

NGU-rapport nr. 84.082  
Beskrivelse til det kvartærgeologiske  
kart Sygnefjell 1518 III,  
M 1:50 000



# Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11  
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 84.082		ISSN 0800-3416		Åpen/ <del>Fortrolig</del> til <del>XXXXXX</del>	
Tittel: Beskrivelse til det kvartærgeologiske kart Sygnefjell 1518 III M 1:50 000.					
Forfatter: Førstestatsgeolog Per Holmsen			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Oppland, Sogn og Fjordane			Kommune: Skjåk, Lom, Luster		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Jotunheimen			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1518 III Sygnefjell		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 23		Pris: 80,-
Feltarbeid utført: 1966,1967,1968			Rapportdato:		Kartbilag: Fargekopi Bl. Sygnefjell
			Prosjektnr.: 5.1.2022.00		Prosjektleder: Per Holmsen
Sammendrag:  Rapporten er en beskrivelse til det kvartærgeologiske kart Sygnefjell, som ble utarbeidet sammen med 27 tilsvarende kart 1:50 000 som grunnlag for kvartærgeologisk oversiktskart Jotunheimen M 1:250 000, trykt som NGU nr. 374 (1983). Beskrivelsen er en tematisk behandling av de kvartærgeologiske forhold, med særlig vekt på glasiasjonshistorien. Både kartet og beskrivelsen bygger i stor grad på T.O. Vorrens arbeider av 1970 og 1973 (se litteraturlisten). Det henvises til innholdsfortegnelsen. Kartområdet er et nøkkelområde for å tolke isbevegelsens siste aktive fase i mange nærliggende områder, i denne og andre beskrivelser betegnet den Preboreale fase. Det er lite løsmateriale innen kartets område, og skuringsstripens innbyrdes rekkefølge og alder er tolket av Vorren (1970, 1973).					
Emneord		Kvartærgeologisk beskrivelse			
		Sygnefjell			

<u>Innhold</u>	Side
Innledning	4
Storformene	5
Småformene. Siste nedising. De geologiske prosesser	6
Kartets fremstilling	7
Glasiasjonshistorien	7
Breenes materialtransport innen Sygnefjell	12
Jordartene (de løse avsetninger)	12
Bunnmorene	13
Ablasjonsmorene	13
Randmorener	13
Breeelvavsetninger	14
Bresjøavsetninger	15
Postglasiale elve- og bekkeavsetninger	15
Urer	15
Snøskredmasser	16
Steintipper	16
Organiske avsetninger	16
Frostforvitringen i høyfjellet	17
Solifluksjonsfenomener	17
Litteratur	19

## Innledning

Blad Sygnefjell er kvartærgeologisk kartlagt som en del av meget større område, nemlig det som omfattes av det tidligere landgeneralkart Jotunheimen i målestokk 1:250 000, med i alt 28 blader i målestokk 1:50 000, se side 19. Disse utgjør grunnlaget for det kvartærgeologiske oversiktskart Jotunheimen med beskrivelse som ble fullført i 1981, trykt i 1983 som NGUs publikasjon nr. 374 av Per Holmsen (1983).

Mesteparten av bladet Sygnefjell er kartlagt av NGUs medarbeider Tore O. Vorren. Kartets fremstilling bygger i stor utstrekning på fly-billedtolkning. Vorrrens arbeide omfattet også områdene vestover så langt som til Jostedalen, og var grunnlaget for hans hovedfagsoppgave av 1970 ved Universitetet i Bergen. En artikkel med utgangspunkt i hovedoppgaven er trykt som NGUs publikasjon nr. 291 av Tore O. Vorren (1973).

Blad Sygnefjells område adskiller seg sterkt fra områdene lenger øst på den måte at det er vesentlig mindre løse avsetninger i fjellområdene, hvor det er store arealer nesten uten løsmasser. De kvartærgeologiske spørsmål blir derfor i noen grad andre enn lenger øst. Hovedvekten legges naturlig på glasiasjonshistorien og særlig den yngre del av denne.

Årsaken til manglende løsmassedekke er komplisert, men det er særlig to faktorer som trekker i denne retning. Den ene er fjellgrunnens motstandsdyktighet mot isens plukking, hvilket er betinget av bergartens oppsprekning. Den annen er isbevegelsens hastighet.

Den første av disse faktorer kommer til syne ved å betrakte de unge, subrecente endemorener som nåtidens breer etterlot seg omkring midten av 1700-tallet, og sammenligne disses størrelse ved noenlunde like store breer i to helt forskjellige slags bergartsmiljø. Harbarsbreen (vest for Fortunsdalen) ligger på granittiske gneisbergarter. Breene i Sentraljotunheimen ligger på gabbrobergarter av Jotunstammen, la oss velge Gråsubbreen på østsiden av Glittertindmassivet.<sup>x</sup> De to endemorener fra 1700-tallet har høyst ulik størrelse, Harbarsbreens ende-

---

<sup>x</sup>Vi kunne også velge Bøverbreen innen blad Sygnefjell, på Jotungabbro.



morene fra denne tid er ganske beskjedne, som en morenerygg bare få meter høy de fleste steder, mens Gråsubreens endemorene er kolossal, ca. 100 m høy, riktignok inneholdende en god del is. Begge breer gjenopstod i Subatlantisk tid, og har hatt like lang tid å erodere.

Den annen av disse faktorer er vanskeligere å illustrere siden vi ikke kjenner breens hastighet. Men breene vest for hovedvannskillet har hatt en større materialomsetning p.g.a. større nedbør (som snø) enn breene lenger øst, og har dessuten hatt avløp til de bratte Vestlandsdalene. Begge disse momenter tilsier at bevegelsehastigheten stort sett har vært større i vest enn i øst.

De løse masser som tross alt finnes innen blad Sygnefjell er morenemateriale og elveavsetninger konsentrert til dalene eller le-posisjoner for isbevegelsen.

Grensen for Jotunbergartenes utbredelse går over den sørøstlige del av kartbladet. Vest og nord for denne grense består fjellgrunnen av granittiske gneisbergarter, med en sone av hård-glimmer-skifre og metamorfe sandsteiner, som har reagert omtrent like motstandsdyktig overfor isens plukkingseffekt. Se Vorren (1973).

