

Lokalglacijasjon på Sunnmøre

(On the Mountain Glaciation of Sunnmøre, West Norway)

Av

Arne J. Reite.

Abstract

Terminal moraines deposited by cirque glaciers are described from Sunnmøre, West Norway.

Radiocarbon dating indicates that the fjord districts were free from inland ice in Allerød time. The mountain glaciation most likely occurred in Younger Dryas time, when the glaciation limit was situated 600 m lower than today.

Innledning

Arbeidet er utført ved Geologisk institutt, Universitetet i Bergen, og ved Norges geologiske undersøkelse. Jeg vil takke dem som har hjulpet meg under arbeidet, både ved stimulerende diskusjoner og med rentegning av kart og diagrammer. En særlig takk til dosent dr. philos. H. Holtedahl og professor dr. philos. U. Hafsten.

Kyststrøkene på Sunnmøre består av et undulerende platå, oppdelt av fjorder og sund. Hvor fjellene er høyere enn 500 m fins godt utviklede botner, særlig i tilknytning til den flere hundre meter høye brattskrenten innenfor strandflaten.

I de høyeste fjellområdene i midtre fjordstrøk har botnbreene erodert seg så langt tilbake at det bare står igjen egger og horn mellom tilstøtende botner. I lavere fjelltrakter og i indre Sunnmøre er botnutviklingen kommet kortere.

Randmorener avsatt av lokalbreer viser at glaciasjonsgrensen en gang i sen- eller postglacial tid ble senket tilstrekkelig til at botnbreer kunne dannes. Noen av bretungene har nådd helt ned til datidens havnivå og lagt opp store randmorener. Det er da oftest mulig på grunnlag av marine terrasser i morenene å foreta en datering av breframstøtet i forhold til bestemte strandlinjenivåer. Disse randmorenene vil bli beskrevet forholdsvis inngående, mens andre blir omtalt mer summarisk.

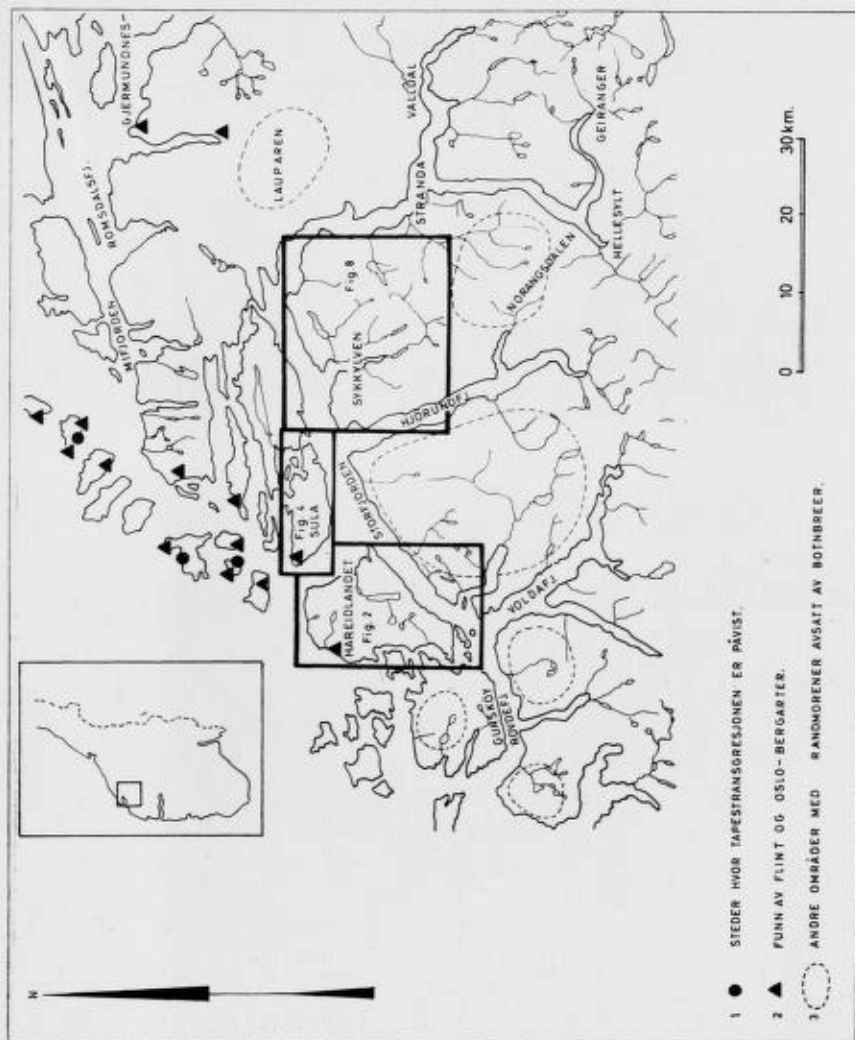


Fig. 1. Oversiktskart over Sunnmøre.

Sketch map of Sunnmøre. Legend: 1. Locality where *Tapes* transgression has been found. 2. Chert and Oslo rock material found below upper marine limit. 3. Other areas with terminal moraines deposited by cirque glaciers.

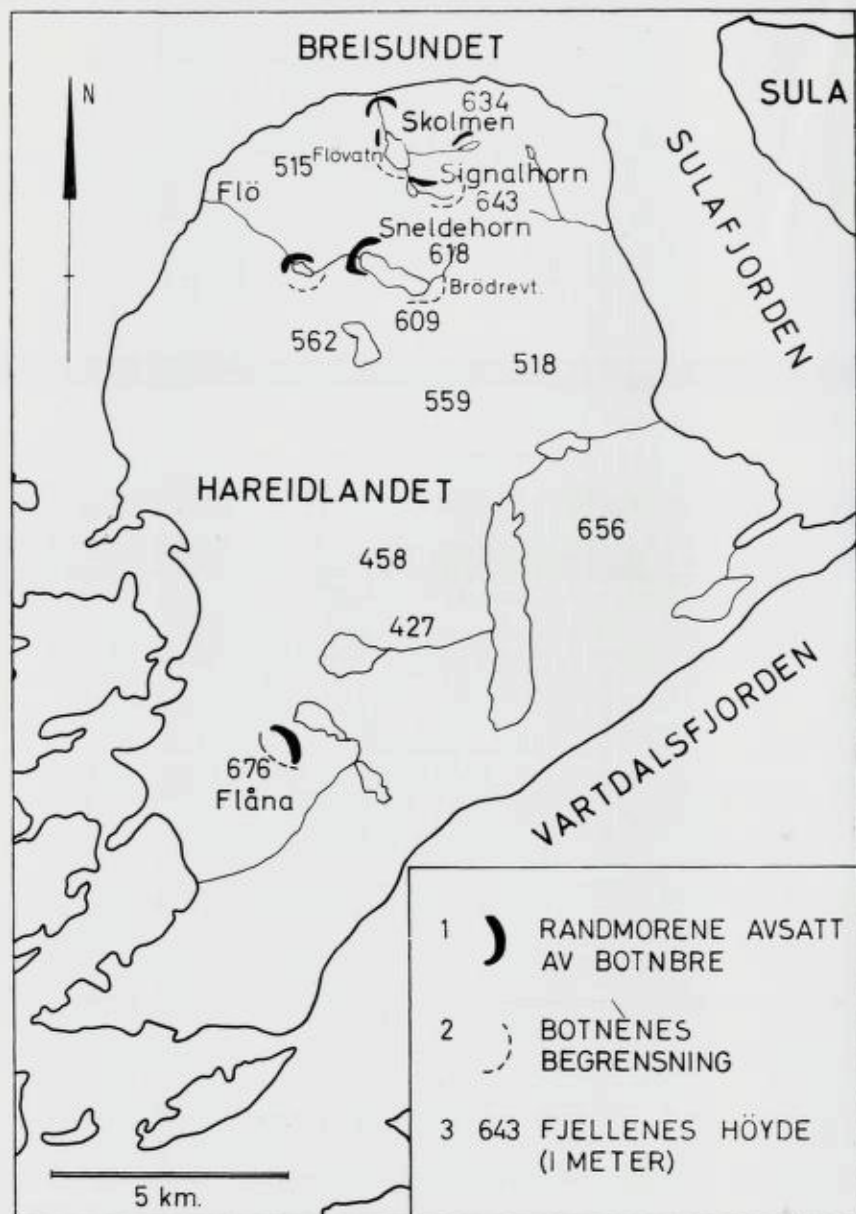


Fig. 2. Kartskisse over Hareidlandet.

