvis er blitt skuret av Tyssedalsbreen
og Solsibreen.

Hvorvidt det er disse avsetningene som må regnes til Osasta-
diets, og Tyssedalsmorenen er en senere avsetning, har jeg ikke
kunnet avgjøre. Det var nærmest et valg som ble foretatt da
rekonstruksjonen (pl. 7) ble tegnet.

Oversikt

Som nevnt tidligere ble jeg oppmerksom på randmorenene øst
for Osafjorden under leting på flyfoto etter Rembesdalskåkje's
1750-morener. For å få en bedre oversikt over forholdene

fulgte jeg også morenene sydover Hardangervidda. Resultatet av denne "fotorekognosering" er vist på Pl. 3.

De kan følges kontinuerlig helt til Berakopen, men videre sydover har jeg bare kunnet observere dem stykkevis. Om de store morenene ved Reinsnosvatnet og Ringedalsvatnet er samtidige vet jeg ikke, men jeg synes det er rimelig at de er det.

Dersom dette er tilfelle må en altså regne med at både Odda- og Eidfjordmorenene er samtidige med Osafjordbreen og altså avsatt av Osastadiets brerand.

Den tynne sorte streken som er trukket mellom morene-observasjonene på Pl. 3 er nærmest tegnet for å forbinde lokalitetene med hverandre. Særlig mellom Langhellernut og Ringedalsvatnet må det gjøres oppmerksom på at linjen er trukket helt tilfeldig. Hvor breranden har ligget på denne strekningen har jeg ingen formening om, men det synes ikke utenkelig at den har ligget mye lenger nord.

Osastadiets firngrense

Til å bestemme firngrensen har jeg benyttet den kjensgjerning at randmorenerygger bare dannes under denne grense, d.v.s. ved breens ablasjonsområde (Flint 1957).

De høyest liggende randmorenerygger skulle derved gi en minimumsgrense for firnlinjen i den tiden de ble avsatt.

Det synes vanskelig å følge Osastadiets morener høyere enn ca. 1300 m o.h.

Nord for Simodal finnes der rygger opp mot denne høyde sydvest for Skruelsvatnet, på sydsiden av Nipahøgdi, på Gjerdenut (1290), ved Gruvlenut og ved Moldnut. Syd for Simodal finnes heller ikke ryggene høyere enn ca. 1300 m o.h. (muligens 1350 m o.h. ved Hallaskar), så det er rimelig å anta at Osastadiets firngrense har ligget på 1300 - 1350 m o.h.

Pollenanalyse

Etter å ha oppdaget de store moreneryggene tilhørende Osa-stadiet ble jeg interessert i å finne alderen på disse avsetningene.

Innenfor morenene på Hardangervidda finnes der en mengde godt bevarte eskere, hvilket skulle tyde på at isen etter dette framstøtet må ha smeltet meget raskt ned og enkelte steder vært dynamisk død (øst-Vidda). Osastadiets breframstøt må derfor representere det siste framstøt før isen forsvant fra det sentrale SydNorge.

I håp om å kunne datere dette framstøtet besluttet jeg sent på høsten 1962 (etter oppfordring fra U.Hafsten) å ta myrprøver fra bunnsedimentene i tre forskjellige bassenger i Ulvik.

Desverre ble beslutningen tatt litt for raskt slik at der ikke ble tid til grundig forarbeid.

Prøvene ble tatt ved hjelp av et Hillers torvbor med 50 cm. kanne. Der ble bare tatt en kanne på hvert sted (noe som siden viste seg å være i snaueste laget).

Den første prøven er fra Tranemyr på Åsen. Det er et av de få egnede bassenger i distriktet og er et typisk gjenvoksnings-tjern med åpent vann midt på. Desverre kunne ikke prøvene tas sentralt i bassenget, - for ikke hadde jeg båt og heller ikke var boret langt nok. Det ble derfor nødvendig å ta prøve-stikk til bunnen ble nådd med det der var av bor (9 m). Boret støtte på enten morenestein eller fast fjell slik at grensen mellom minerogent og organisk materiale ikke kom med i kannen (der er ca. 5 cm mellom borspissen og nederste del av kannen).

Den andre prøven ble tatt umiddelbart utenfor tyssedalsmorenen i et basseng som ligger mellom elven fra Espeland og veien til Solsiosen. Boret nådde fjell eller stein på 4 m dyp slik at heller ikke her kom overgangen mellom minerogent og organisk materiale med i prøven.

Det dreier seg også her om en gjenvoksningsmyr.

Prøve nr. 3 er tatt i en myr umiddelbart innenfor Tyssedalsmorenen et par hundre meter nord for prøve nr. 2.

