

PERMAFROSTSTRUKTURER I FJORDANE, VEST-NORGE

(Permafrost Structures in Fjordane, West Norway)

AV

NORALF RYE

(Geologisk Institutt, Villavei 2, Bergen)

Abstract in English. Structures interpreted as cryoturbation phenomena have been found in sandy and silty deposits in Breimdal (Nordfjord) and at Hatlebrekke (Sunnfjord) in the Fjordane area of Southern Norway (Fig. 1).

Plates 1–3 illustrate various types of structures found in a glaciolacustrine terrace in Breimdal, and Plate 4 shows similar structures in deposits near Hatlebrekke. Both localities are situated higher than the Late Glacial marine limit, and the structures occur 1.5–5 m below the surface. The structures seem to correspond to structures which occur in Sweden, south of the Middle-Swedish moraine, and which are described by JOHNSSON (1956), who considers them to be periglacial phenomena developed under permafrost conditions.

Ice pressure and slides can cause folding in glaciofluvial deposits, but, in such cases, fold axes should be recognizable in the sediments. In the structures herein described, no fold axes were found. In frost structures, the folds and pockets are intimately related and form a type of cellular pattern like the structures found in Breimdal and at Hatlebrekke. It seems probable on the basis of structural features, the material, and the location in relation to the surface that the structures described are analogous to certain types of frost structures, described among others by JOHNSSON (1956) and WOLDSTEDT (1954), and commonly believed to be developed under permafrost conditions.

The question is whether such structures are formed under permafrost conditions only. If so, it can be assumed that the structures in Breimdal and at Hatlebrekke date from the Younger Dryas Period and that the deposits of the Ra Period are to be found east of these two localities. If not, it must be that the development of structures such as those described above does not demand permafrost conditions.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Abstract in English	00
Innledning	00
Breimdalen	00
Hatlebrekke	00
Strukturenes dannelsesmåte	00
Klima og tid for dannelsen av froststrukturene	00
Litteraturhenvisninger	00

Innledning

Arbeidet er utført ved Geologisk institutt, Universitetet i Bergen, og jeg vil takke dosent dr. philos. H. HOLTEDAHL og det øvrige personale ved instituttet.

I Breimdalen i Nordfjord og ved Hatlebrekke, et par km NV for Sande i Sunnfjord (Fig. 1), ble det i 1961 funnet visse strukturer i glacifluvialt materiale, som høyst sannsynlig skyldes kryoturbasjon. Strukturene er dannet ved intense forstyrrelser av lag med mo som dominerende fraksjon, ca. 1,5–5 m under markoverflaten, og kan ikke være resente.

Dannelsene ser ut til å være av samme type som visse froststrukturer JOHNSSON (1956) har beskrevet fra Sverige, syd for de midtsvenske endemorener, vesentlig fra Skåne. Strukturene kjennetegnes også her ved at de forskjellige lag i lagdelte avsetninger i visse dyp har vært utsatt for mer eller mindre intense forstyrrelser. Johnsson regner dem for å være periglaciale og dannet under permafrostforhold. I mangel av noen enhetlig norsk nomenklatur for slike froststrukturer, blir det i det følgende bygd på Johnssons termer (1956, s. 30–31). For *frostveckningszon* brukes således betegnelsen frostforstyrrelsesone. Når det gjelder de forskjellige varianter av frostforstyrrelser, er det f. eks. i tysk litteratur brukt en rekke betegnelser: «*taschen-, kessel-, trichter-, trauben-, birnen-, trog- oder wannenförmige Gebilde*» (JOHNSSON, 1956, s. 30). *Taschenförmige Gebilde* eller *fickjord* er tidligere brukt rett oversatt (lommejord) i norsk litteratur. For *körteljord* og *skrynkklingsjord* blir det her brukt henholdsvis kjertel- og rynkejord (fig. 2).