Sketch map of Hareidlandet. Legend: 1. Terminal moraine deposited by cirque glacier. 2. Cirque. 3. Altitude of mountains (in metres).

Eldre arbeider.

De fleste kvartærgeologiske arbeider fra Sunnmøre behandler vesentlig terrassemålinger og skjellbankene, og omfatter derfor stort sett bare de deler av dalene som ligger under den senglaciale marine grense.

Kaldhol (1930, 1946) har omtalt randmorener avsatt av botnbreer i Sykkylven (fig. 1). Han mente at disse var avsatt i ratid, som han parallelliserte med Würm-istiden. Han var oppmerksom på at de høyeste marine terrasser i randmorener avsatt av lokalbreer er betydelig lavere enn ellers i dette fjordområdet, og påviste også et plutselig fall i den marine grense i indre deler av Storfjorden.

Heltzen (1948) har behandlet morfologien i Lauparenområdet på nordsiden av Storfjorden (fig. 1). Han finner randmorener avsatt av lokalbreer, men ingen av disse har nådd ned til havnivå.

Strøm (1956) har beskrevet randmorener fra Geirangertraktene, men det er ikke klart om disse er avsatt av botnbreer eller Bretunger fra innlandsisen.

Holtedahll (1960) har omtalt en rekke randmorener avsatt av botnbreer på øyene på Mørekyten, og mener at de tyder på så lav glaciassjonsgrense at de neppe kan være avsatt senere enn i Yngre Dryas tid.

Regional beskrivelse*Randmorenene på Hareidlandet.*

I dalføret innenfor Flø er to meget tydelige randmorener (fig. 2). Den nederste av disse demmer opp et lite vatn. Den 3—6 m høye, blokkrike moreneryggen kan følges sammenhengende rundt storparten av vatnet. Den andre randmorenen ligger i en bue rundt nedre del av Brødrevatnet og demmer opp dette (fig. 3). Morenen er avsatt av en bre som har ligget i en forsøkningsomgitt av 600 m høye fjell.

Mellom Sneldehorn og Signalhorn er en randmorene som sannsynligvis er avsatt av en botnbre. Det samme er tilfelle mellom Signalhorn og Skolmen, men disse morenene er ikke så tydelige som de andre på Hareidlandet. Det ser også ut til å ha vært en bre i botnen hvor Fløvatn ligger. Bretungen har trolig nådd helt ned til havnivå.

Lenger syd på Hareidlandet er der en tydelig randmorene foran en liten botn på nordsiden av det knapt 700 m høye fjell Flåna.

Randmorenene på Sula (fig. 4).

På nordsiden av Sula har tre botnbreer rykket fram helt ned til havnivå og avsatt store randmorener. Den østligste av morenene ligger ved Langevåg. Sidemorenene kan følges nokså langt oppover mot en botn på nordsiden av Tverrfjell.



Fig. 3. Randmorenen ved Brødrevatnet.

The terminal moraine at Brødrevatnet.

Snitt i randmorenen viser at den til dels består av glacifluvialt materiale med regelmessige skrålag som faller mot Hessafjorden (fig. 5). Over det glacialfluviale materialet ligger med meget skarp begrensning morenemateriale med 6 m mektighet. Det er ingen forstyrrelser i grenseflaten som ligger 22 m o.h. Kornfordelingen av materialet vil framgå av fig. 6.

Randmorenens beliggenhet viser at det ikke var en fjordbre i Hessafjorden på den tid botnbreen rykket fram. Det glacialfluviale materialet kan være avsatt under innlandsisens avsmeltning eller det kan være et delta som ble bygget ut i en tid med voksende botnbreer i Tverrfjellområdet. Senere har breen rykket fram og glidd over en del av deltaet.

Vest for Sandvik har en bre fra en botn i den steile brattskrenten innenfor strandflaten nådd helt ned til havnivå. Sidemorenene er meget tydelige. Morenematerialets kornfordeling framgår av fig. 6.

I den vestligste sidemorenene er en tydelig abrasjonsterrasse 21 m o.h. De skarpt ryggformete sidemorenene som fortsetter ned til denne høyde viser at havet ikke kan ha stått høyere enn dette etter at randmorenen ble avsatt. Også utenom randmorenen er en meget tydelig terrasse i samme høyde.

Noen hundre meter lenger vest er der en randmorene av samme type (fig. 7).

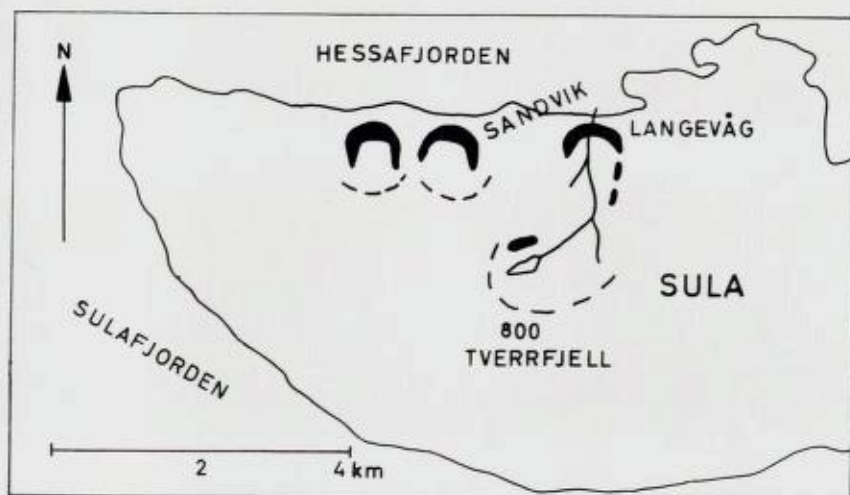


Fig. 4. Kartskisse over Sula.

Sketch map of Sula. Legend: See fig. 2.

Randmorenen har en markert ryggform og når ned til 24 m o.h. Dersom havet etter morenens dannelse hadde nådd så høyt som dette, ville sidemorenene uten tvil ha blitt utjevnet, da havet her står på med stor kraft.

Høyden av abrasjonsterrassen i den midtre randmorenen på Sula er omtrent den samme som høyden av det glacifluviale materialet i randmorenen i Langevåg. Dette kan tyde på at det glacifluviale materialet er et delta som ble dannet kort tid før breen fra Tverrfjell rykket fram.

Randmorenene i Sykkylven.

I dette området er tallrike, meget tydelige randmorener avsatt av botnbreer. Mange av breene har nådd helt ned til havnivå. Beliggenheten av morenene viser at det ikke var en fjordbre i Sykkylvsfjorden under breframstøtet.

Halvøya mellom Sykkylvsfjorden og Hjørundfjorden (fig. 8).

I dalføret innenfor Hundeidvik er en randmorene 2 km fra fjorden, avsatt av en bre som har kommet fra noen botner lenger inne i dalføret. Moreneryggen er 3—10 m høy og består av blokkrikt materiale. Den kan følges minst 500 m.

På nordsiden av Skopshorn finnes store randmorener foran botnene. Randmorenen rundt Sætsvatna er mindre tydelig enn de andre, men det skyldes i hvert fall delvis at det er ganske dyp torvmyr utenfor morenen. Inne i botnen



Fig. 5. Snitt i randmorenen i Langevåg.
Section in the terminal moraine at Langevåg.

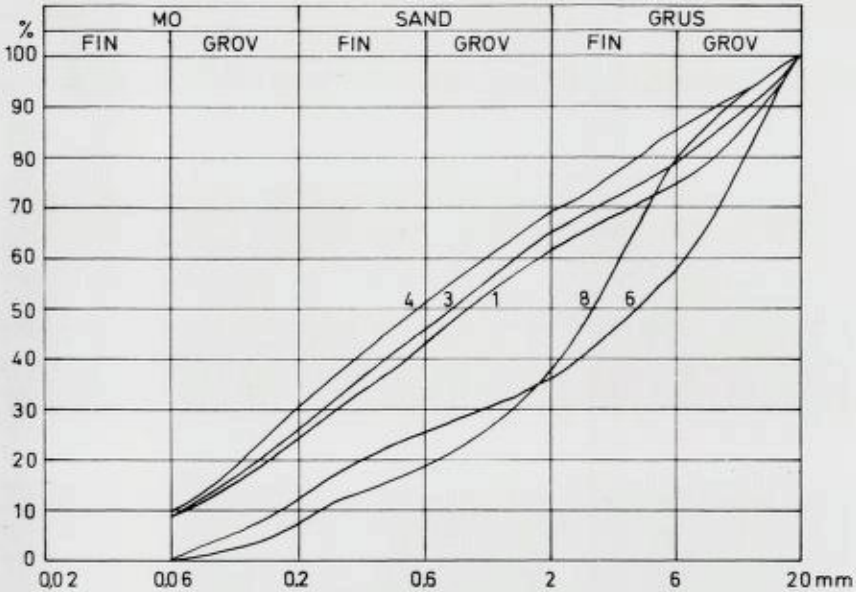
er sidemorenene tydelige. Botnbrens mektighet ser ut til å ha vært mer enn 100 m.