Dette bassenget var meget grundt og boret nådde bunnen på 1,3 m. Her kom noe av det minerogene materiale inn i kannen (mo / mjele) slik at der kunne tas ut prøve umiddelbart over kontaktsonen.

I prøvene 1 og 2 er overgangen mellom grov gytje og sterkt humifisert torv mer diffus enn det som er antydnet på diagrammene Pl. 6. I prøve 3 derimot var denne grensen temmelig skarp.

Som det går fram av hovedkartet (Pl. 1) var hensikten med et slikt valg av lokaliteter følgende: 1 - Det var om å gjøre å få en prøve fra et frittliggende basseng (Tranemyr, Åsen). 2 - Forsøke å påvise forskjell i tid mellom prøver tatt på hver side av Tyssedalsmorenen.

Hvorvidt dette har gitt positive resultater vil bli omtalt siden

Analyseresultater

På grunn av tidsnøden under bearbeidelsen av denne oppgaven må jeg gå ut fra at den pollenanalytiske metode for vegetasjons- og klimabestemmelse er kjent, og innskrenker meg således til å kommentere enkelte trekk ved vegetasjonsutviklingen som kan ha betydning for tolkning av Ulvik-prøvene.

En del uker av vinteren 62 - 63 gikk med til preparering av prøvene og telling av preparatene. Dette arbeidet ble utført på Botanisk Museum i Bergen under veiledning av dosent Ulf Hafsten.

Prepareringen ble utført etter Erdtman's modifiserte metode (koking i KOH og acetylering). Deretter ble preparatene farget etter Fægri's metode med fuchsin-B.

Tellingen ble utført med et binokular mikroskop av merke Beck (London) med objektivene 16, 6, 4 og 2 (immersjon) mm brennvidde. Av disse ble 6 og 4 mm objektivene så og si utelukkende benyttet.

P.g.a. tidsnød ble der bare tallet 300 - 500 treslagspollen (AP) i hvert preparat, selv om dette er i minste laget.

Foruten AP - diagrammet er der tegnet egne diagrammer for eikblandingskog (QM), for urtepollen (NAP), for vannplanter og kvitmosesporer (AqP og Sph), samt eget sporediagram.

I AP-diagrammet inngår de vindbestøvende arter furu (Pinus), bjørk (Betula), or (Alnus), hassel (Corylus) og vidje/selje (Salix). Dessuten er angitt de få pollen av osp (Populus) og tindved (Hippophaë) som fantes.

I QM-diagrammet er det bare alm (Ulmus), eik (Quercus) og lind (Tilia) som er representert.

NAP-diagrammet inneholder halvgress (Cyperaceae), gress (Gramineae), lyng (Ericales) og mjøddurt (Filipendula). Resten av urtene er tatt med i egen tabell (fig. 5G).

Når det gjelder vannplantene (AqP) så er disse bare representert fra Tranemyr og da i hovedsaken som nøkkerose (Nymphaea). Ellers var der noen ganske få pollen av tjønnaks (Potamogeton), bukkeblad (Menyanthes) og tusenblad (Myriophyllum), men disse er ikke tatt med i diagrammet.

Foruten kvitmosesporene (Sphagnum-) i AqP-diagrammet er tegnet inn kurver for Dryopteris, Dr. Linneana og Lycopodium.

Sonegrenser

Før diskusjonen av sonegrensene i Ulvik-diagrammene kan det være nyttig å skissere kort vegetasjonens hovedtrekk i preboreal (IV), boreal (V) og atlanticum (VI og VII), da disse synes å være representert i dette materialet.

Preboreal - Prøver fra denne perioden preges av et meget høyt innhold av bjørkepollen (Betula) samtidig som furu (Pinus) er dårlig representert. Typisk er også en høy prosent urtepollen (NAP) som for en stor del utgjøres av malurt (Artemisia) og syrer (Rumex). Av lyngpollen utgjør krekling en stor prosent (Empetrum). Også mjøddurt er godt representert i NAP fra denne perioden (Filipendula).

Foruten bjørk og furu finner en i preparater fra denne periode mye pollen fra vidje/selje (Salix) og i alle fall på østlandet mye tindved (Hippophaë) (Hafsten 1956). Denne siste er en postglacial pionerplante som er meget lyskrevende. I dag vokser den bare langs Trondheimsfjorden og i mindre mengder et par andre steder (Junkerdalen og Lom). Ellers er den forsvunnet fra Syd-Norge.

Stort sett kan man si at preboreal tid var preget av en forholdsvis lyskrevende åpen vegetasjon.