Breimdalen

En stor del av Breimdalen var i en periode av avsmeltingstiden fylt av en bredemt sjø med overflate ca. 175 m o. h. da sjøen var på sitt høyeste (RYE, 1963). Ved denne vannstand hadde sjøen avløp gjennom et sadelskar. Terrasser langs dalsidene vitner også om at sjøen hadde flere lavere nivåer som trolig svarer til subglaciale tapningstrinn. Flere steder opptrer nå rygger mellom terrassene, men dette er typiske erosjonsrester. I en slik rygg som har fått sin form etter at bekker har skåret raviner i løsmassene, er det et meget godt snitt etter at ryggens ene endeparti nylig er fjernet. I dette snittet opptrer froststrukturer. Ryggen når omlag 120 m o. h., mens den marine grense i området ikke kan være over 90 m o. h.

Snittet viser stort sett horisontale lag av sand og finere materiale. Mens sand og mo er dominerende fraksjoner i snittets øvre del, minker kornstørrelsen gjennomgående med dybden, og i det nederste parti er hovedfraksjonene mo og mjelle. Her er det også et par prosent leir. Snitt vinkelrett på hovedsnittet viser også horisontale lag i ryggens lengderetning.

I snittet er det særlig en sone med meget uregelmessige figurer (Pl. 1, Fig. 1). Flere prøver av fineste fraksjon i denne sonen viser gjennomsnittlig følgende kornfordeling: Mo 70%, mjelle 29% og leir 1%. Det er meget små avvik fra gjennomsnittstallene i de forskjellige prøvene. I sonens høyre parti (Pl. 1, Fig. 1) ser det ut til å opptre kjerteljord som mot venstre går over i rynkejord og delvis også lommedjord.

Pl. 1, Fig. 2 viser et mindre område av snittflaten. Utformingen her skyldes i siste omgang vindens virkning. De grovere fraksjoner er blåst bort, mens det finere, noe fastere materialet er blitt igjen som utstående figurer. Disse minner sterkt om rynkejord. På Pl. 2, Fig. 1 er det klar grense mellom materiale med finsand som dominerende fraksjon øverst og mjelig mo under. Det er sannsynlig at vi her har for oss en frostforstyrrelsessone med bl. a. lommedjord øverst på bildet. Den mørke grenselinjen skyldes kjemiske utfellinger i grenseområdet. Forstyrrelsene nedenfor denne grenselinjen er ikke så klare på bildet, men tilsvarende strukturer kommer tydeligere fram på Pl. 2, Fig. 2 og Pl. 3, Fig. 1 og 2, som viser både kjerteljord, lommedjord og rynkejord.