På Riksheim er en stor randmorene avsatt av en 6 km lang dalbre som har kommet fra noen botner helt over mot Hjørundfjorden. Sidemorenene kan følges til 400 m høyde. Videre innover dalen er dalsidene så bratte at morenematerialet ikke er blitt liggende. I dette dalføret er det tydelige skuringsstriper i NØ-lig retning. Godt utformede støt- og lesider viser at denne isbevegelsen har vært langvarig.

Randmorenen består for det meste av blokkrikt, grusholdig morenemateriale (fig. 6), men det er også en del linser av glaci-fluvialt materiale.

Utenfor den nordligste sidemorenene er et stort delta. Høyden av deltaets framkant er 49 m o.h., toppen på deltaet ligger 51 m o.h. Det består av grus og sand, lagningen viser et regelmessig fall mot øst. Materialtilførselen ser derfor ut til å ha vært fra Riksheimdalen. Deltaet grenser til sidemorenene, men da skikkelige snitt mangler er det ikke mulig å avgjøre om det fortsetter inn under denne.

Riksheimelva har nå skåret seg gjennom morenen. Syd for elva er det i randmorenen en stor terrasse som uten tvil er dannet ved at elva har planert



NR	STED	DYP	Md	So ¹⁾	MERKNAD
1	RANDMORENEN I LANGEVÅG	3 m	0,95	1,39	
3	RANDMORENEN PÅ RIKSHEIM	2 m	0,80	1,47	
4	RANDMORENEN PÅ VELLE	5 m	0,60	1,30	
6	RANDMORENEN VEST FOR SANDVIK	1,5 m	4,7	1,12	NOE UTVASKET
8	LANGEVÅG GL. FLUV.	6 m	3	0,77	

$$1) \quad So = \log \frac{0,75}{0,25}$$

Fig. 6. Kornfordelingsdiagram.
Grain-size distribution.

morenen. Høyden av terrassen er 49 m o.h., og da dette stedet ligger like ved tjorden angir terrassen den marine grense den tid elva hadde sitt løp her. Akkumulasjonen av deltaet og dannelsen av elvterrassen har derfor trolig skjedd på omtrent samme tid.

Sidemorenene har en markert ryggform og fortsetter nedover til ca. 50 m o.h. Dette tyder på at havet ikke har stått høyere enn 50 m etter at randmorenen ble avsatt.

På Straumsheim er en randmorene avsatt av en bre som har kommet fra to botner på nordsiden av fjellet Trollkyrkja. I denne morenen er ingen tydelige terrasser.

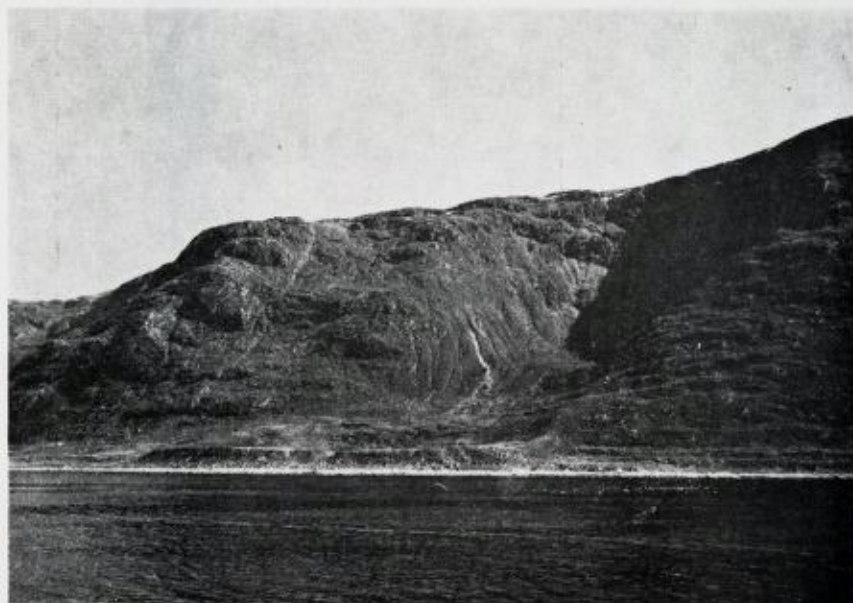


Fig. 7. Den vestlige randmorenen på Sula.
The westernmost terminal moraine on Sula.

Sidemorenene er opptil 50 m høye og kan følges sammenhengende et par km til 400 m høyde. Lenger inne i botnen er en 200 m lang morenerygg som trolig er en del av sidemorenen.

Randmorenene i Velledalen (fig. 9).

I Velledalen er en rekke randmorener avsatt av botnbreer som har kommet fra de opptil 1600 m høye fjellene vest for dalen. På den tid breframstøtet skjedd, nådde en fjordarm langt opp gjennom dalføret.

Randmorenen på Fet er avsatt av en bre som har kommet fra en forsinking i fjellsiden innenfor. Den nordligste sidemorenen kan følges til 500 m høyde. Inn mot fjellsiden mellom sidemorenene er en ganske stor forhøyning av storblokkig materiale, som trolig har rast ned fra en hengende botnbre etter at breen trakk seg tilbake fra sin maksimale utbredelse.

I randmorenen er en ganske tydelig terrasse. Kaldhol (1946) har ved nivelering bestemt høyden til 53—54 m o.h.

På Velle er en liknende randmorene som på Fet. Den ene sidemorenen kan følges til 600 m høyde. Kornfordelingen av materialet vil framgå av fig. 6.

Mellom Velle og Brunstad er tydelige randmorener avsatt av to breer som

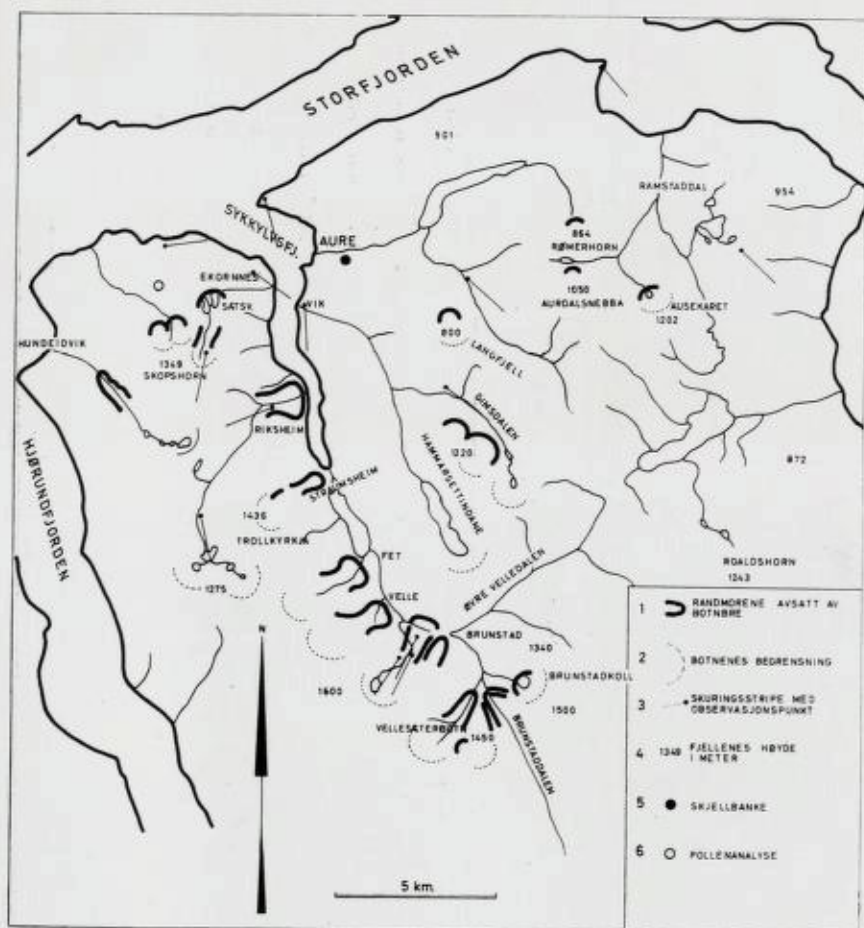


Fig. 8. Kartskisse over Sykkylven.