Overgangen til den tørre borealtiden (V) merkes i pollendiagrammene på følgende:

- 1 - Plutselig omskifte bjørk - furu, der furuen fra nå av blir det dominerende treslag.
- 2 - Etablering av rasjonell hassel-grense (Corylus).
- 3 - Markert nedgang av vidje (Salix) og tindved (Hippophaë) (buskvegetasjonen forsvinner nesten).
- 4 - Nedgang i urtepollen (NAP).

I denne perioden når furukurven sitt maksimum, men dette synes ikke å være samtidig over hele Skandinavia.

Derimot synes det boreale hasselmaksimum å opptre nesten simultant over hele Nord-Europa (Hafsten 1956).

I Syd-Sverige og i Danmark kommer furumaksimum tidlig i borealtiden og før hasselmaksimum. I Oslo-traktene og på Sørlandet opptrer disse omtrent samtidig (Hafsten 1956), mens furumaksimum kommer etter hasselmaksimum på Vestlandet (nærmere overgangen til atlanticum (VI) - Fægri 1944).

Når det gjelder det boreale hasselmaksimum så synes det å være et typisk maritimt trekk at dette er forholdsvis kraftig.

Således har Fægri funnet 37 - 38 % hassel på Bømlo og Jæren, mens diagrammene fra Voss (med mer kontinentalt klima) bare viser ca. 15 % (Fægri 1940, 1944 og 1949).

Et dobbelt hasselmaksimum er også et typisk oseanisk trekk (Fægri 1940 og 1944). Foruten fra Fægri's arbeider fra Vestlandet er dette kjent fra Irland, vest-Sverige og Danmark, men det mangler i Oslo-området (Hafsten 1956).

Grensen mellom boreal og atlanticum (V og VI) er karakterisert ved følgende:

- 1 - Etablering av en rasjonell grense for eikblandingskogen.
- 2 - En markert økning av orepollen (Alnus).

Den økningen i eikblandingskogen som faller sammen med denne sonegrensen skyldes først og fremst en økning av almepollen (Ulmus).

Overgangen mellom sonene VI og VII faller sammen med den rasjonelle grensen for linde-kurven (Tilia).

Subboreal og subatlanticum er etter alt å dømme ikke representert i prøvene fra Ulvik. Disse periodene blir derfor ikke beskrevet her.

Bunnprofiler fra Ulvik

I - Tranemyr: I dette diagrammet ser det ut til at sonene V og VI er representert. Det nederste spekteret er det rimelig å tilskrive borealtiden (V). Furu er her godt representert i forhold til bjørk (56 og 33 %), dessuten er or sparsom (ca. 2 %). Hasselen er moderat (9 %).

Funn av tindved (Hippophaë) skulle tyde på at vegetasjonen framleis er temmelig åpen og at varmetiden ennå ikke er begynt.

Overgangen til sone VI har jeg antatt ligger på ca. 8,1 m dyp, med grunnlag i den markerte økningen av or. Almekurven er ikke mye å bygge på her i og med at der finnes noe almepollen i alle spektrene.

Det er også verd å merke seg at overgangen fra gytje til torv faller omtrent her, samtidig som vannplantene øker meget sterkt (Hovedsakelig nøkkerose (Nymphaea)). Det er nærliggende å sette dette i forbindelse med et omslag til fuktigere klima. Den sterke økningen av or i denne overgangen skyldes visstnok innvandringen av den mer varme- og fuktighetskrevende svartor (Alnus Glutinosa).

Hvorvidt også sone VII er representert er ikke godt å si, men økningen av lindepollen synes ikke å være særlig markert.

Det forhold at eikblandingskogen er såpass dårlig representert selv i varmetiden kan muligens forklares ut fra rent lokale forhold.

Tranemyr ligger nemlig på Åsen - et forholdsvis isolert grunnfjellsnes mellom Ulvik-pollen og Osafjorden. Da eikblandingskogens treslag vanligvis stiller store krav til både jordbunn og klima er det rimelig å tenke seg at de ikke har vært særlig godt representert på dette forholdsvis renskrapte neset.

II - Utenfor Tyssedalmorenen: Også dette diagrammet synes å representere boreal og atlanticum.

Det nederste spekteret viser høyt furu-innhold (60 %) og forholdsvis lite bjørk (28 %), - nesten ingenting or (Alnus) og moderat hassel. Eikblandingskogen er ikke representert

i det hele tatt. Der er forholdsvis lite urtepollen (NAP).

Overgangen til sone VI er satt ved 3,7 m dyp. Her begynner oren å gjøre seg mer gjeldene samtidig som også eikblanding-skogen øker.

Den høye furuprosenten ved 3,75 m antas å representere det boreale furumaksimum.

III - Innenfor Tyssedalmorenen: Dette er det eneste profilet der overgangen mellom minerogent og organisk materiale er kommet med i kannen.