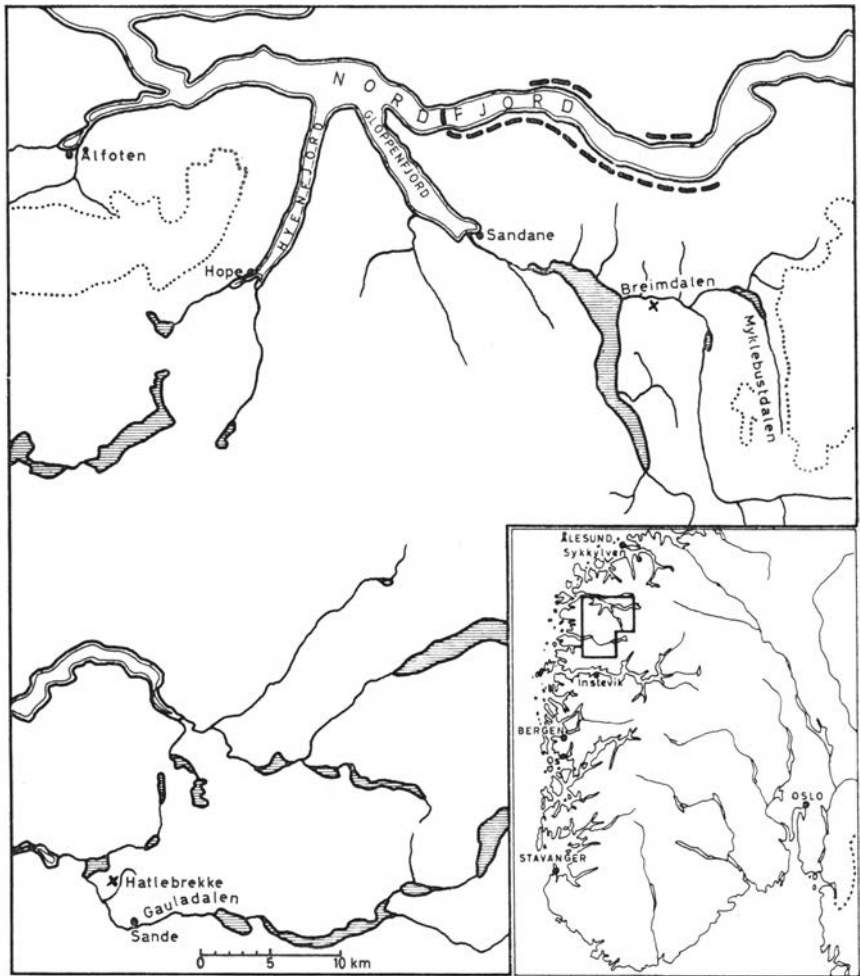


Fig. 1. Kartskisse over Hatlebrekke-Breimdalen-området (og områdets beliggenhet på kart over Syd-Norge). De beskrevne lokaliteter er merket med kryss. Randmorenen ved Nordfjord er angitt med tykk, brutt linje. — *Map of the Hatlebrekke-Breimdalen area and key map of southern Norway. Crosses mark the locations of the structures described. The heavy dash line indicates the lateral moraine at Nordfjord. Dotted lines delimit present glaciers.*

Snittene som er avbildet på Pl. 2, Fig. 2 er lagt slik at venstre og høyre parti er parallelle med en avstand på ca. 0,5 m, mens partiet i midten står vinkelrett på disse. Det er tydelig at det ikke finnes

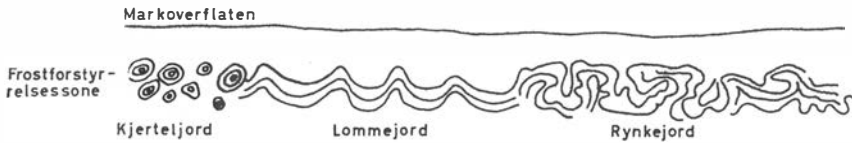


Fig. 2. Ulik utforming av frostforstyrrelser i frostforstyrrelsessonen. Denne sone ligger i årstelesonens nedre del, men kan ligge dypere dersom det forekommer opptinte lameller i sonen med evig tele (etter Johnsson). — *Frost structures of various types (after Johnsson)*. Markoverflaten = soil surface.

foldeakser i dannelsene. Det ble laget flere parallelle snitt etter hverandre på samme sted, men med ca. 1 dm mellomrom i dybden, uten at det kunne påvises noen likhet i figurene. Det er derfor klart at de opptrer uten noe bestemt mønster og uten bestemte akseretninger. Det skulle være rimelig å tro at utløpere som opptrer f. eks. på Pl. 2, Fig. 2, kunne avsnøres ved videre utvikling. Flere steder i snittet kan det også påvises isolerte kjertler eller linser.

Hatlebrekke

Hatlebrekke ligger i en sidedal til Gauladalen, et par km ovenfor sidedalens munning. Topografien er dødispreget, og her store ansamlinger av glacifluvialt materiale som opptrer i større eller mindre hauger der sidene står i rasvinkel. Dette er sannsynligvis glacifluviale iskontaktavsetninger, nærmere bestemt kames.

I en stor haug er det to sandtak, ca. 10 m høye og 20–30 m brede, med gode snitt. Haugen når ca. 20 m over omgivelsene på ene siden, men bare få m på motsatt side, der den ligger inn mot limorene. I det ene sandtaket er materialet temmelig homogent, hovedsaklig mo og finsand. Selv om det er tydelig skrålagning, er det stort sett liten forskjell i kornstørrelse fra lag til lag. I det andre snittet opptrer strukturer av samme type som i Breimdalen. Lokaliteten ligger ca. 125 m o. h., mens marin grense i området er ca. 70 m o. h. Avsetningen er her mer uregelmessig og materialet er ikke så homogent som i sandtaket ved siden av. Det forekommer endel grus, også grovgrus, men mo er dominerende fraksjon. Materialet er lagdelt, men lagene opptrer i et virvar av retninger. Sedimentasjonsforholdene har vært

meget skiftende. Det har foregått setninger og glidninger i massen under avsetningen, og strømrøtningene har vekslet sterkt.