Sketch map of Sykkylven. Legend: 1. Terminal moraine deposited by cirque glacier.

2. Cirque. 3. Glacial striae with point of observation. 4. Altitude of mountains (in metres). 5. Sites of molluscan shells. 6. Locality for pollen analyses.

har rykket fram fra botner på dalens sydside. Breene har demmet opp et vatn i Øvre Velledalen (fig. 9). I dette isdemte og senere morenedemte vatnet ble det avsatt et stort delta. Deltaets største høyde er 115 m o.h., mens framkanten ligger 93 m o.h. Materialtilførselen har vært fra Brunstaddalen med sidedaler, hvor det på denne tid har vært flere breer ikke så langt fra deltaet. Det kan også ha vært en viss materialtilførsel fra Øvre Velledalen. Snitt i de distale deler av deltaet viser regelmessige skrålag av grus og sand.

Høyden av deltaet er for stor til at det kan være avsatt i havet, da den sen-glaciale marine grense ved Sykkylvsfjorden er lavere enn 80 m o.h.

På dalens nordside er en dyp renne i morenemateriale (fig. 9). Hvor rennen begynner er bredden 15 m og dybden 2—3 m. Lenger nede er bredden mer enn 50 m. Høyden ved innløpet er 97 m o.h., men rennen kan tidligere ha vært et par meter dypere da noe materiale kan ha raset ned fra dalsiden.

Rennen kan følges mer enn 1 km og ender i et stort delta på garden Velle. Et 30 m høyt snitt viser at materialet er grus og sand mens topplaget består av stein og blokker. Lagene har et regelmessig fall fra dalsiden utover mot dalbunnen, noe som passer godt med materialtilførsel gjennom rennen.

Bortsett fra materiale i suspensjon ville alt materiale elvene fra Brunstaddalen og Øvre Velledalen førte med seg bli avsatt i den isdemte sjøen. Materialtilførselen til deltaet på Velle må derfor ha vært fra breelver fra Ringdalsbreen, dessuten har elva fra den isdemte sjøen erodert kraftig i morenemateriale breen førte med seg.

På deltaet, som ligger 58 m o.h., sees noen grunne renner etter tidligere elveløp. Høyden angir på det nærmeste den marine grense på den tid avsetningen fant sted. Rester av glaci-fluvialt materiale langs dalsiden i samme høyde som deltaet tyder på at en del av det er blitt fjernet ved senere elveerosjon.

I Ringdalsmorenen er 57 m o.h. utformet en stor terrasse i morenemateriale (fig. 9). På den tid Sykkylvsfjorden nådde til Velle, måtte dette stedet ligge godt beskyttet mot marin abrasjon. Det er derfor mest sannsynlig at terrassen er dannet ved at elva har planert randmorenen. Høyden av terrassen er omtrent den samme som på deltaet på Velle. Dette tyder på at sidemorenen er blitt gjennombrutt av elva kort tid etter at breen trakk seg tilbake. Det kan også tenkes at havnivået har vært omtrent det samme i lenger tid.

Ringdalsbotnen er nesten helt renskrapet for løsmateriale. Skuringsstriper viser at isen har beveget seg i retningen N 25° Ø, og rundsva med godt utformete støt- og lesider viser samme isbevegelsesretning.

Brunstaddalen med sidedaler (fig. 8 og 9).

Nedenfor Brunstadsæter er en randmorene som består av flere rygger av storblokkig morenemateriale, særlig er den tydelig på dalens vestside.

Under Brunstadkoll er en storblokkig randmorene som går i en bue rundt vatnet (fig. 10). Denne morenen er trolig samtidig med lokalglaciasjonen ellers i området.

En randmorene i Vellesæterbotn viser at der har vært en stor botnbre. Begge sidemorenene er tydelig og kan følges et par km. Isens største mektighet har vært ca. 200 m.



Fig. 10. Randmorene under Brunstadkoll.
The terminal moraine at Brunstadkoll.

Sydøst for Vellesæterbotn ligger en liten randmorene som demmer opp et vatn. Da Gullmordalsbreen ligger like inne i denne trange dalen, kan randmorenen godt være fra et senere tidspunkt enn de andre. Den nesten helt manglende vegetasjon tyder på dette.

Området mellom Sykkylvsfjorden og Storfjorden (fig. 8).

I dette området er fjellene betydelig lavere enn vest for Sykkylvsfjorden, men også her fins randmorener som utvilsomt er avsatt av botnbreer.

I Gimsdalen har to breer rykket fram fra nordsiden av Hammarsettindane og avsatt tydelige randmorener. Lenger inne i dalen er en stor botn med mye storblokkig morenemateriale. Her er ingen tydelig randmorene, men også her har det trolig vært en botnbre.

Under den nordvestlige del av Langfjell er en 4—8 m høy randmorene som kan følges som en sammenhengende bue foran botnen. Fjellet innenfor morenen er bare 800 m høyt, og skilt fra den betydelig høyere sydlige del av Langfjell av en dyp forsenkning. Dette er laveste fjell i Sykkylven hvor det har vært en botnbre etter at innlandsisen smeltet bort.

En bre fra botnen nord for det 1200 m høye Ausekaret har avsatt en rand-

morene. Under Aurdalsnebbå og det 864 m høye Rømerhorn er små rygger av morenemateriale. Beliggenheten av morenene tyder på at de er avsatt av botnbreer.

På sydsiden av Rømerhorn er store rygger som består av blokker og stein. Ryggene ser ut til å være dannet ved at blokker fra det sterkt frostsprengte fjellet innenfor har glidd nedover en snøfonn eller en bre. Avstanden fra ryggen til urda innenfor er ofte ca. 30 m. Fjellskråningen er sydvendt og snøen smelter nå bort tidlig om sommeren. Ryggene må derfor trolig være dannet under kaldere klima enn i nåtiden, og det er nærliggende å anta at de avsatt under klimaforverring som førte til at botnbreene rykket fram.

Andre områder med randmorener avsatt av lokalbreer

Randmorener foran botner viser at det har vært lokalglaciasjon også i andre deler av Sunnmøre. De viktigste områder er tegnet inn på fig. 1.

I de sydlige deler av Sunnmøre er det randmorener etter botnbreer i området syd for Rovdefjorden og på Gurskøy. På halvøya mellom Voldafjorden og Hjørundfjorden er tallrike randmorener som viser at dette området har vært et viktig glaciasjonssentrum.

Det er også funnet sikre spor etter lokalglaciasjon i Norangsdalen og på Stranda (syd og sydøst for Sykkylven). Som tidligere nevnt er det funnet randmorener avsatt av botnbreer i Lauparenområdet på nordsiden av Storfjorden (Heltzen, 1948).

Da jeg ikke har hatt flyfotografier over de østlige deler av Sunnmøre og feltarbeidet der er blitt begrenset til de største dalførene, har jeg ikke kunnet avgjøre om det har vært lokalglaciasjon i dette området.

Tidspunktet for lokalglaciasjonen på Sunnmøre

Under regionalbeskrivelsen har jeg for en rekke randmorener ment å kunne fastslå havnivået på den tid breframstøtet skjedde. Det viser seg at det høyeste terrassetrinn i randmorenene faller sammen med en meget markert abrasjonsterrasse som kan følges sammenhengende lange strekninger. På øyene består dette terrassetrinn oftest av et belte av fritt skylte, godt rundete steiner og blokker. Også lenger inne i Storfjorden er det som regel tydelig. Høyden av denne terrassen er på Sula 21 m o.h. Den stiger jevnt i østlig retning og er på Magerholm 36 m o.h.