Det ser ut til at bare sone VI er representert her.

Allerede i det nederste spekteret er ore-prosenten ganske høy (14), mens den synker igjen høyere oppe. Dette skulle tilsi at grenseovergangen V - VI er passert. Dessuten er eikblanding-skogen godt representert med både eik og lind utenom alm. I neste spektrum er QM øket ytterligere, men lindepollen ble ikke tallet.

Ved ca. 1 m dyp ser det ut til at gjenvokstningen av tjernet har satt inn for fullt ("Verlandung") i og med at vi her får overgangen til sphagnum-torv (kvitmose), samtidig som antallet sph.-sporer øker sterkt (se AqP, Sph i pl.6).

Det er mulig at også sone VII er representert i dette diagrammet, men det spørs om ikke forekomsten av lind er noe for svak.

Oversikt:

Nå skulle en tro at dateringen av Tyssedalmorenen var grei i og med at de eldste avsetningene innenfor morenen skriver seg fra atlanticum, mens de to prøvene utenfor (I og II) går tilbake til midten eller slutten av boreal. Det ville her være fristende å trekke den slutningen at framstøtet som dannet Tyssedalmorenen (og da sansynligvis også morenene øst for Osafjorden) må skrive seg fra overgangen boreal/atlanticum.

Men dette er dessverre langt fra sikkert - heller usansynlig.

Da jeg bestemte meg til å ta disse myrprøvene ble tiden mellom tanke og handling dessverre så altfor kort. Med min totale mangel på erfaring ble der gjort to grove feil.

1 - For det første hadde jeg hverken båt eller langt nok bor

og fikk derfor ikke tatt prøve I (Tranemyr, Åsen) sentralt i bassenget. I stedet for å bore midt i tjernet måtte prøven tas temmelig nær land. Dermed er det lite sansynlig at de eldste avsetningene er kommet med i kannen.

2 - Den andre store feilen gjorde jeg ved å velge to bassenger i et forholdsvis trangt løp (I og II). Dessuten ligger disse lokalitetene praktisk talt i plan med forholdsvis store elveløp.

I tiden med åpent vann kan derfor strømforholdene ha hindret sedimentasjon av fint organisk materiale. Følgelig kan neppe de underste organiske sedimentene representere tiden umiddelbart etter isens tilbaketrekning.

Dette fenomenet er beskrevet av U.Hafsten (1956) fra et basseng i Bærum. I en myrprøve fra Burudvann (218 m o.h.) regnet han med å ha representert preboreal (IV) i de underste avsetningene, men analysen viste boreal alder. Heller ikke kunne han finne marine- eller brakkvannndiatomeer som ventet. Dette blir forklart ved at strømforholdene har hindret sedimentasjon av det eldste organiske materialet.

Der er også andre forhold som tyder på at myrprøvene fra Ulvik ikke representerer tiden umiddelbart etter isens tilbaketrekning.

K.Fægri har ved pollenanalytiske metoder undersøkt granens innvandring til Vestlandet, og i den forbindelse har han offentliggjort et diagram fra Skutletjern på Voss (Fægri 1949). Det bemerkelsesverdige ved dette diagrammet er at de nederste spektrene synes å representere preboreal tid.

Også et diagram fra Luster i Sogn (Botnavatn) synes å gå tilbake til preboreal (Fægri 1949).

Foruten disse to diagrammene har Fægri analysert et myrprofil fra Haugastøl der han mener å ha representert boreal tid i de nederste spektrene. Den boreale periode er her (sub-alpint område) preget av et oppsving bjørk (*Betula*), mens furu synes først å øke sterkt ved overgangen til atlantisk tid. (Fægri 1945)

Dersom en sammenlikner med disse arbeidene synes det lite trolig at Ulvik-diagrammene har representert de eldste avsetningene.

Datering av Osastadiet

Som vist i foregående avsnitt har ikke pollenanalysen gitt entydige resultater. Det eneste som kan sies med noenlunde sikkerhet er at morenene ved Tyssedal må være dannet før atlantisk tid, og at området umiddelbart utenfor samt Åsen må ha blitt isfrie før boreal tid (Tranemyr har sannsynligvis vært påvirket av Osafjordbreen). Teoretisk sett kan Osafjordmorenene ha blitt avsatt i en av følgende perioder:

1. Før ra-tid (før yngre dryastid)
2. Ra-tid (yngre dryas)
3. Preboreal tid
4. Overgangen boreal-atlanticum
5. Overgangen sub-boreal-subatlanticum

Det første alternativ kan elimineres med en gang, for det er ikke funnet noe tydelig morenestadium innenfor Osastadiets morener, - dessuten er det utenkelig med Ra-et liggende så langt inne i landet (innenfor Osamorenene).