### Storformene

Det er de dype dalene ned mot Sognefjorden som dominerer storformene i landskapet i kontrast mot de høye fjelltoppene i nord, øst og sør. Disse fjelltoppene har til dels alpine former, hvor botnbreer i lange tidsrom har tæret på fjellmassene. De dype dalene mot vest er skåret inn i fjellmassen i løpet av lange tidsrom ved vannets og isens erosjon. Ser vi på et topografisk oversiktskart over Sognefjorden, ser vi at fjordsystemet i sitt grunntrekk er et elvemønster. Men også iserosjonen har vært meget aktiv i utformingen av dal og fjord, Sognefjorden har en overfordypning på mere enn 1000 m i forhold til terskelen ved munningen. Dette er isens verk. Det er ingen steder i Norge som har en så stor høydeforskjell mellom fjordbunn og fjelltopper, ca. 3 300 m.

Dette skarpe landskapsrelieff har vært bestemmende i vesentlig grad for isstrømmenes retninger.

Storformene er, som i det øvrige Norge, dannet i løpet av lange tidsrom, og er betinget av den store skjeve landhevning som antagelig foregikk i Tertiærtiden, høyest i vest. Sognefjordens elvemønster, som har vært bestemmende for den senere dyptgående vann- og iserosjon, må være minst så gammelt. Utformingen av det sterke relieff, derimot, må ha foregått i løpet av Kvartærtiden, de siste 2-3 millioner år av Jordens historie. Den siste nedising har ikke hatt stor effekt i utviklingen av storformene. Men det har vært et stort antall nedisinger på Kvartærtiden. Noen mener minst 10, andre 20, vesentlig på grunnlag av hva som er kjent fra andre nedisete områder på Jorden hvor avsetninger fra de eldre nedisinger og tidene mellom disse, de såkalte interglasialtider og interstadialtider, er bevart.

#### Småformene. Siste nedising. De geologiske prosesser.

Vi kjenner lite til de eldre nedisinger fra Norge, selv om vi noen steder har funnet avsetninger som er eldre. Det er derfor vesentlig den siste nedising vi mener å kjenne nærmere, og det er fra denne og tiden etterpå de løse avsetninger og sporene etter innlandsisen og nåtidens breer at landskapets småformer stammer. Studiet av disse er hovedgjenstand for denne beskrivelse, og det er her flybilledtolkningen hjelper oss.

Flybilledtolkningen bygger på kjennskapet til de geologiske prosesser og lovene for hva slags dannelser de resulterer i. Småformene vises på flybilleder når de ikke er for små, slik som f.eks. skuringsstriper og andre lignende detaljer som skyldes isens skuring. Det kan skilles mellom erosjonsformer og akkumulasjons- (avsetnings-) former. Det kan også skilles mellom glasialgeologiske dannelser fra nedisingens og isavsmeltingens tid, og yngre postglasiale dannelser (fra tiden etter at innlandsisen ble borte). Det er i det hele tatt flere måter å klassifisere de geologiske fenomener. Den beste måten er å inndele dannelsene etter de geologiske prosesser som har frembragt dem, det såkalte genetiske prinsipp.

### Kartets fremstilling

Det kvartærgeologiske kart Sygnefjell er, som de øvrige blad innen Jotunheimen landgeneralkart, fremstillet etter den genetiske prinsipp. De forskjellige slags løse avsetninger er fremstillet med farger, andre slags dannelser ved tegn, skuringsstriper med sorte, endemorener med sorte ringer fylt med grønnfarge, smeltevannsspor og spesielle former av løsmasser med røde tegn. Tegnforklaringen viser hva de enkelte farger og tegn betyr. Fremstillingen av kartet bygger dels på observasjoner i marken (særlig skuringsstripene), dels på flybilledtolkning.

### Glasiasjonshistorien

Blad Sygnefjells område er for lite til å kunne rekonstruere glasiasonshistorien i sin helhet. Til det trengs kanskje hele Sør-Norges område, enda det bare kan bli den siste nedisingens historie vi har håp om å danne oss et noenlunde fullstendig bilde av. Men innen Sygnefjell finner vi fenomener som kaster lys over den siste del av innlandsisens historie. En oversikt over glasiasonshistorien innen landgeneralkart Jotunheimen er stillet sammen i oversiktsbeskrivelsen til dette av Per Holmsen (1983).

Det er gjennom studiene av T. O. Vorren (1970, 1973) at vi særlig kjenner Sygnefjells glasiasonshistorie mot slutten av siste nedising. Han studerte et større område i sammenheng, fra Jostedalen i vest til Sygnefjell i øst, og det lyktes ham å rekonstruere denne del av historien ved å kombinere skuringsstripene, randmorenene og andre randdannelser samt smeltevannsløpene.

For å forstå prinsippet for tolkningen av skuringsstripene må vi vite at en ismasse strømmer i den retning isoverflaten heller.

Isen etterlater seg striper i strømretningen på bart fjellunderlag. Men isbevegelsen har variert innen Sygnefjell, derfor også skuringsstripenes retning. Det lyktes Vorren å stille opp aldersrekkefølgen mellom de forskjellige retninger ved å kombinere skuringsstripene med randmorener (side- og endemorener), og kunne deri-

gjennom lage karter over breene til forskjellige tider (Vorren, 1970). Ved hjelp av noen  $^{14}\text{C}$ -dateringer kunne også de forskjellige tilstander dateres i absolutte angivelser ( $^{14}\text{C}$ -år) før nåtiden (Vorren, 1973).

Her skal bare hovedtrekkene skisseres, idet det henvises til det sistnevnte arbeide vedrørende detaljene.

Det ble nevnt at det sterke topografiske relieff omkring Sognefjorden har influert sterkt på isbevegelsen i denne området. Når fjellunderlagets relieff omfatter høydeforskjeller på ca.  $1/3$  av istykkelsen vil underlagets relieff influere på isens strømretning. Dette innebærer at isstrømmene under hele siste nedising måtte konvergere mot Sognefjorden. Innlandsisen var aldri så tykk at denne effekt uteble.