Ved munningen av Sykkylvsfjorden er et markert terrassetrinn 44 m o.h. Dette trinn kan følges langs hele Sykkylvsfjorden, og er det høyeste terrassetrinn funnet i randmorener avsatt av lokalbreer. Høyden innerst i fjorden er 54 m o.h.

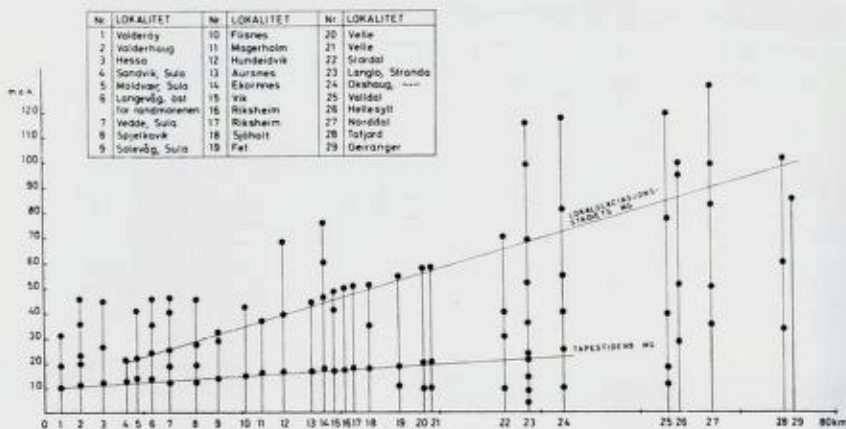


Fig. 11. Ekvidistant strandlinjediagram.

Ekvidistant shore-line diagram.

Dette terrassetrinn er uten tvil synkront og er derfor brukt til å bestemme isobaseretningen, som i dette området er $N 37^\circ \text{Ø}$. Denne retningen stemmer godt med den en finner for et lavere markert terrassetrinn, trolig fra Tapeetid.

Ekvidistansediagrammet (fig. 11) er framstilt ved at terrassehøyden innenfor et smalt belte er projisert på en linje med retningen $N 53^\circ \text{V}$, dvs. vinkelrett på isobaseretningen.

Av ekvidistansediagrammet framgår at det er to terrassetrinn som skiller seg ut. Det laveste av disse har Kaldhol (1946) ment var dannet i Tapeetid. Han bygger både på skjellfauna og forekomst av torv overleiret av strandvoller. Slike transgresjonsprofiler er beskrevet flere steder på Mørekynten, og et par nye lokaliteter er funnet under feltarbeidet (fig. 1).

Også lenger inne i Storfjorden er dette terrassetrinn meget markert, og det skulle ikke være noen fare for å forveksle det med andre trinn. Gradienten er bestemt til $0,25 \text{ m/km}$.

Det andre markerte terrassetrinn er det høyeste som fins i randmorener avsatt av lokalbreer. Som tidligere nevnt er dette terrassetrinn meget tydelig også utenom randmorenene. Da de høyeste terrasser i randmorenene på Sula og i Sykkylven faller på samme linje i diagrammet, tyder dette på at de er samtidige.

Når det gjelder randmorener som ikke når ned til havnivå, er det vanskelig å avgjøre om disse er samtidige med randmorenene langs fjorden, men da de synes å tyde på samme glaciasjonsgrense er det grunn til å anta dette.

Det er selvsagt meget vanskelig å avgjøre hvor lang tid det tok fra fjordene

ble isfri til botnbreene trakk seg tilbake. Hafsten (1956) har funnet at den gjennomsnittlige strandlinjeforskyvning i Oslo-området i preboreal tid var 11 m/100 år. Nå er den marine grense der omtrent tre ganger så høy som i Sykkylven, så en strandlinjeforskyvning på 25 m må trolig ha tatt noen hundre år, kanskje betydelig lengre.

C-14-dateringer fra Bergenshalvøya (Holtedahl, 1964) og Aure, Sykkylven, synes å tyde på at kyststrøkene på Vestlandet ble isfri i Allerød tid. Dette gjør en slik sammenlikning enda mer usikker enn den ellers ville være, da en kjenner lite til de eustatiske og isostatiske forhold i tidsrommet Allerød — preboreal.

Drivstransportert materiale i Romsdalsfjorden og de ytre deler av Storfjorden.

På Gjermundnes ved Romsdalsfjorden (fig. 1) har Kaldhol (1912, 1946) funnet store mengder bergarter fra Oslo-feltet, særlig rombeporfyr og larvikitt. Han har dessuten funnet atskillig flint. Antallet av slike ledeblokker er ifølge Kaldhol minst 1000 bare på Gjermundnes. Flyttblokker av samme type er også funnet lenger inne i Romsdalsfjorden. Blokkene er funnet i sand og leir over morenemateriale, og bare lavere enn 50 m.o.h.

På flere av øyene på Sunnmøre har jeg funnet flyttblokker av liknende type (fig. 1). Blokkene er for det meste funnet i fjæra. De består ofte av rombeporfyr, videre er kalksteiner, sandsteiner og larvikitt forholdsvis vanlige. Det er også funnet noen få blokker av polymikte konglomerater, utvilsomt fra devonfeltene i Sogn og Fjordane.

Oslo-bergartene og flinten må være transportert av isfjell. For transport over kortere strekninger kan nok vinteris være av stor betydning, men nordover langs Norges vestkyst er en slik transport lite sannsynlig.

Funn av Oslo-bergarter og flint i Romsdalsfjorden og de ytre deler av Storfjorden viser at fjordene var helt eller delvis isfri på en tid da innlandsisen nådde havet i en kalvingsfront i Oslo-området. Dette kan ikke ha skjedd senere enn i ratid.

Forholdet mellom den senglaciale marine grense og Tapes tidens marine grense.

Nansen (1922) har stilt opp en empirisk formel for å beregne Tapesstrandlinjen når den senglaciale marine grense er kjent, eller omvendt å beregne den senglaciale marine grense når Tapesstrandlinjen er kjent:

$$h = H \times 0,315 + 3,4$$

hvor h er høyden av Tapesstrandlinjen og H er høyden av den senglaciale marine grense.

Nansen fant at denne formel var tilnærmet riktig langs hele Norges kyst. Største avvik var + 2,8 m og — 2,7 m, og han mente dette skyldtes unøyaktige målinger.

Kaldhol (1946) har funnet at denne formel stemmer meget dårlig for Møre og Romsdal. Ved å sette inn høyden for et lavere markert terrassetrinn (lokalglacijasjonsstadiets marine grense) i stedet for den senglaciale marine grense fant han at overensstemmelsen var god.

Grunnen til at Nansens empiriske formel ikke synes å gjelde i dette området kan være at fjordene på Møre ble tidligere isfri enn de områder Nansen hadde sine terrassemålinger fra. Det høyeste terrassetrinn vil da ikke være synkront, og en skal ikke vente samme enkle forhold mellom den marine grense i senglacial tid og i Tapeetid.

C-14-datering av skjellforekomsten på Aure, Sykkylven (fig. 8).

I en skjæring øst for idrettsplassen på Aure fantes skjellførende leire under et stein- og blokkrikt leirlag. Finnestedet ligger ved det for lengst nedlagte Aure teglverk, hvor Kaldhol har beskrevet følgende snitt:

Sandlag	5 — 6 m
Leirlag, ingen fossiler, mengder av stein	1 m
Fossilførende leire	3 m
Leire uten fossiler	2 m
Sand, ukjent mektighet	

Snittet var nå dårlig, slik at bare den skjellførende leira og det stein- og blokkrike laget var synlig, men det er utvilsomt samme lokalitet som Rekstad (1907), Kaldhol (1908) og Øyen (1924) har omtalt.

Finnestedet ligger ca. 14 m o.h. Følgende arter mollusker ble funnet: *Mya truncata*, *Cyprina islandica*, *Saxicava arctica*, *Pecten islandicus*, *Macoma calcaria* og *Astarte elliptica*. Kaldhol og Rekstad angir en langt mer omfattende fossiliste, men under feltarbeidet ble det bare tatt sikte på å samle materiale til C-14-datering.

Foruten skjell har Rekstad av teglverksbestyreren fått tilsendt et trestykke av or som var funnet i leira. Dessuten er det funnet en ryggvirvel av storkobb (*Phoca barbata*), og Øyen har funnet et ben av spitsbergenalken (*Uria arctica*).

Skjellene er for større arters vedkommende oftest oppknust, men stykkene ligger som regel på plass. De er godt oppbevart.