Overgangen til subatlanticum kan også uten videre sees bort fra som dannelsesetid av flere grunner. Riktignok er det antatt at de recente breene skulle ha blitt dannet ved dette klimomslaget (VIII - IX), men her dreier det seg om en brestrøm som har dreiet rundt f. eks. Hardangerjøkul-platået og ikke en bremasse som strømmer radiært fra dette. Dessuten motsies dette av pollendiagrammene både fra Voss, Ulvik og Haugastøl.

At breframstøtet skulle skrive seg fra overgangen til atlantisk tid, synes også uholdbart i og med at det pollenanalytisk ikke kan finnes tegn til en så markert klimaforverring som et slikt framstøt måtte kreve. Selv om det ble mer nedbør i atlanticum, så var denne perioden ellers meget gunstig. Dessuten ser det ut til (pollenanalytisk) at hele Vosseområdet ble isfritt allerede i preboreal tid, og det er utenkelig at den store ismassen over Raundalen (som har forsynt Tyssedalsbreen), skulle kunne holde seg over hele borealtiden.

Enda et indisium på at dette området har blitt tidlig isfritt er en pollenanalyse fra Flom som viser at Flåmsdalen har ligget fri for is i store deler av preboreal tid (I. Klowning, personlig meddelelse).

De alternativer som nå står igjen er følgende:

- 2 - Yngre dryas-tid (ra-tid)
- 3 - Tidlig preboreal tid

Tidligere mente man at Ra'et på Vestlandet var å finne inne i fjordene og at de store avsetningene i Eidfjord (Osastadiet) og Odda (f.eks. Undås¹⁹⁴⁴) hørte til dette stadium.

Denne antakelse syntes alment godtatt helt til for kort tid siden da der ble foretatt en rekke radio-carbon dateringer av skjellmateriale fra Os og fra Bergen.

Den første av disse dateringene ble foretatt på knust skjell i bunnmorene fra Os, samlet inn av I.Undås. Denne dateringen gav allerød alder (ca. 11500 år), hvilket viser at et ynge breframstøt har rotet opp marin leire sammen med morenemateriale. Det er dermed så godt som bevist at yngre dryas-breen har gått over Os (O.Holtedahl 1960).

Et liknende resultat viser en annen datering av skjell fra Os, samlet inn av H.Holtedahl (personlig meddelelse). Også her viser det seg at en yngre dryas bre har gått over skjellførende leire av allerød alder.

Den siste dateringen er fra Bergen-området og viser akkurat det samme: et breframstøt over marin leire av allerød alder.

Dermed skulle det være klart at ra-tidens bre må ha gått over os-området og Bergensdalen.

I denne forbindelse har det da vært naturlig å tenke seg at den store randavsetningen ved Herdla tilhører ra-stadiet, selv om der ikke er noen dateringer å vise til.

En annen randavsetning som nå også tenkes å representere Ra'et går over Halsenøy og synes å ha vært avsatt av en stor brestrøm ut Hardangerfjorden. Heller ikke her finnes der noen radiocarbon-dateringer å støtte seg til ennå.

I grove trekk tenker en seg nå at ra-linjen svinger vestover i indre Ryfylke for så å passere Haugesunds-halvøya og siden Hardangerfjorden ved Halsenøy. Deretter skulle den fortsette nordover utenfor Bergenshalvøya.

Å plasere Odda- og Eidfjordavsetningene i dette skjema blir ikke lett, men det vil være nærliggende å parallellisere med

de store randavsetningene på Østlandet, så som Ås-Ski trinnet, Jessheimtrinnet o.s.v.

Etter dette resonnement skulle altså Osastadiet kunne føres tilbake til en gang i tidlig preboreal tid, som et opphold under innlandsisens tilbaketrekning fra Ra'et ute ved kysten.

Her kunne en innvende at avstanden fra de ytre kyststrøk til det indre Hardanger trolig er i største laget til at denne tilbaketrekningen skulle ha foregått i løpet av preboreal tid. Men til dette igjen er å si at det synes som om tilbaketrekningen på Østlandet har foregått meget raskt idet pollendigrammer fra Hedmark (Stange og Helgøya) viser preboreal alder i de nederste spektrene (Hafsten 1956). Denne teori synes derfor å være holdbar.

Der er desverre forhold som ikke lett lar seg innpasse i dette skjema og derfor må søkes forklart på annen måte.

Det at randmorenene på Hardangervidda og øst for Osafjorden oftest består av flere parallelle rygger (6 stk. ved Tverrgavlen.) viser at de må ha vært avsatt av en aktiv og muligens framrykkende bre. Slike tegn på sterk aktivitet er så vidt meg bekjent ikke funnet i forbindelse med trinnene på Østlandet.