De forstyrrede lag som skal beskrives i det følgende, opptrer 1–3 m under markoverflaten. Her forekommer m. a. en rekke uregelmessige inneslutninger av mjelig mo i sand. Flere prøver av fineste fraksjon viser gjennomsnittlig følgende kornfordeling: Mo 73% og mjele 27%. Det var meget små avvik fra gjennomsnittstallene i de forskjellige prøvene, og materialtypen er meget nær den samme som der froststrukturene opptrer i Breimdalen. Inneslutningene har en rekke utløpere, og forekommer også som små, isolerte linser med varierende former. Det var ikke mulig å avgjøre om inneslutningene opprinnelig kan ha vært sammenhengende lag, men det ser ut til at utformingen må ha funnet sted etter avsetningen.

I samme sonen finnes også noen linser av grovsand, som tildels er fullstendig omsluttet av finere materiale. JOHNSON (1962) beskriver tilsvarende linser i lag av silt, og han antar at sandlag er blitt bøyd oppover fra alle sider når materialet fryser. Pl. 4, Fig. 1 er fra samme lokalitet og viser sandkjertler i finere materiale. Dette ser ut som typisk kjerteljord.

I snittet opptrer en kileliknende dannelse omgitt av sand (Pl. 4, Fig. 2). Det er en mulighet for at dette kan være en iskile. Materialet i dannelsen er lite homogent og spenner over fraksjonene fra grus til mjele. Av Pl. 4, Fig. 2 går det fram at kilen ikke når helt opp til overflaten (som ligger like over bildets øvre kant), men avsetningen har nærmest kjegleform og senere utglidninger kan være årsak til overdekkingen. Man antar at iskiler bare blir dannet i jord med permafrost, og de er således meget viktig indikatorer på klimaforholdene. I en iskile vil det, som følge av dannelsesmåten, gjerne bli lagning parallelt med iskilens sider, men dette er ikke noen regel. I dette tilfelle kan lagning bare til en viss grad påvises.

Strukturenes dannelsesmåte

Istrykk og glidninger kan medføre foldninger i lagdelte avsetninger, men i slike tilfeller må man vente å finne foldningsakser som kunne vitne om trykkvirkning i visse retninger. Det var ikke mulig å konstatere slike foldningsakser, selv etter graving langs en rekke forskjellige plan. Dersom det fantes slike akser, ville foldningene forsvinne

i snitt parallelt med foldningsaksen. For froststrukturer er det typisk at lommer og foldninger er innfiltret i hverandre i et slags cellemønster uten akser som kan vitne om trykk i bestemte retninger. Det er nettopp et slikt inntrykk strukturene gir. At det her skulle dreie seg om jordflytning eller glidninger, virker også mindre sannsynlig når lagningen er horisontal som på lokaliteten i Breimdalen.

Dannelsene minner om de av KUENEN (1953) omtalte *slump structures*, *load casting* og *convolute bedding*. Som nevnt er det lite rimelig at det her kan dreie seg om *slump structures*. Ved *load casting* synker materiale som lommer ned i det underliggende. F. eks. lommene ved grenselinjen på Pl. 2, Fig. 1 har en viss likhet med slike dannelser, men åpningen på de mest utpregete lommene vender nedover og det virker naturligere at det finere materiale er presset oppover. Imidlertid framholder Kuenen at *load casts* kan utvikles under permafrostforhold. Han hevder at manglende drenering har medført slike dannelser lenge etter avsetningen. Strukturene i Breimdalen minner i første omgang om *convolute bedding*. I og med at foldningene i dette tilfelle skjer under avsetningen, var det rimelig at antiklinalenes topper var kuttet under avsetningen av det følgende lag. Etter Kuenen bør det dessuten være klar grense mellom et lag med *convolute bedding* og lagene over og under. Noen slike grenser kan ikke påvises, og ingen av figurene viser noen slike diskontinuiteter. Som alt nevnt forekommer det heller ikke foldeakser i strukturene. Det er derfor ikke rimelig at de er dannet hydrodynamisk under sedimentasjonen.