C-14-datering av en skjellprøve (*Cyprina islandica*) gav resultatet 11620 ± 120 år før nåtiden. Forutsatt at dateringen ikke er beheftet med for store feil tilsvarer dette Allerød tid. Dateringen viser med det forbehold som er tatt

ovenfor at Sykkylvsfjorden var isfri på denne tid. Da denne grunne fjordarmen er omgitt av meget høye fjell, er det grunn til å tro at hele Storfjorden var isfri.

Trestykket av or som ble funnet i leira kan ikke skrive seg fra vegetasjonen på stedet i Allerød tid. Det kan være drivved, men det er kanskje vel så sannsynlig at det har kommet inn i leira ved senere utglidninger.

Nå ligger det over leiravsetningen et delta som ser ut til å være avsatt mens havnivået var ca. 30 m høyere enn i nåtiden. Da Tapestedens marine grense her er antatt å være ca. 17 m.o.h. (fig. 11), må deltaet være dannet på et tidligere tidspunkt.

Det stein- og blokkførende laget kan enten være morenemateriale eller marin leire med stein og blokker transportert av isfjell under lokalglaciasjonsstadiet, da tallrike botnbreer kalvet i Sykkylvsfjorden.

Øyen (1924) har omtalt basalplater av balaner på stein som fantes i leira, men det framgår ikke klart om dette også gjelder det øvre stein- og blokkrike leirlaget. Han har som Kaldhol funnet en sterk økning av blokkinnholdet i den øverste meter av avsetningen, men han har ikke tatt noe standpunkt til om det er marin leire eller ikke.

På den tid skjellene ble samlet inn var det ikke mulig å foreta større gravinger, da skråningen skulle dekket med grastorv. Jeg antok da at det stein- og blokkførende laget var morenemateriale (Reite, 1963).

Dersom en bre i Sykkylvsfjorden hadde nådd til Aure skulle en vente å finne markerte randmorener langs fjorden, særlig hvis det hadde vært et kraftig breframstøt. Randmorener fra en fjordbre mangler, men det er store mengder morenemateriale til Ekorntnes. Morenematerialet kan imidlertid være avsatt under innlandsisens tilbaketrekning. Den høye marine grense langs Sykkylvsfjorden bortsett fra i randmorener fra lokalbreer tyder også på at det ikke har vært noe sent breframstøt til Aure.

Det er derfor mest sannsynlig at det stein- og blokkførende laget er marin leire med grovere materiale transportert av isfjell. Oppknusingen av skjellene kan ha skjedd ved senere utglidninger i leirmassene. Dette kan også forklare at et trestykke av or er blitt rotet inn i leira.

Øyen henførte fossilene til sitt *Mytilus*nivå, mens Kaldhol mente de var fra 1. interglacialtid, noe som ikke viste seg å være tilfelle.

Pollenanalyse.

For om mulig å komme fram til tidspunktet for innlandsisens bortsmeltning er det blitt tatt prøver for pollenanalyse. Sunnmøre ligger langt fra områder hvor det er foretatt omfattende pollenanalytiske undersøkelser. En sammen-

Eid mellom Hundeidvik og Ekornnes, Sykkylven, Møre og Romsdal ca. 100-120 m o.h.

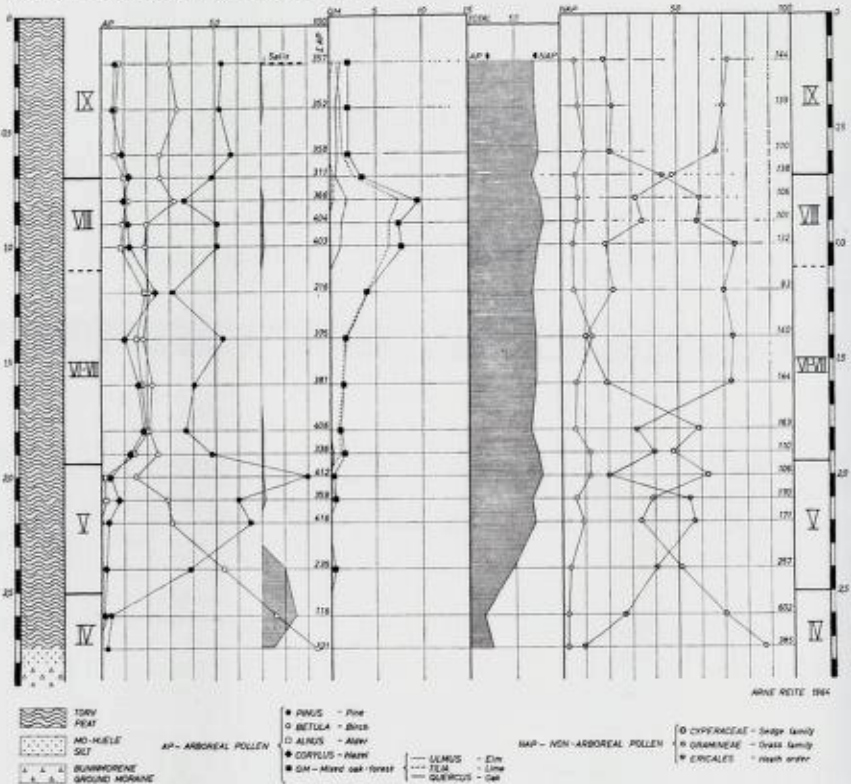


Fig. 12. Pollendiagram fra myr mellom Ekornnes og Hundeidvik, Sykkylven.
 Pollen diagram from peat-bog between Ekornnes and Hundeidvik, Sykkylven.

likning med vegetasjonsvekslingen i fjerntliggende steder som Bømlo, Jæren og Oslo-området vil derfor bli usikker.

Prøvene ble tatt i en stor myr på eidet mellom Hundeidvik og Ekornnes (fig. 8). Vegetasjonen på myra i nåtiden består av røsslyng på tuer og rabber, ellers er det mest gras og halvgras. Det er noen få forkrøblete furutrær.

Prøvene ble for den dypeste del av myra tatt med en Hiller prøvetaker, fra de øverste 130 cm i en godt opprensket skjæring.

Prøvene ble behandlet med KOH og acetolyse, og farget med fuchsin. Det ble tatt sikte på å telle minst 400 treslagpollen (AP), men da noen av prøvene inneholdt svært lite treslagspollen i forhold til urtepollen (NAP) ble det talt færre AP i disse. Bortsett fra ett tilfelle har summen av AP og NAP vært mer enn 500.

AP-diagrammet viser variasjonen i pollenmengde av de viktigste treslag. Kurven for *Salix* er tegnet med større målestokk, og eikblandingskogen (QM) er skilt ut i et eget digram med større målestokk, da pollen av disse treslag er sparsomt tilstede.

Totaldiagrammet viser forholdet mellom treslagspollen (AP) og urtepollen (NAP).

NAP-diagrammet omfatter pollen av lyngordenen (Ericales), grasfamilien (Gramineae) og halvgrasfamilien (Cyperaceae).

Soneinndelingen (sonene angitt med romertall) er etter Jessen (Jessen, 1935). Denne inndelingen er basert på vegetasjonsvekslingen. For å avgjøre om sonegrensene i områder som ligger langt fra hverandre er synkrone er det nødvendig med absolutt datering, men slik datering er ikke foretatt i dette området.

AP-diagrammet viser at bjørk dominerer i de dypeste spektra. Bjørkepollenmengden avtar jevnt, samtidig som furupollen blir mer vanlig. Det fins en del pollen av *Salix*, og mengden av urtepollen er meget stor. Det er derfor sannsynlig at de dypeste deler av profilet omfatter sone IV — preboreal (Fægri, 1940, 1944, Hafsten, 1956).

Mengden av furupollen øker jevnt og når hele 90 % av AP. Hasseipollen blir mer vanlig, men når først et maksimum omtrent samtidig med or. Det sene hasselmaksimum sett i forhold til furumaksimum et et påfallende trekk ved diagrammet, men det er nødvendig med flere pollenanalyser for å avgjøre om dette gjelder for hele Sunnmøre.

Grensen mellom sone V og VI er trukket hvor pollen av or begynner å bli vanlig. Samtidig øker pollenmengden av hassel, mens eikblandingskogen ser ut til å ha vært sparsomt tilstede.