Et karakteristisk trekk ved en framrykkende bre er en forholdsvis bratt brefront (fig. 5F). Dette er f.eks. tilfelle med ra-tidens bretunger på Sørlandet (B.G.Andersen 1960).

I SydNorge har B.Andersen fulgt ra-linjen kontinuerlig fra Jomfruland, over Sørlandsheiene og til indre Ryfylke (Lysefjordstadiet). Det bemerkelsesverdige er at han innenfor dette morenestadium praktisk talt ikke finner randavsetninger til tross for iherdig leting.

Av det som finnes er "Trollgaren" det mest imponerende. Det er 5 - 7 m høy rygg av hode- til husstore blokker og strekker seg noen kilometer sydover fra Jøsenfjorden. Den taper seg snart og kan ikke følges kontinuerlig slik som Lysefjordstadiets morenebelte.

Det bemerkelsesverdige ved "Trollgaren" er at den bare består av en enkelt rygg, mens typisk for Lysefjordmorenene gjerne er tre og fire parallelle rygger (B.Andersen 1954).

Det er unektelig fristende heller å parallellisere Osastadiets tre - fire påfølgende rygger med Lysefjordstadiet framfor "Trollgarenstadiet".

Lysefjordstadiets firnlinje har B.Andersen ved hjelp av sidemorenene kunnet bestemme til minimum 900 - 950 m o.h.

Grunnen til at den ikke kan fastsettes nærmere er at fjellene her stort sett ikke når høyere. Firnlinjen for Lysefjordstadiets bre ligger altså meget høyt, sansynligvis noe over 1000 m o.h. (B.Andersen 1954).

Å sammenlikne med nåtidens forhold er ikke så liketil i og med at det i dag ikke finnes aktive breer i Ryfylkeheiene, men dersom en sammenlikner med Folgefonni, skulle ikke feilen bli så stor fordi de klimatiske forhold er noenlunde de samme.

På Fonni varierer firngrensen mellom ca. 1300 og ca. 1450 m o.h. alt etter om vi befinner oss på vest- eller østsiden. Dersom en kan parallellisere med Ryfylke, ville dette si at ra-tidens firnlinje lå omlag 300 m lavere enn i dag.

Osastadiets firnlinje ble antatt å ligge på ca. 1300-1350 m (side 45). Firnlinjen på vestsiden av Hardangerjøkulen er ikke blitt bestemt med nøyaktighet, men det dreier seg om ca. 1550-1650 m o. h. (Jøkulen ligger mer kontinentalt i forhold til Fonni). Men dette vil igjen si at Osastadiets firnlinje også lå ca. 300 m lavere enn nåtidens.

I det hele tatt viser Osastadiet seg å ha foruroligende mange likhetspunkter med Lysefjordstadiet.

Men å anta ra-tid for Osastadiet vil være i konflikt med de før nevnte entydige dateringer fra Os og Bergen. Dermed står en igjen med en rekke tilsynelatende sterkt motsigende kjensgjerninger.

Forslag til tolkning

Uten å kunne si noe med sikkerhet har jeg likevel utarbeidet en teori som muligens kan forklare både dateringene fra Bergensfeltet og samtidig gi yngre dryas-alder på Osastadiet.

For det første må en ha klart for seg at Ra-framstøtet repre-

senterer en re-aktivisering av en tilbaketrekkende bre, og altså ingen begynnende glaciasjon. Dessuten kan det være nyttig å vite at f. eks. Os-området var isfritt (og oversvømmet av hav) i allerød tid. Og at det i området omkring Blomvåg må ha vært tørt land i bølling interstadial tid. Dette viser datererte rester av bl. a. reinsdyr.

En forutsetning for det følgende resonnement er at en antar at brede fjorder blir tidlig isfrie under en tilbaketrekning, slik det synes tilfelle både fra Oslofjord og fra Boknfjorden i Ryfylke. Under et langvarig framstøt derimot, vil en fjord danne et dreneringsløp for store ismasser slik at brefronten blir liggende langt ute.

I bølling interstadial tid må den ytre øygd nord for Bergen ha ligget isfri med til dels tørt land, som har kunnet gi eksistensmuligheter for en arktisk fauna (funn av reinsdyr ved Blomvåg). Under den følgende klimaforverring har isen rykket fram (vestover) og dekket bl. a. fossillokaliteten ved Blomvåg med hardpakket bunnmorene (eldre dryas). I Rogaland har isen under dette framstøt ikke dekket Jæren fordi en her kan finne organiske avsetninger som pollenanalytisk og ved hjelp av C^{14} kan dateres til bølling interstadial (ca. 13000 år). M. a. o. eldre dryasframstøtet rakk her ikke mer enn en 15-20 km lenger vest enn Ra-framstøtet (yngre dryas).