Om froststrukturene *Würge-* eller *Taschenböden* uttaler WOLDSTEDT (1954) at strukturene oftest består av lag som på merkverdig vis er innfiltret i hverandre. Det dreier seg ikke om materialsortering innen de enkelte lag, men om forstyrrelser av lag som opprinnelig lå over hverandre. Woldstedt framholder at slike strukturer opptrer i finjordfraksjonene. Johnsson hevder også at slike strukturer ser ut til å forekomme bare i de finere fraksjoner. Woldstedt angir normaldybden for strukturene til å være 1–2 m, men det blir alminnelig framholdt at frostforstyrrelser kan skje på ulike dyp avhengig av materialets konsistens, uten at det derved kan avvike vesentlig fra det Woldstedt angir.

Konklusjonen må bli at det er frostvirkninger som er årsak til forstyrrelsene i Breimdalen og Hatlebrekke. Man kan stille spørsmålet om froststrukturer av dette slag kan dannes uten at det er perma-

frostforhold. Det synes imidlertid rimelig, på grunnlag av utforming, materialtype og plassering i forhold til overflaten, at strukturene kan korreleres med visse typer froststrukturer som f. eks. Johnsson og Woldstedt har behandlet, og som det er alminnelig antatt blir utformet i den opptinte sone over permafrostsonen ved gjenfrysing ovenfra. Det vil da oppstå en spenningsforskjell som medfører deformasjoner av lagene. Spenningen skyldes ulik hastighet når frosten trenger nedover, og dette har igjen sammenheng med jordartenes variasjon i kornstørrelse. BESKOW (1930) har framholdt at frysepunktet er en funksjon bl. a. av kornstørrelse, og at vann som inneholder de fineste partiklene fryser sist. Det fine materialet vil da få en slik konsistens at det kan vandre.

Klima og tid for dannelsen av froststrukturene

Ut fra slike froststrukturer må man kunne trekke slutninger om klimaforholdene. Johnsson hevder således at noen frostfenomener, som f. eks. iskiler og *Würge-* eller *Taschenböden*, indikerer et kontinentalt-arktisk klima som medfører dannelse av evig tele. Dersom evig tele skal dannes, forlanges det en årsmiddeltemperatur ikke høyere enn -2°C . Johnsson regner med at det i sydligste Sverige var evig tele under eldste Dryas-tid og at telen trolig ikke forsvant før i Allerødperioden. Når det gjelder spor etter evig tele i Sverige fra yngre Dryas-tid, framholder Johnsson (1962): «As the ice-wedges in question are found as far north as the Middle-Swedish terminal moraines, it is evident that some of them were formed as late as the Younger Dryas, i.e. not later than the year 10 000». Funn i Nederland tyder også på at evig tele igjen opptrådte i denne perioden. Van der Hammen og Maarleweld (JOHNSON, 1956) har således framholdt at avsetninger fra Allerød ofte er forstyrret, tydeligvis ved kryoturbate bevegelser under yngre Dryas-tid.

Dersom froststrukturene i Breimdalen og Hatlebrekke er dannet under permafrostforhold, må de være utviklet i en ekstremt kald periode i postglacial tid, eller før den generelle postglaciale klimaforbedring gjorde seg gjeldende. I sistnevnte tilfelle må de altså være fra yngre Dryas-tid eller eldre. Etter det vi nå vet, ikke minst på grunnlag av pollenanalytiske arbeider, kan man trolig utelukke den

mulighet at utformingen har skjedd i postglacial tid. Under nevnte forutsetning må man da anta at dannelsesperioden er yngre Dryas-tid. Videre må man etter dette vente at Ra-tidens avsetninger ligger innenfor disse områdene. Denne konklusjon på grunnlag bare av et par lokaliteter, må selvsagt bare betraktes som en mulig løsning.