Sikre spor fra tiden under den maksimale nedising, da isen strømmet mot nordvest fra hovedisskillet i Sør-Norge som lå omtrent over Ringebu i Gudbrandsdalen, har vi neppe innen Sygnefjell. Den eldste sikkert påviste isbevegelse over hovedvannskillet omkring Sognefjellshytta var rettet mot vest til sørvest. Lenger nord og vest på kartbladet var isbevegelsen samtidig rettet sørvest, slik at isstrømmene konvergente mot Lusterfjorden. Dette tillater oss å slutte at det samtidig var et markert, linjeformet isskille over Hestbrepiggene-Hålåtindan, som hang sammen med isskillet over Sentraljotunheimen, og videre sammenhengende til Jostedalsbreen (Vorrens rekonstruksjon 1973 viser dette). Siden tilførselen av is fra Jotunheimen må ha vært under avtagende allerede på denne tid, idet isbevegelsen nord for Ottadalen ble gradvis mere og mere rettet mot nordøst, kan vi kanskje gjette på at denne tids isstrøm faller i Yngre Dryas-tiden, og at det var begynt å stikke nunatakker opp over isoverflaten i Jotunheimen.

Etter denne tid må det ha foregått en sterk isavsmelting, med uttynning av ismassene. Denne tid er betegnet Luster interstadial av Vorren (1973).

Men klimaet forverret seg igjen, og breene gjorde en markert fremrykking med dannelse av randmorener. Denne fremrykking av breene kan påvises over størstedelen av Norge. Den foregikk i Preboreal

(tid). For Sognefjord-området gav Vorren (1970, 1973) denne tilstand og tid betegnelsen Gaupne stadial. Denne tid er  $^{14}\text{C}$ -datert fra mange steder i Norge til om lag midten av Preboreal, ca. 9800-9500  $^{14}\text{C}$ -år før nåtid. Ved Oslo gjorde innlandsisen et fremstøt nord for byen, datert til ca. 9500 år før nåtid.

Isbevegelsen over Sognefjell-overgangen var da endret i forhold til den eldste påviste. Bresentret over Hestbrepiggene-Hålåtindan var da blitt dominerende, og isen mottok ikke lenger tilførsel fra øst. Isstrømmen fulgte den dypt nedskårede Fortundalen med tilførsel fra Granfastao's dal. Denne sendte en gren nedover Ryas dal henimot Turtagrø.

Randmorener nord og sør for Granfastao, bl.a. på Kambane sør for dalen (sidemorener) og side- og endemorener så langt sør som Juvvatn ovenfor (nord) Turtagrø vitner om særdeles interessante og opplysende ting. Fanaråken var blitt en nunatak, med en liten lokal botnbreen på vestsiden. Juvvatn-morenens sidemorene kan følges nesten sammenhengende forbi munningen av denne botndalen. Det viser at botnbreen her ikke kan ha vært vesentlig større enn omkring midten av 1700-tallet. Bare over til Helgedalen, sør for Fanaråken, kom en liten isstrøm fra øst over fjellpasset fra Utladalen og forente seg med Styggedalsbreen. Denne breen rakk ikke ned i selve Helgedalen, men avsatte små endemorener høyt oppe. Isstrømmen avsatte små randmorener i ca. 1000 m høyde på fremspring langs Fortundalen i vestsiden av Nosafjellet. Nosafjellet var blitt isfritt område sør for Kambane. Isstrømmen gjennom Fortundalen avsatte den store frontalavsetningen ved Eide som demmer opp Eidsvatnet i Skjolden. Havet stod da omtrent 105 m høyere enn nå. Antagelig kalvet isen innerst i Lusterfjorden på Gaupne-stadialens tid. Det er forøvrig flere randmorenerygger som betegner Gaupnestadialen. På Kambane er det seks rygger nær hverandre, Juvvatn-morenen har i alt fire rygger.

Isbreene sank sammen og fronten trakk seg tilbake. En ny serie randdannelser oppstod, innen kartblad Sygnefjell var isstrømmen gjennom Granfastaos dal blitt meget redusert, men nådde likevel ned til Fortundalen, som noen små rester av lateralmorener ytterst i dalen viser. Brefronten i Fortundalen nådde da Fortun, ca. 6 km ovenfor Skjolden. Ved Granfastao viser de små rester av lateralmorener at

breen i Fortundalen da hadde sunket 150-200 m siden Gaupne-stadialen. En liten lateral morenerygg sørvest for Skålavatn viser at isstrømmen i Granfasteas dal ikke lenger mottok noen tilførsel fra øst. Vorren (1970, 1973) betegner dette stadium Høgemo stadial. Det betegner neppe noe større fremstøt av breen, men en stagnasjon i nedsmeltingen. Denne tid er  $^{14}\text{C}$ -datert til ca. 9100  $^{14}\text{C}$ -år før nåtid.

Det er fristende å sammenligne breens tilstander slik de er rekonstruert av Vorren (1970, 1973) med hva som er kjent om klimavekslingene under den senere del av siste nedising. Med da må vi hente opplysningene fra andre områder i og utenfor Norge. For mere enn 12 000 år tilbake var det en varmere tid, kalt Bølling, en lokalitet i Danmark. Avsetninger fra Bølling er kjent bl.a. fra Jæren. En kortvarig kald tid fulgte, etterfulgt av den varme Allerød interstadial. Da må innlandsisen ha minket kraftig i Norge, og det er ikke usannsynlig at de høyeste toppene i Jotunheimen da var begynt å stikke opp over isoverflaten som nunatakker. Derpå fulgte den kalde Yngre Dryas (navnet etter planten *Dryas octopetala*), som varte omtrent fra 11 000 til 10 000 år tilbake. Breene må da ha vokset igjen, slik at Jotunheimen ble et dominerende glasieringsområde med brestrømmer mot nord tvers over Ottadalen. Med Yngre Dryas regnes Weichselistiden for å være slutt. Tiden som fulgte kalles Holocen, den tiden vi lever i. Klimaforholdene endret seg drastisk, og breene minket. Sirkulasjonen i atmosfæren endret seg i retning av nåtidens, med store nedbørmengder i vest. Vi er da inne i Preboreal tid. I et arbeide av Mangerud (1977) fra Sotra utenfor Bergen mener han å ha påvist at Atlanterhavets varme vann trengte inn mot kysten i Allerød, forsvant igjen i Yngre Dryas, for å trengte inn mot kysten igjen i Preboreal. Dette måtte ha følger for atmosfærens sirkulasjon.