I den følgende gunstige allerød interstadial tid trakk isen seg tilbake igjen, og det ble avsatt skjellførende leire bl. a. ved Bergen og Os. I følge det som tidligere er antatt skulle i denne periode både Hardangerfjorden og Sognefjorden med sidefjorder ha blitt frie for is, men at det har ligget en betydelig ismasse over landblokken mellom disse fjordsystemene. Denne ismassen har under allerød tid minnet mest ved vertikal nedsmelting og ikke så meget ved horisontal tilbaketrekning. Det er også mulig at den har vært isolert fra resten av innlandsisen med et smalt isfritt belte mellom Osa og Flåm. Hvor isfronten har ligget i vest under allerød tid, blir selvsagt ren gjetning, men skjellfaunaen (*saxicava arctica*) og de store leiravsetningene ved Os skulle tyde på at brefronten ikke lå særlig langt unna. Jeg kan f. eks. tenke meg at isen kan ha dekket det meste av Osterøya med omliggende fjorder.

Under den følgende klimaforverring rykket så isen fra^m enda en gang (yngre dryas).

Helt vest i Bergenområdet er det rimelig å anta at firngrensen under denne perioden må ha vært omlag som i Ryfylke, muligens noe lavere. 900 - 1000 m o.h. kunne være en passende antydning.

Nå finnes der svært få topper som rager over 900 m så langt vest, men her må en da huske på at der har ligget en forholdsvis mektig isrest som kan ha hatt en meget stor flate over dette nivå. Der skulle derfor være gode muligheter til akkumulasjon og ekspansjon av brefronten.

I denne perioden har isen rykket fram over Bergenområdet og Os. Muligens har den lagt opp Herdla-morenen, men ikke morenen over Halsenøy (ifølge denne teorien).

Det at skuringstripene for det meste går radiært ut fra de sentrale områder av Bergenhalvøya synes å styrke den teori at vi har å gjøre med en re-aktivisering av et forholdsvis lokalt breområde. I den forbindelse kan nevnes at skuringen nord for Raundalen har en nordøstlig retning (I. Klovning, personlig meddelelse). I Granvin synes isretningen for en stor del å ha vært sydøstlig (P.J. Mæland, pers. med.).

Men det må gjøres oppmerksom på at dette ikke kan være noe bevis ettersom vi ikke vet hvor høyt firnlinjen har ligget under isens tilbaketrekning fra Ra'et. Dersom isen har fått næring under denne tilbaketrekningen kan en ikke si om disse skuringstripene har vært avsatt under ra-framstøtet eller om de representerer et senere stadium.

Under dette framstøtet (ra-tid) kan det altså tenkes at både Osastadiets randmorener og de svære terrassene ved Odda og Eidfjord er dannet.

Grunnen til at de tydeligste moreneryggene er å finne i Ryfylke og på Hardangervidda er rimeligvis at brefronten her har hatt et større "oppland" i den mektige innlandsisen. Brefronten rundt Bergenhalvøya hører derimot til et forholdsvis lite isdekke. Dessuten er topografien mye mer oppskåret her, noe som hindrer avsetning av sammenhengende morenerygger. At Ulvik har ligget isfritt under dette breframstøtet kan forklares ved at den høye fjellryggen fra Horndalsnuten og østover

til Vassfjoro har ligget som et stengsel for isstrømmen fra nord.

Det må bemerkes at denne tolkningen er ment som et alternativ til teorien om tidlig preboreal alder for Osamorenene. Tolkningen er bare bygget på indisier.

Det eneste som etter min mening kan avgjøre dette spørsmål, er sikre radiologiske og pollenanalytiske dateringer fra de indre deler av Hardangerfjorden, helst spredt langs hele fjorden. Dersom en skal datere skjellmateriale, må dette selvfølgelig samles inn fra lokaliteter meget nær opp til den marine grense. Eventuelle pollenanalyser må foretas på materiale fra frittliggende bassenger over MG, (ellers har de liten verdi).

Et sted som jeg mener måtte egne seg ypperlig som "jaktmark" etter skjellmateriale og myrprøver, er Busnes (Bu) på sydsiden av fjorden innenfor Kinsarvik. Det er en flate som er ganske stor og nesten horisontal ca. 100-150 m o. h. MG er her meget høy, d. v. s. over 130 m o. h. (Undås, 1944), og det skulle egne seg bra for en pollenanalyse (dersom det finnes brukbare bassenger).