Man skulle kanskje vente at en klimaforverring som medførte permafrostforhold skulle tilsi kraftig vekst og relativt store framstøt av breer i fjellområdene like øst for disse lokaliteter, slik at disse ble dekket av ismassene. Lav temperatur og stor nedbør ville trolig føre til en slik utvikling. Imidlertid kan det kanskje tenkes at klimaet var kaldt og relativt tørt, slik at framstøtene ikke ble så store.

Ved munningen av Myklebustdalen, en hengedal til Breimdalen (Fig. 1), er dalbunnen oppfylt av store mengder kjempesvære blokker. Blokkfeltet er over 3 km langt og omlag 1 km bredt. Noen av blokkene er nesten store som hus, og blokker på over 1 kbm ser ut til å dominere. Blokkfeltet er trolig en endemorene som vitner om et breframstøt som ikke nådde fram til Breimdalen, men stanset opp noen få km øst for området med froststrukturene.

Andre, store randmorener er også påvist i relativt nærliggende områder (Fig. 1). På sydsiden av Nordfjordens indre del er der således på O. HOLTEDAHL og B. G. ANDERSENS «Glacial map of Norway» en randmorene som er flere mil lang (O. HOLTEDAHL, 1960). Den fortsetter over fjorden og kan også følges på fjordens nordside, men her er den mer usammenhengende. Ved Hope, i bunnen av Hyenfjord, ligger en betydelig endemorene. Den marine grense ved Hope er av KALDHOL (1912) oppgitt til 59,0 m o. h. I bunnen av Gloppenfjord, ved Sandane, mener jeg at marin grense er ca. 71 m o. h., mens den utenfor fjordbunnen er noen få m høyere. Også tallrike blokker av devonkonglomerat som ligger langs Gloppenfjorden, vitner ved sin beliggenhet i forhold til marin grense om at isen kalvet i Hyen- og/eller Ålfotenområdet etter at isen hadde trukket seg tilbake fra Sandane. Morenen ved Hope kan derfor være fra samme periode som morenen ved Myklebustdalens munning.

C^{14} -dateringer av skjell synes å antyde at kyststrøkene på Vestlandet ble isfri forholdsvis tidlig. REITE (pers. medd.) opplyser at datering av skjellmateriale i leire fra Sykkylven, Sunnmøre (Fig. 1), viser en alder på $11\,620 \pm 100$ år, altså Allerødtid. Over den skjell-

førende leiren ligger et lag stein- og blokkførende leire. Reite tolker ikke dette som morene, men som utglidningsmateriale. CARLSSON (NYDAL, 1964) har drevet undersøkelser i traktene omkring Sognefjorden, og framholder at ingen isfrontdeltaer eller endemorener er kjent fra hovedfjorden. I sidedalene opptrer imidlertid to randmorener, hvorav den eldste skulle være samtidig med Ra-morenen i Oslofjorden. C¹⁴-datering av skjellmateriale fra Instevik, Kyrkjebø (Fig. 1), viser $10\,250 \pm 440$ år, og støtter således Carlssons oppfatning.

I Bergen-Os-området (Fig. 1), viser imidlertid C¹⁴-dateringer av skjell at lokaliteter der dette materiale er funnet, ble dekket av is i yngre Dryas-tid. (H. HOLTEDAHL, 1964). Skjellmateriale i marin leire ved Lundetre, Os, hadde en alder på $10\,050 \pm 250$ år, dvs. at faunaen levde i siste del av yngre Dryas-tid. Holtedahl framholder at leiren synes å ha vært dekket av morene. Ved Osøyri, Os, gav datering av skjellfragmenter i leirig morene alderen $10\,150 \pm 300$ år. Det kan videre nevnes at tilsvarende dateringer fra Ulven, Os og Florida, Bergen, viser henholdsvis $11\,500 \pm 300$ og $11\,700 \pm 150$ år. Skjellene var her funnet i morene. På grunnlag av dette hevder Holtedahl at breframstøtet må ha funnet sted mot slutten av yngre Dryas-tid, og at isfronten ved maksimal utbredelse i Ra-tid må ha ligget like i nærheten av Os-området.