Vorrens (1970, 1973) påvisning av at det aktive glasieringsområde i Preboreal hadde forskjøvet seg til Breheimen, etter tidligere å ha hatt sitt sentrum over Sentraljotunheimen, er helt essensielt for å forstå glasieringshistorien i områdene nord og øst for Sygnefjellområdet. Hans påvisning av isskillet over Breheimen bygger direkte på isskuringsstripenes retning i den nordøstligste del av blad Sygnefjell, sør for Hestbrepiggene. De yngste skuringsstriper her er rettet mot

øst, mellom nordøst og sørøst. Dette bilde er i samsvar med at isbevegelsen innen bladene Polfoss, Skjåk og Lom dreiet seg (gradvis) mot nordøst, senere mot øst, etter tidligere å ha vært rettet mot nordvest under maksimum av nedisingen, senere mot nord fra glasiassjonssentret i Jotunheimen. Den siste isbevegelse i dette område var rettet langs den dypt nedskårede Ottadalen. Denne aktive isbevegelsen satte sine spor i form av skuringsstriper så langt øst som i området ved Mysuset, og ligner bildet av innledningsfasen under siste nedising. Det er også andre spor etter denne siste aktive isbevegelse, på dalneset mellom Tundradalen (blad Skjåk) og Ottadalen er det en rekke drumliner i ca. 1200 m høyde som viser at isstrømmen fra Tundradalen dreiet mot øst nedover Ottadalen. Noe tidligere, antagelig i begynnelsen av Preboreal, mens isstrømmen nord for Ottadalen var rettet mot nordøst, ble det dannet store drumliner sørvest for Fokstua på Dovrefjell rettet mot nordøst. Isen har da rent over dalen i Lesja-dalføret, og nådde her over vannskillet og avsatte markerte randmorener på begge sider av innløpet til Drivdalen, i 1200-1300 m høyde.

Vorren (1970, 1973) daterer dette bilde til Gaupne-stadialen, og påviser at Breheimens glasiassjonssentrum var langstrakt og sammenhengende med Jostedalsbreen.

Etter Høgemo-stadialen smeltet breene vekk uten å gjøre noen fremstøt og ble i sluttstadiet liggende som døde isrester. Klimaet var blitt varmt. Siste nedisingsperiode i Sør-Norge var dermed slutt.

Man regner tiden Preboreal å ha vart fra ca. 10 000 til ca. 9000 år før nåtid. Dette er grove tall, basert vesentlig på  $^{14}\text{C}$ -dateringer mange steder.

Tiden som fulgte, Boreal, var en varm og tørr tid. Skoggrensen i Sør-Norge lå da opp til ca. 400 m høyere enn i nåtiden. Da det er en relasjon mellom snølinjen (eller glasiassjonsgrensen, eller firngrensen på breene) og skoggrensen, synes det som om breene i Norge forsvant i Boreal (Liestøl, 1961, 1978, 1982). Muligens kan dog enkelte særlig høyt beliggende breer ha eksistert som småbreer. Også de følgende tidssnitt, Atlantikum og Subboreal, var varme, dels fuktige

(Atlantikum), dels både varme og tørre (Subboreal), og breene kan ikke godt tenkes å ha gjenoppstått da. Derimot ble klimaet kaldere igjen i Subatlantikum, som regnes fra ca. 2500 år siden som fremdeles vedvarer. Da må breene ha gjenoppstått, etter hvert slik vi kjenner dem i nåtiden (Liestøl, 1961, 1978, 1982). Nåtidens breer gjorde sitt største fremstøt omkring midten av 1700-tallet (med meget få unntak). Disse fremstøt er mange steder historisk datert, bl.a. Nigardsbreen i Jostedalen og Storbreen i Leirdalen (blad Visdalen).

Etter midten av 1700-tallet har breene minket og brefrontene trukket seg tilbake, avbrutt av kortvarige mindre fremstøt eller stillstand. Sterkest trakk breene seg tilbake etter 1930, i de senere år langsommere.

#### Breenes materialtransport innen Sygnefjell

Gaupne-stadialens breer innen Sygnefjell hadde sitt erosjonsområde utenfor Jotunheimens gabbroområde, og kunne derfor ikke motta slikt materiale direkte fra den fjellgrunn breene gled henover. Det er liten unntagelse for en brearm fra øst som nådde så vidt over vannskillet til øverst i Helgedalen. Når Gaupne-stadialens breer i Granfastaos dal, og Juvvassmorenene ovenfor Turtagrø, likevel inneholder en god del gabbromateriale skyldes det at dette materiale tidligere var tilført med breene fra øst, og at dette ble tatt opp av breene i Preboreal og ført med dem i andre retninger. Vorren (1973) angir 15-10% gabbromateriale i den vestlige gren, økende til 25-35% i øst. Dette gjelder morenematerialet i ryggene på Kambane sør for Granfastao og Juvvassmorenene. Randmorenen nord for Granfastao inneholder ikke gabbrobergarter.

#### Jordartene (de løse avsetninger)

Innledningsvis er det nevnt at det er lite løsmasser og meget bart fjell innen blad Sygnefjell. Årsakene til denne mangel er også diskutert.



### Bunnmorene

Den alminneligste jordart innen kartbladet er bunnmorene, på kartet angitt med grønne farger. Den mørkere grønnfarge er lagt på arealer med noenlunde sammenhengende dekke, den lysere farge er anvendt på arealer hvor bunnmorenedekket er usammenhengende og sparsomt. Kartet viser utbredelsen av bunnmorenen, som mest forekommer som sammenhengende dekke i Breiseterdalen, ved Bøvertunvatnet, Høydalsvatnet, Lundadalsvatnet (i nord) og noen steder nede i Fortundalen, og i Granfastaos dalgang. Det usammenhengende dekke er mer utbredt, men som generell regel i sparsomme mengder. Den rødlike farge er anvendt for arealer med overveiende bart fjell, dog med et særlig sparsomt innslag av morenemateriale.