---- " ----

GEOMORFOLOGI

Jeg har ikke arbeidet noe særlig med geomorfologien i forbindelse med denne undersøkelsen fordi jeg mener at et slikt studium må foretas over et mye større område enn det som blir aktuelt her.

På grunn av at feltet både omfatter grunnfjell og kaledonske bergarter fikk jeg likevel lyst til å undersøke om "Vidde-nivået" (ca. 900 - 1300 m o. h.) kunne følges over i de kaledonske skyvedekker.

Utenom dette har jeg forsøkt å påvise forskjellig dalgenerasjoner uten å gi noen nærmere tolkning av utviklingen.

En hypsografisk kurve som ble konstruert for et område på ca. 125 km² mellom Austdalen og Jøkul-massivet, øst for Onen,

viste at hele 72 % av arealet lå mellom 960 og 1320 m o.h. Dette nivået kan følges langs Simodalen fra Hotleonen til Rembesdalen. nordvest for Austdalen finner en også dette nivå igjen helt til Nipahøgdi og Sauarjuven.

Tar en med under ett hele området øst for Osafjorden får vi en kurve som vist på fig. 7A. Her utgjør området mellom 960 og 1320 m o.h. ca. 55 % av hele arealet.

For resten av kartoladet kan rester av vidde-nivået ikke påvises med sikkerhet (fig. 7B). Riktignok har kurven knekkpunkter ved 960 , 1080 og 1200 m o.h. men det er ikke dermed sikkert at det dreier seg om rester etter nevnte nivå.

De geologiske forhold gjør seg sterkere gjeldende her enn i områdene lenger øst, noe som kan tenkes å gi seg merkbare utslag i den hypsografiske kurven.

Den øverste steile del av kurven er sansynligvis betinget av brattkanten som bergartene i Bergsdalsdekket danner mot den underliggende fyllitt-formasjonen (se Pl.2). En slik brattkant er typisk der harde, massive bergarter ligger over løsere avsetninger.

Tydeligst er denne brattkanten utformet ved Sotenut, Tyssedalnut og Vassfjæro. Den nederste bratte del av kurven under ca. 360 m o.h. er hovedsakelig betinget av fjordarmene.

Dalgenerasjoner

På fig. 9A er der tegnet et snitt langs Austdalen og over Jonstøl mot Solsivatnet. Det er nemlig fristende å tenke seg at Austdalen en gang har fortsatt videre denne veien og at så Osafjorden har "stjålet" dreneringen. Fig. 67 viser et billed tatt mot Kristinut fra Gjerdenut. En kan her ane dalskuldrene ved Austdalens forlengelse samt fortsettelsen videre mot Jonstøl.

Fig. 9B viser et snitt over den ytre del av Osafjorden (fig.64). Den eldre dalgenerasjon som kan følges innover i fjorden, er her meget tydelig.

— " —

Litteraturoversikt

- Andersen, B. G. 1954 Randmorener i Sørvest-Norge. N. Geogr. T. 14, s.273.
 1960 Sørlandet i sen- og postglacial tid. N.G.U. 210.
- Flint, R. F. 1957 Glacial and Pleistocene Geology.
 Fægri, K. 1940 Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen II. Zur spätquartären Geschichte Jærens. B.M. 1939-40, 7.
 1944 Studies on the Pleistocene of Western Norway. III Bømlo, B.M. 1943, 8.
 1945 A pollen diagram from the Subalpine region of central South Norway. N.G.T. 25, s. 99.
 1949 Studies on the Pleistocene of Western Norway. IV. On the immigration of Picea Abies (L). Karst. B.U. 1949, 1.
- Gjessing, J. 1953 Skuringsanalyse til belysning av isrecesjonen ved Oslofjorden. N. Geogr. T. 14, s. 77.
- Hafsten, U. 1956 Pollenanalytic investigations on the late Quarternary development in the inner Oslofjord area. B. U. 8.
 1960 Geology of Norway. Pollenanalytic investigations in South Norway. N.G.U. 208.
- Holtedahl, O. 1960 Geology of Norway. N.G.U. 208.
- Johnson, G. 1956 Glacialmorfologiska studier i Södra Sverige. Medd. Lunds. Univ. Geogr. Inst. avh. 31.
- Kvale, A. 1960 The Napp Area of the Caledonides in Western Norway. Guide to excursions no. A7 and no. C4. Int. Geol. Congress, Oslo 1960.
- Rekstad, J. 1911 Geologiske Iagttagelser fra Nordvestsiden av Hardangerfjorden. N.G.U. II
- Undås, I. 1944 Sørfjordsbygdene i seinglasial og postglasial tid. Festskr. for Ullensvang Hagebrukslag.