Grensen mellom sone VII og VIII er stippet hvor pollenmengden av treslag som tilhører eikblandingskogen, som har vært nesten helt dominert av alm, øker sterkt. Grensen mellom sone VIII og IX er trukket hvor det skjer en markert nedgang i pollenmengden av eikblandingskogen.

Hensikten med pollenanalysen var for å forsøke å finne tidspunktet for innlandsisens tilbaketrekning. Det viste seg at det på denne lokalitet sannsynligvis bare er torv som er avsatt i postglacial tid. Grunnen kan være at prøvene ikke ble tatt i et tjern eller en gjenvoksningsmyr, slik at det gikk lang tid før torvdannelsen ble såvidt betydelig at pollen kunne oppbevares.

Senkeningen av glaciasjonsgrensen under lokalglacijasjonsstadiet.

I Sykkylven er det også i nåtiden en rekke breer i de høye fjellene mellom Sykkylvsfjorden og Hjørundfjorden. Glaciasjonsgrensen er ca. 1400 m.

For å bestemme glaciasjonsgrensen under lokalglacijasjonsstadiet har Simonys toppmetode blitt anvendt (Brückner, 1887). Dette er eneste metoden som kan brukes med de kart som har vært til rådighet. For at metoden skal gi riktig verdi for glaciasjonsgrensen må det være fjelltopper omkring glaciasjonsgrensens nivå.

Fjellene ble inndelt i to grupper, en hvor det ikke er randmorener etter botnbreer, og en gruppe hvor morener er funnet. På denne måte har glaciasjonsgrensen i Sykkylven under lokalglacijasjonsstadiet blitt bestemt til ca. 800 m. Det har altså vært en senkning på hele 600 m sett i forhold til nåtiden.

Høyeste fjellet på Sula er 800 m, og fjellet innenfor den vestligste randmorenen er betydelig lavere. Glaciasjonsgrensen har trolig vært ca. 700 m.

På Hareidlandet (fig. 2) kan glaciasjonsgrensen bestemmes med større sikkerhet, da det er mange fjell med høyder fra 500 — 700 m. Det er funnet sikre randmorener avsatt av botnbreer i de fleste fjell som er høyere enn 600 m, og dette er trolig på det nærmeste glaciasjonsgrensen under lokalglacijasjonsstadiet.

Da strandlinjeforskyvningen i det undersøkte området etter lokalglacijasjonsstadiet bare er 20—50 m, er det ikke tatt hensyn til denne under beregning av glaciasjonsgrensen.

Andersen (1954) har for ratidens randmorener i Lysefjordområdet i Rogaland funnet at snøgrensen var 400—550 m lavere enn i nåtiden.

Paschinger (1912) har bestemt glaciasjonsgrensens helning mot kysten i det sydlige Norge til 5—7 m/km. På Helgelandskysten har Svensson (1959) funnet en gjennomsnittlig helning mot kysten på 5 m/km, mens den maksimale gradient nær kysten var 13 m/km.

Dersom en regner med en glaciasjonsgrense på 800 m i Sykkylven og 600 m på Hareidlandet blir den gjennomsnittlige gradient 6 m/km, noe som stemmer godt med glaciasjonsgrensens helning andre steder langs kysten.

Det er ikke lett å avgjøre hvor meget lavere temperaturen kan ha vært under lokalglacijasjonsstadiet, da det er mange andre faktorer som er av betydning for bredannelse.

For å bestemme hvor stor temperatursenkning en viss glaciasjonsgrensenedpressing har vært betinget av blir det vanligvis brukt en temperaturgradient. Andersen (1954) bruker gradienten 0,7, dvs. 100 m senkning av glaciasjonsgrensen ved en senkning av sommertemperaturen på 0,7° C. Svensson (1959) bruker gradienten 0,6. Ved bruk av førstnevnte verdi skulle en senkning av glaciasjonsgrensen på 600 m tilsvare en senkning av sommertemperaturen på ca. 4° C, dette under forutsetning av at nedbørforholdene har vært omtrent som nå.

Selv om nedbørforholdene har vært forskjellig fra nåtiden, er senkningen av glaciasjonsgrensen så betydelig at lokalglaciasjonen neppe kan ha funnet sted senere enn i Yngre Dryas tid.

Sammenligning med andre deler av landet.

En så stor senkning av glaciasjonsgrensen som det har vært på Sunnmøre burde også gjøre seg gjeldende i andre landsdeler. Grunnen til at det mangler randmorener avsatt av lokalbreer i mange fjellområder i Syd-Norge kan være at fjellene ennå ikke hadde smeltet fram av innlandsisen under lokalglaciasjonsstadiet. Det må også tas i betraktning at de sentrale fjelltrakter har vært sterkt nedpresset på grunn av istyngden.

Mannerfelt (1940, 1945) har funnet randmorener avsatt av botnbreer i fjellet Fongen i Sør-Trøndelag. Han har ved hjelp av pollenanalyse ment å kunne fastslå at randmorenene er eldre enn den subatlantiske klimaforverring.

På den vestlige del av Hardangervidda er det funnet tydelige randmorener avsatt av innlandsisen. Ofte fins et dobbelt morenetrinn. Liestøl (1963) har funnet at snøgrensen har vært ca. 1550 m under breframstøtet, dette er omtrent 100 m lavere enn i nåtiden. Han mener morenene er avsatt senere enn i ratid.

De samme morenene er beskrevet av Simonsen (1963) og Anundsen (1964).

Sollid (1964) har omtalt randmorener i de vestlige deler av Fokstumyr—Hjerkinn-området, avsatt av en nordøstlig brestrøm fra et glaciasjonssentrum i Jotunheimen. Han mener breframstøtet er yngre enn ratid, og bygger da vesentlig på den høye firngrense randmorenene i området synes å vitne om.

Holmsen (1964) har beskrevet de samme randmorenene. Han antyder at de kan være samtidige med randmorenene på Hardangervidda.

Både på Hardangervidda og Hjerkinn ser det ut til at senkningen av snøgrensen under breframstøtet har vært liten. Det er derfor all grunn til å anta at den meget store senkningen av glaciasjonsgrensen på Sunnmøre må ha funnet sted på et tidligere tidspunkt.

Ratidens randmorener er fulgt temmelig sammenhengende vestover til Ryfylke (Andersen, 1954, 1960). Videre nordover langs kysten har Undås (1963) forsøkt å finne morenenes beliggenhet. Han trekker grensen over Halsnøy i Hardangerfjorden. I området Sognefjorden—Stad mener han morenene fra denne tid ligger langt mot vest, slik at bare de aller ytterste øyer var isfrie. På Møre-kysten trekker han grensen for isen i ratid langt vest for de ytterste øyer.

I Bergensområdet er oppknuste skjell i morenemateriale forholdsvis vanlig. Flere C-14-dateringer tyder på at skjellene er fra Allerød tid. Senere — trolig

i Yngre Dryas tid — har isen rykket fram, men det er ikke klart hvor langt vest dette breframstøtet har nådd (Holtedahl, 1964).

I motsetning til Undås mener Carlsson (Nydal, 1964) at ratidens brefront i Sognefjorden har ligget ved munningen av sidedalene, hvor det ofte er et dobbelt morenetrinn. En datering av skjell foran et isranddelta i Instevik, Sogn, gav resultatet 10250 ± 440 år før nåtiden.

Nord for Breim i Nordfjord er en meget tydelig randmorene på begge sider av fjorden, men dette breframstøtet har ikke blitt datert. Ut fra beliggenheten er det sannsynlig at det kan være samtidig med lokalglacijasjonsstadiet på Sunnmøre.

Det har vært antatt at randmorenene ved Gikling i Sundalen og Tautra i Trondheimsfjorden skulle være avsatt i ratid, dette har særlig vært basert på funn av arktiske skjell foran disse randavsetningene. Det foreligger ikke C-14-dateringer fra disse trakter så det er ikke mulig å avgjøre om disse randavsetningene er avsatt samtidig med lokalglacijasjonen på Sunnmøre.

Oversikt — konklusjon.

En så sterk glacijasjongrensenedpressing som det har vært på Sunnmøre under lokalglacijasjonsstadiet har trolig også ført til at innlandsisen rykket fram på nytt. Nå har feltarbeidet i de indre deler av Sunnmøre vært lite omfattende, dessuten har ikke flyfotografier fra dette området vært tilgjengelige.