### Ablasjonsmorene

Ablasjonsmorene er betegnelsen for materiale som hopet seg opp på breoverflaten under avsmeltingen. Den forekommer i hauger og er angitt med røde tegn for hauger i temmelig skjematisk fremstilling. Slike hauger av ablasjonsmorene forekommer i Nørstedalen og Midtdalen, og kanskje noen få andre steder, men der så lite utpreget at det ikke er funnet verdt å angi tegn på kartet. Mens bunnmorenen er usortert (og inneholder de fleste kornstørrelser) er ablasjonsmorenen mere utvasket for finbestanddeler. Det henger sammen med dannelsesmåten på breoverflaten, hvor smeltevann har transportert materiale ned i søkk på isoverflaten under sluttstadiet. Når isen smelter helt vekk blir slike masser liggende igjen som hauger.

### Randmorener

Randmorener, en fellesbetegnelse for ende- og sidemorener, er avsatt ved enden og langs sidene av en aktiv bre. Det er det materialet som breen har ført med seg både i breens underste lag, sålen, og på overflaten helt frem til fronten.

Randmorener er fremstilt på kartet ved ringer fylt med grønt. De er innen blad Sygnefjell av to høyst forskjellige aldre. De eldste ble

avsatt i Preboreal, av Gaupne-stadialens og Høgemo-stadialens breer. De yngste ble avsatt omkring midten av 1700-tallet og senere, av breer som fremdeles er aktive i nåtiden.

Det fremgår av kartet at det er en avstand mellom disse randmorener fra 1700-tallet og nåtidens brefronter. Denne avstand viser hvor langt brefrontene hadde trukket seg tilbake siden midten av 1700-tallet. Kartet kan derfor også gi et bilde av klimaforbedringen siden da.

Det er lett å finne ut av kartet hvilke randmorener som er av Preboreal alder. De finnes på steder hvor det ikke er noen bre i nåtiden. De yngre randmorener finnes bare de steder hvor det er en bre fremdeles.

Her skal bare en av de yngre randmorener omtales litt nærmere, nemlig den som ligger foran Bøverbreen, fordi det er så lett adgang til den fra Sognefjellvegen ved Krossbu. Den består egentlig av to markerte morenevoller ved sørsiden, den forreste ble dannet under fremstøtet i midten av 1700-tallet, den innerste av de to er noe yngre. Bøverbrens fremstøt rakk da tvers over dalen som forbinder Breiseterdalen med Utladalen, kort nord for vannskillet der. Moreneryggen demmer opp et tjern som er angitt på kartet med høydetallet 1374. Langs sørsiden og vestsiden av tjernet er det en markert strandlinje, ca. 2 m over vannflaten. Strandlinjen markerer tjernets høyeste nivå under fremstøtet på 1700-tallet. Siden har bekken fra tjernet skåret seg delvis gjennom moreneryggen, men renner delvis gjennom det grovblokkete materialet nærmere Bøverbrens nåværende front.

Da Bøverbreen rykket frem omkring midten av 1700-tallet ble tjernet 1374 dannet som en bredemt sjø. Nå er det et morenedemt tjern. Hvis det ble tatt opp prøver fra bunnen av dette tjernet ville de bestå av silt og sand, altså et bresjøsediment, i hvert fall i bunnlagene underst.

### **Breelvavsetninger**

Det er lite breelvavsetninger innen blad Sygnefjell, bare noen små sand- og grusvifter avsatt av nåtidens breelver, nedenfor Bøverbreen, i Helgedalen og ved Lundadalsvatnet.

Avsmeltingstidens breelver førte sitt materiale til områder utenfor kartbladets område. Bare noen få forekomster av sand og grus fra avsmeltingstiden finnes, ved Gjesingadn nedenfor Turtagrø, ved Fossbakkadn i Fortundalen og ved Bøvertunvatnet.

### Bresjøavsetninger

Det finnes bare ett sted litt bresjøsedimenter, nemlig i det før nevnte tjern som ble oppdemmet ved Bøverbrens fremstøt i 1700-tallet.

### Postglasiale elve- og bekkeavsetninger

Det kan diskuteres om betegnelsen postglasiale elveavsetninger innen blad Sygnefjell skal klassifiseres som subrecente og recente breelvavsetninger siden vassdragene som har avsatt dem har tilløp fra breer i nåtiden. Den eneste større sand- og grusavsetning innen bladet finnes i Fortundalen fra sammenløpet med Granfastao og nedover forbi kartbladets grense mot vest. En mindre sandavsetning i Helgedalen er antagelig avsatt i Preboreal, men med en del materiale avsatt også senere. De andre postglasiale elveavsetninger er så små at nærmere omtale ansees overflødig.

### Urer

Urer forekommer alminnelig innen kartbladet. De er dannet som avsetninger p.g.a. tyngdekraften. Bare de større urer er angitt med egen farge på det kvartærgeologiske kartet. Størst og mest alminnelig er urer i Fortundalen, men det er også meget store urer under Tundradalskyrkja og omkring Fannaråki-massivet, særlig nord og sør for Steindalsnosi. Den store uren på nordsiden av massivet ned mot øvste Hervavatnet består av en blanding av løssprengt fjell og nedramlet morenemateriale fra to lokale småbreer. En annen stor urdannelse finnes under bratthenget øst for Storflyi øst for Breiseterdalen, her tydelig avsatt ovenpå moreneunderlag i foten.

Det er antatt, at frostsprengning er årsaken til at steinblokker løsner og faller ut fra bratte berghamre. Men også en annen årsak er med-

virkende, nemlig bergartens oppsprekning på grunn av at bergtrykket avlastes ved erosjonens gang. Så lenge bergtrykket inne i fjellet består har åpne sprekker vanskelig for å oppstå. Men når erosjonen fjerner massene utenpå, minsker innspenningen i fjeller og sprekker oppstår. Ikke alt fjell er like ømfintlig for sprekke dannelse ved avlastning. Noen bergarter er seigere enn andre og tåler å deformeres uten å sprekke opp.