Dette forhold, at isen i Bergensområdet nådde så langt vest i Ra-tid, skulle muligens tyde på at den ikke kan ha ligget så langt øst i Sogn og Fjordane som antydnet ovenfor. I denne forbindelse må det nevnes at I. UNDÅS (1963) regner med at Ra-tidens brefront endte i havet like utenfor kysten av Sogn og Fjordane.

Dersom det virkelig kreves permafrost for å få dannet såkalte permafroststrukturer som iskiler, lomme-, kjertel- og rynkejord, kan man ikke vente å finne slike strukturer lavere enn Ra-tidens marine grense. Dersom froststrukturer av dette slag blir påvist, og det, som i Breimdalen og Hatlebrekke, ikke finnes spor etter noen brebevegelse over sedimentene med froststrukturene, må man også anta at Ra-tidens avsetninger ligger innenfor vedkommende lokalitet. Under slike forhold er det i Norge forholdsvis begrensede områder der slike permafroststrukturer kan opptre, men de bør trolig kunne påvises flere steder der egnet materialtype finnes, f. eks. på Jæren.

Dersom slike froststrukturer som her er beskrevet, blir funnet i

andre områder i Norge, under slike forhold som er nevnt ovenfor, må konsekvensen bli at utformingen av strukturene ikke krever permafrostforhold. Som nevnt må man regne med at det ikke var tilstrekkelig strenge klimatiske forhold etter Ra-tid.

LITTERATURHENVISNINGER

- BESKOW, G. V., 1930: Erdfliessen und Strukturböden der Hochgebirge im Lichte der Frosthebung. Geol. Fören. Stockholm Förh. 52: 622–638.
- HOLTEDAHL, H., 1964: An Alleröd Fauna at Os, near Bergen, Norway. Norsk Geol. Tidsskr. Bd. 44: 315–322.
- HOLTEDAHL, O., 1960: Geology of Norway. Norges geol. undersøk. No. 208.
- JOHNSON, G., 1956: Glacial-morfologiska studier i Södra Sverige. Medd. Lunds Universitet Geogr. Inst. Avh. nr. 30.
- 1962: Periglacial Phenomena in Southern Sweden. Geogr. Annalar 44, 3–4: 378–404.
- KALDHOL, H., 1912: Nordfjords kvartæravleiringer. Bergens Mus. Aarb. 3.
- KUENEN, PH. H., 1953: Significant features of graded bedding. Amer. Assoc. Petr. Geol. V. 37, no. 5: 1044–1066.
- NYDAL, R., 1964: Trondheim natural radiocarbon measurements 4. Amer. Jour. Sci. Radioc. Supp., 6: 280–290.
- RYE, N., 1963: Kvartærgeologiske undersøkelser i noen dalstrøk i Sogn og Fjordane. Hovedfagsoppg. Univ. i Bergen (Utrykt) (Unpubl. thesis).
- UNDÅS, I., 1963: Ra-morenen i Vest-Norge. J. W. Eides forlag, Bergen.
- WOLDSTEDT, P., 1954: Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs, I. Stuttgart.

Godkjent for trykning desember 1965

Trykt juni 1966



Fig. 1. Parti av snittflaten, Breimdalen. Soner med uregelmessige strukturer er avmerket med piler. Strukturene er særlig godt utviklet i den øverste sonen.
— *Section in terrace (Breimdalen) showing strongly distorted silt and sand layers (indicated by arrows). The upper zone shows especially well-developed structures.*



Fig. 2. Et utsnitt av den øverste sonen. Strukturene ser ut som rynkejord. —
Close view of the upper distorted layer in Fig. 1.