Strøm (1956) har fra Geirangertraktene omtalt randmorener som trolig er avsatt av innlandsisen.

Kaldhol (1946) har fra Stadheim, Hellesylt, beskrevet et snitt hvor morenemateriale av 6 m mektighet overleirer glacifluvialt materiale. Over morenen ligger glacifluvialt materiale. Denne lagfølgen tyder på en oscillasjon av isranden.

De høyeste marine terrasser i Geiranger, Hellesylt og Tafjord faller på omtrent samme linje i ekvidistansediagrammet (fig. 11) som de høyeste terrasser i randmorener avsatt av botnbreer. Dette kan antyde at innlandsisen under lokalglacijasjonsstadiet har nådd ned til fjordbunnene i indre deler av Storfjorden og bygget opp israndavsetninger. Ved videre feltundersøkelser vil det trolig være mulig å fastslå dette.

Funn av flint og Oslo-bergarter viser at Sunnmørskysten ble tidlig isfri. Dette blir også støttet av C-14-dateringen av skjellforekomsten på Aure (11620 ± 120 år før nåtiden), som tyder på at Sykkylvsfjorden var isfri i Allergød tid.

Den meget lave glacijasjongrense gjør det sannsynlig at lokalglacijasjonen på Sunnmøre har funnet sted under klimaforverringen i Yngre Dryas tid.

Summary

On the Mountain Glaciation of Sunnmøre, West Norway

Terminal moraines deposited by cirque glaciers are common in the western parts of Sunnmøre (figs. 1, 2, 4, 8). As this area is supposed to have been completely covered by ice during the last glaciation, the mountain glaciation must have occurred in late glacial or postglacial time.

Many cirque glaciers have descended to sea-level, and the position of terminal moraines shows that the fjords were ice-free at that time. The highest marine terraces found on these moraines are considerably lower than those found in other parts of the fjords. On the island Sula (fig. 1) half of the total shore-line displacement was completed when the cirque glaciers receded, in Sykkylven one third.

The glaciation limit during the time of mountain glaciation has been determined as about 800 m in Sykkylven, 700 m on Sula and about 600 m on the island Hareidlandet (fig. 1). The glaciation limit of this area today is about 600 m higher, indicating a severe climatic deterioration during the time of mountain glaciation.

Radiocarbon dating of marine shells (*Cyprina islandica*) from Aure, Sykkylven (fig. 8), which showed an age of 11620 ± 120 years B.P., seems to indicate that the fjord districts were free from ice during the climatic amelioration in Allerød time.

This is also indicated by stones of Oslo rock material and chert found below the marine limit in the Romsdalsfjord and the outer part of the Storfjord area. This material must have been transported by icebergs at a time when the area was ice-free and the ice reached the sea in the Skagerak, i.e. not later than Younger Dryas time.

Pollen analyses from a bog at Ekornnes (fig. 8) showed a preboreal pollen spectrum, dominated by birch and with high percentages of non-arboreal pollen in the deepest part of the bog (fig. 12).

In the inner part of Storfjorden (fig. 1) the marine limit is much lower than in the middle part of the fjord (fig. 11). The reason may be that the recession of the inland ice was temporarily halted here during the deglaciation, but deltaic deposits of sand overlain by 6 m of till in Hellesylt indicate that there has been a re-advance of ice.

Conclusion: The mountain glaciation of Sunnmøre seems to have taken place during the climatic deterioration in Younger Dryas time.

Litteraturliste

Forkortelser (Abbreviations):

B.M.Å.: Bergens Museums Årbok.

U.B.Å.: Universitetet i Bergen, Årbok.

N.G.T.: Norsk Geologisk Tidsskrift.

N. Geogr. T.: Norsk Geografisk Tidsskrift.

N.G.U.: Norges Geologiske Undersøkelse.

- Andersen, B. G.*, 1954. Randmorener i Sørvest-Norge. N. Geogr. T. 14.
 — 1960. Sørlandet i sen- og postglacial tid. N.G.U. 210.
- Anundsen, K.*, 1964. Kvartærgeologiske og geomorfologiske undersøkelser i Simadalen, Eidfjord, Måbødalen, Hjølmodalen og tilstøtende fjellområder. Hovedfagsoppgave ved Univ. i Bergen.
- Brückner, E.*, 1887. Die Höhe der Schneelinie und ihre Bestimmung. Meteor. Zeitschr. 4.
- Fægri, K.*, 1940. Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen. II Zur spätquartären Geschichte Jærens. B.M.Å. 1939-40, 7.
 — 1944. Studies on the Pleistocene of western Norway. III. Bømlo. B.M.Å. 1943, 8.
- Hafsten, U.*, 1956. Pollen-analytic investigations on the late Quaternary development in the inner Oslofjord area. U.B.Å. 8.
- Heltzen, A. M.*, 1948. Lauparen-området i den siste istiden. N. Geogr. T., 12.
- Holmsen, P.*, 1964. Om glaciasjonssentra i Sør-Norge under slutten av istiden. En sammenligning mellom et østlig og et vestlig område. N.G.U. 228.
- Holtedahl, H.*, 1960. Mountain, fiord, strandflat, geomorphology and general geology of parts of Western Norway. Guide to excursions no. A 6 and no. C 3. International Geol. Congr., 21. session. Norden. 1960.
 — 1964. An Allerød fauna at Os, near Bergen, Norway. N.G.T. Vol. 44, part 3.
- Jessen, K.*, 1935. Archaeological dating in the history of North Jutland's vegetation. Acta arch. Cph. 5: 185.
- Kaldbol, H.*, 1908. Et bidrag til faunaen i Vestlandets kvartæravleiringer. B.M.Å. 6.
 — 1912. Flyttblokker fra Kristianiatrakten og Danmark på Gjermundnes i Romsdalen. Kgl. N. Vid. Selsk. Skr. 1911.
 — 1930. Sunnmøres kvartærgeologi. N.G.T. 11.
 — 1946. Bidrag til Møre og Romsdals kvartærgeologi. Hellesylt.
- Liestøl, O.*, 1963. Et senglacialt brefframstøt ved Hardangerjøkulen. Norsk Polarinstitt. Årbok 1962.
- Mannerfelt, C. M:son*, 1940. Glacial-morfologiska studier i norska högfjäll. N. Geogr. T. 8.
 — 1945. Några glacialmorfologiska formelement och deras vittnesbörd om inlandsisens avsmältningmekanik i svensk och norsk fjällterräng. Geogr. Ann. 27.
- Nansen, F.*, 1922. The Strandflat and Isostasy. Vid. Selsk. Skr. 1921.
- Nydal, R.*, 1964. Trondheim natural radiocarbon measurements, 4. Amer. Jour. Sci. Radic. Supp. 6: 280-290.
- Paschinger, V.*, 1912. Die Schneegrenze in verschiedenen Klimaten. Pet. Geogr. Mitt. Ergb. 173.
- Reite, A. J.*, 1963. Kvartærgeologiske og geomorfologiske undersøkelser i noen kyst- og fjordstrøk på Sunnmøre. Hovedfagsoppgave ved Universitetet i Bergen.

- Rekstad, J.*, 1907. Iagttagelser fra terrasser og strandlinjer i det vestlige Norge. B.M.Å. 7.
 — 1926. Flyttblokker langs Norges kyst. N.G.T. 8.
- Simonsen, A.*, 1963. Kvartærgeologiske undersøkelser i Hardanger. Ulvik hd., Hordaland. Hovedfagsoppgave ved Universitetet i Bergen.
- Sollid, J. L.*, 1964. Isavsmeltingsforløpet langs hovedvasskillet mellom Hjerkin og og Kvikneskogen. N. Geogr. T. 19.
- Strøm, K.*, 1956. The disappearance of the last ice sheet from central Norway. Journal of Glaciology, 2, p. 747.
- Svensson, H.*, 1959. Glaciation och morfologi. En glacialgeografisk studie i ett tvärsnitt genom Skandarna mellan södra Helgelandskusten och Kultsjödalen. Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst. Avh. XXXVI.
- Undås, I.*, 1942. On the Late-Quaternary History of Møre and Trøndelag. Kgl. N. Vid. Selsk. Skr. 1942, 2.
 — 1963. Ra-morenen i Vest-Norge. J. Eides boktr., Bergen.
- Øyen, P. A.*, 1924. Uria arra Pall = U. Brunnichii Sab. from the brickworks of Aure (Ørskog). N.G.T. 7.