Så lenge isbreene lå i store tykkelser og fylte dalene utøvet isen et mottrykk som holdt det oppsprukne "dagfjellet" på plass, men etter som istykkelsen avtok forsvant denne støtten og blokker ramlet ned på breen. Urene er imidlertid dannet etter at isen stagnerte eller forvant, ellers ville det nedfalte materiale vært ført vekk av isbreene.

### Snøskredmasser

Mange steder hvor det går snøskred rives materiale med. Innen blad Sygnefjell er slike fenomener ikke systematisk undersøkt. Bare ett sted forekommer slike snøskredmasser, nemlig noen steder langs nordsiden av Bøvertunvatnet. Her er det stedvis en blanding av vanlig ur og morenemateriale medrevet av snøskred. Men det er sannsynligvis også lignende masser noen andre steder innen kartbladet.

### Steintipper

I forbindelse med utbyggingen av Fortunanlegget ble det lagt opp steintipper flere steder etter tunnellarbeidene. Slike finnes kort vest for Turtagrø, ved sørenden av Skålavatn, øst for Skålavatn og i Vetledalen øst for Nørstedalsseter. En kan kanskje betrakte steintippene som urer laget av mennesker.

### Organiske avsetninger

Det er omtrent ikke torvavsetninger innen kartbladet. Bare i Helgedalen er litt torv ovenpå sand- og bunnmorene i den flate dalbunnen. Ganske små myrer finnes her og der i groper i fjelloverflaten i Gjesingadalen, ved Rya ovenfor Turtagrø, delvis oppdemt av

Gaupnestadialens endemorene, og ved Juvvatnet. Forøvrig er terrengforholdene for bratte til dannelsen av torvmyrer.

### Frostforvitringen i høyfjellet

Det er en markert forskjell i frostforvitringen mellom Jotunheimens gabbrobergarter og de øvrige bergarter vest for gabbrobergartene. Mens gabbrobergartene i Fannaråkimassivet og i Smørstabbtindan er særlig utsatt for frostforvitring i høyder over 15-1600 m, er de granittiske gneisbergarter vesentlig for det aller meste uten slikt materiale. Dette er ikke angitt på kartblad Sygnefjell. Selv hvor det er meget frostsprengt materiale på overflaten innen gabbro-området, er dette angitt som bart fjell.

### Solifluksjonsfenomener

Det er også lite solifluksjonsfenomener innen kartbladet. Det beror på at det er så lite løsmateriale. Bare i ett område er det sterk solifluksjon, i Storflyis bunnmorenedekke er det anriket blokker i overflaten, til dels store. Dette er imidlertid bare delvis på grunn av teledannelse. De største blokker her er sannsynligvis kommet ovenfra steilhenget på østsiden og er falt ned på isoverflaten mens denne dekket Storflyi. I Breiseterdalen er det også noen steder anriket blokker på overflaten av morenedekket, delvis på samme måte som i Storflyi falt ned fra de bratte sider.

Solifluksjonsfenomener skyldes teledannelse og er knyttet bare til slike jordarter som har et betydelig innhold (minst 10-15%) av finpartikler silt og leir. Teledannelsen består i at det dannes islinser under frostsesonen i jorden. Vann trekkes opp nedenfra på grunn av slike jordarters betydelige kapillære stighøyde og fryser til islinser i det dyp frosten er trengt ned til enhver tid. Når islinsene tiner opp igjen utpå sommeren frigjøres vannet til jorden som derved kommer til å inneholde så meget vann at den kan bli flytende. Islinsene vokser med stor kraft og kan løfte blokker, som leder kulden (eller avleder varmen) bedre enn jorden. Når isen smelter renner noe jord inn under blokken, som derfor ikke faller tilbake nøyaktig til den samme plass som før.

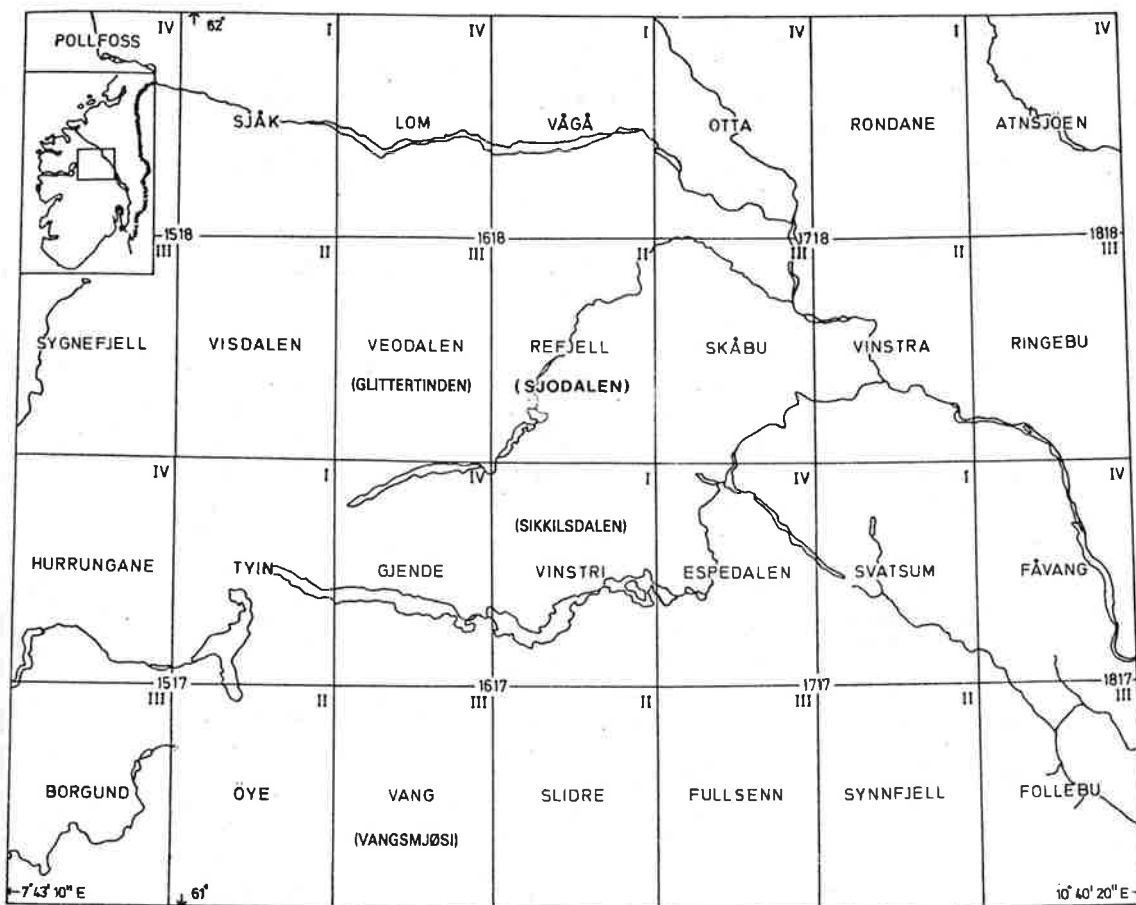
Av de jordarter som forekommer innen blad Sygnefjell er det bare bunnmorenen som inneholder tilstrekkelig finstoff til at det dannes soliflукsjonsfenomener.