PLANSJE 2

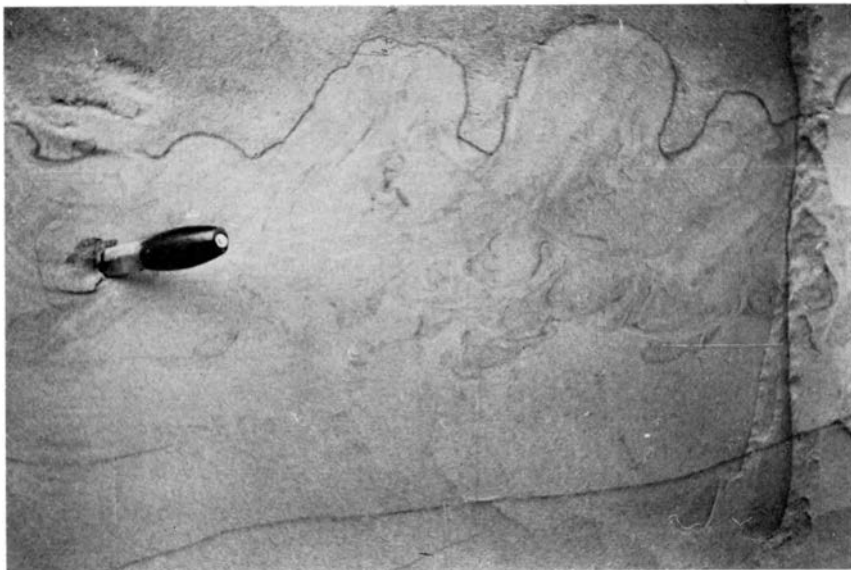


Fig. 1. Utsnitt av øverste frostforstyrrelsessone (Breimdalen). Lommejord øverst på bildet. — *Involutions or 'Brodelsboden' and strongly distorted layers of silt and sand (Breimdalen).*



Fig. 2. Tredimensjonalt snitt i øverste frostforstyrrelsessone (Breimdalen). Bildet viser lommejord, kjerteljord og rynkejord. — *Three-dimensional section in Breimdalen. The left and right surfaces are parallel, and the middle surface at a right angle to these. No fold axes occur in these structures ('Brodelsboden').*

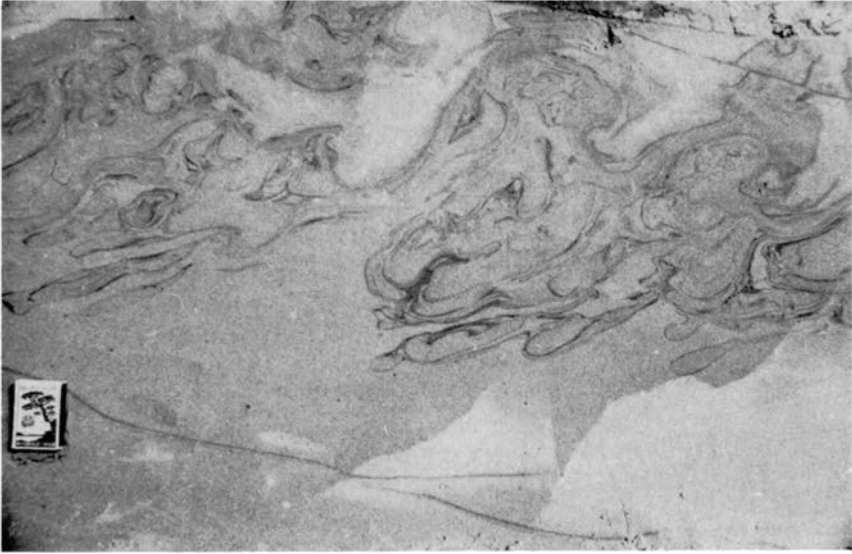


Fig. 1. Rynkejord og lommejord i øverste sone (Breimdal). — *Distortions from the upper zone (Breimdal).*



Fig. 2. Froststrukturer i nederste sone (Breimdal). Materialet er her gjennomgående noe finere enn høyere oppe i snittet. — *Distortions from the lower zone (Breimdal). The material here is generally somewhat finer than higher up in the section.*



Fig. 1. Kjerteljord ved Hatlebrekke. — *Distortions in silty and sandy sediments at Hatlebrekke.*



Fig. 2. Iskile (?) ved Hatlebrekke. — *Ice-wedge fill (?) in deposit at Hatlebrekke.*