Trondheim, 27.08.1984

Per Holmsen  
førstestatsgeolog

Litteratur

- Holmsen, P. 1983: Beskrivelse til kvartærgeologisk oversiktskart Jotunheimen (m/fargetrykt kart M 1:250 000). Nor. geol. unders. nr. 374.
- Liestøl, O. 1961: Bremåling og brevariasjoner. Den Norske Turistforenings årbok for 1961.
- Liestøl, O. 1978: Breer og klima. Været nr. 4, 1978. (Utg. ved Meteorologisk Institutt, Oslo.
- Liestøl, O. 1982: Breer. Den Norske Turistforening nr. 5/1982.
- Mangerud, J. 1977: Late Weichselian marine sediments containing shells, foraminifera, and pollen, at Ågotnes, Western Norway. Norsk Geol. Tidsskr. 57, nr. 1.
- Vorren, T. O. 1970: Deglaciasjonsforløpet i strøket mellom Jostedalsbreen og Jotunheimen. Hovedoppgave i kvartærgeologi. Universitetet i Bergen. Upubl.
- Vorren, T. O. 1973: Glacial geology of the area between Jostedalsbreen and Jotunheimen, South Norway. Nor. geol. unders. nr. 291.



Nøkkelkart Jotunheimen, alle enkeltkart 1:50 000, serie M 711.





Fig. 1. Fannaråki sett fra Sognefjellveggen's høyeste punkt. UTM standplass ca. 475266 mot SW. P. Holmsen 16.07.67.

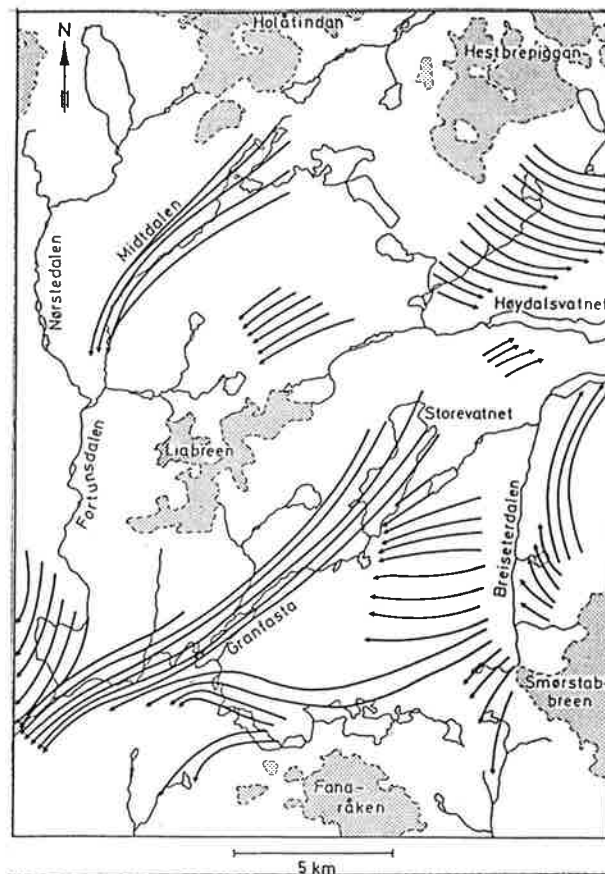


Fig. 2. Innlandsisens siste strømningsretninger i området mellom Hestbrepiggan og Fannaråki. Etter T. O. Vorren (1973) fig. 15.

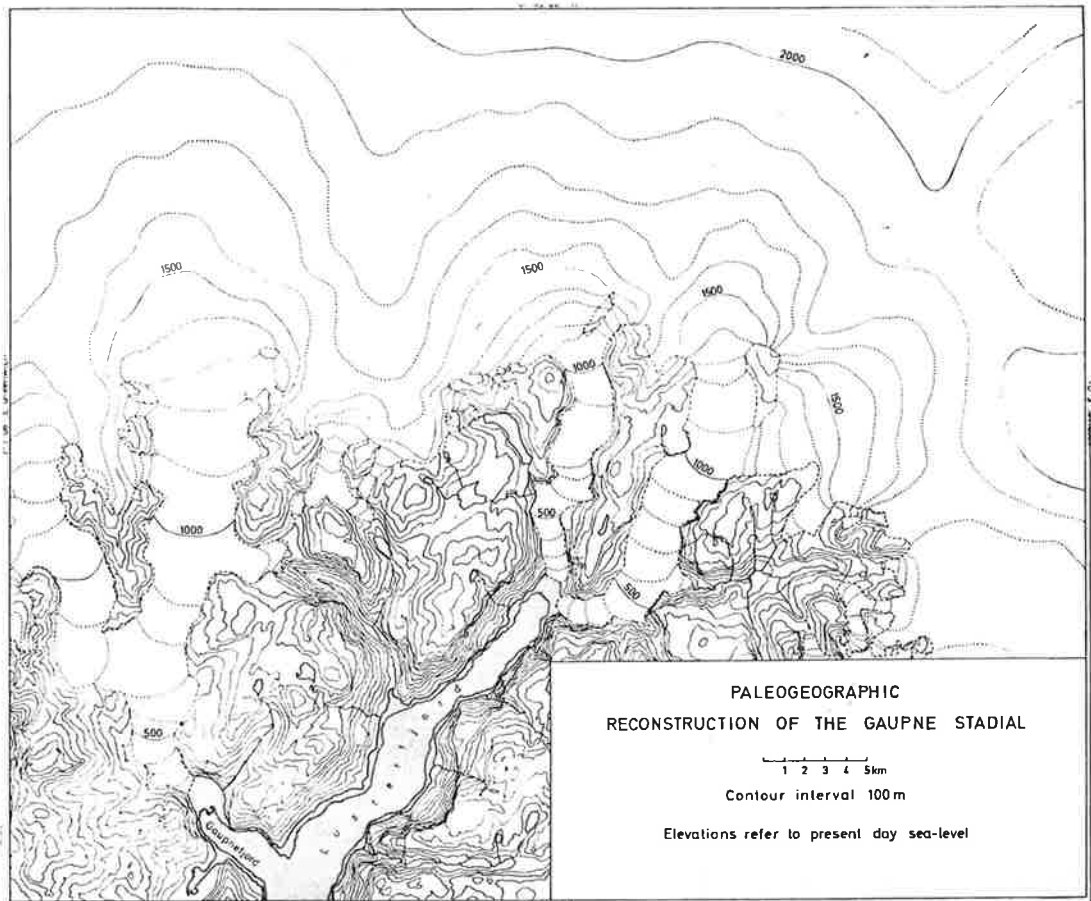


Fig. 3. Rekonstruksjon av isens utbredelse under Gaupne-stadialen (Preboreal). Etter T. O. Vorren (1973) fig. 17



Fig. 4. Gaupne-stadialens (Preboreal) endomorphene som krysser Sognefjellvegen mellom Turtagrø og Juvvatnet. Snitt. Bilen står på Sognefjellvegen. UTM 375212 Mot N. P. Holmsen 16.07.67.

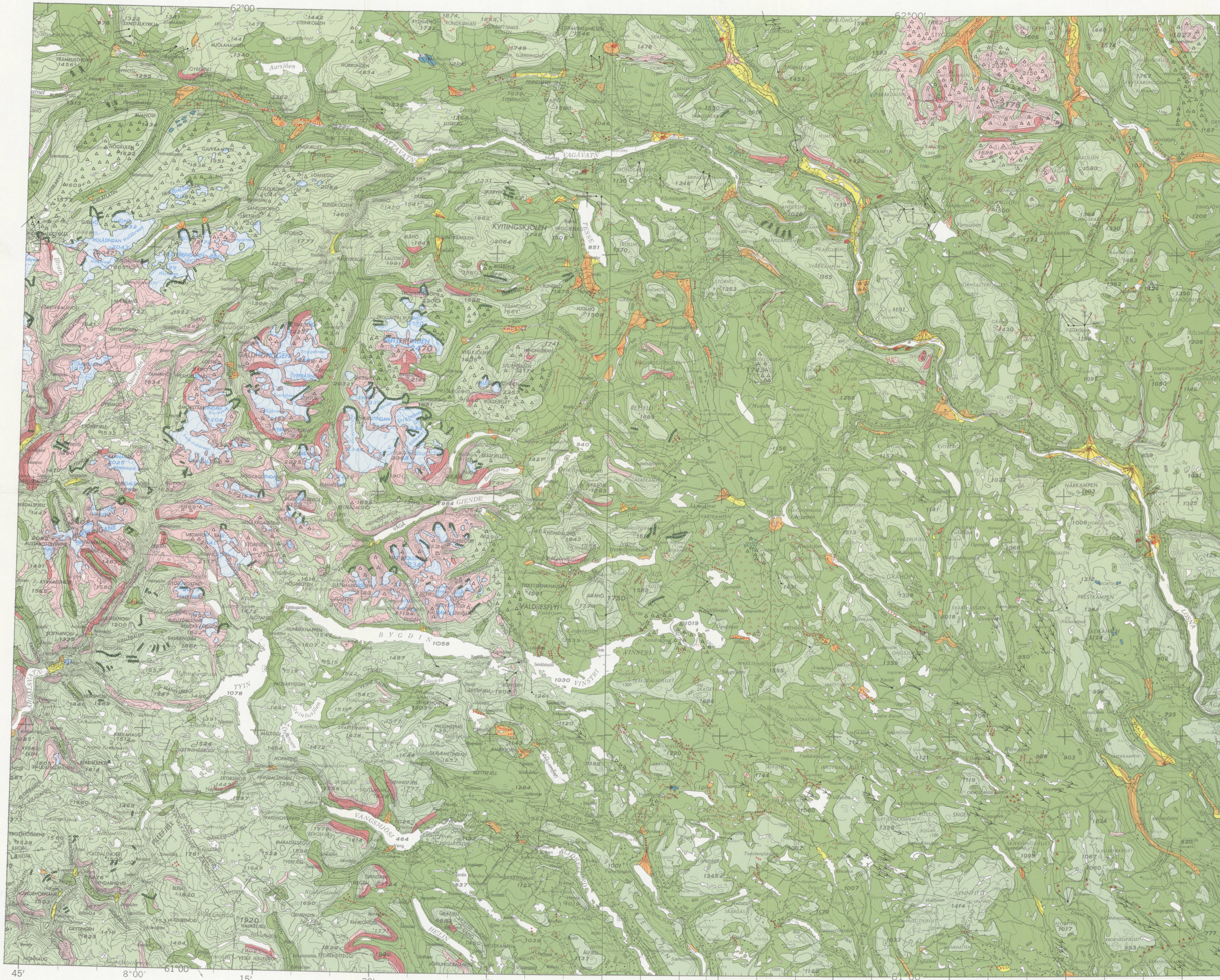


Fig. 5. Liten morenedemt sjø, oppdemt av Bøverbrens endemorene fra det maksimale fremstøt omkring midten av 1700-tallet. Liten subrecent sandur i forgrunnen. Endemorenen er vanskelig å se på bildet, men går omtrent over utløpet av sjøen, svinger mot høyre (nordover) i motstående dalside og tilbake lenger nede. I bakgrunnen til høyre sees øvre del av Breiseterdalen. UTM standplass 490247 Mot N. P. Holmsen 18.07.67.



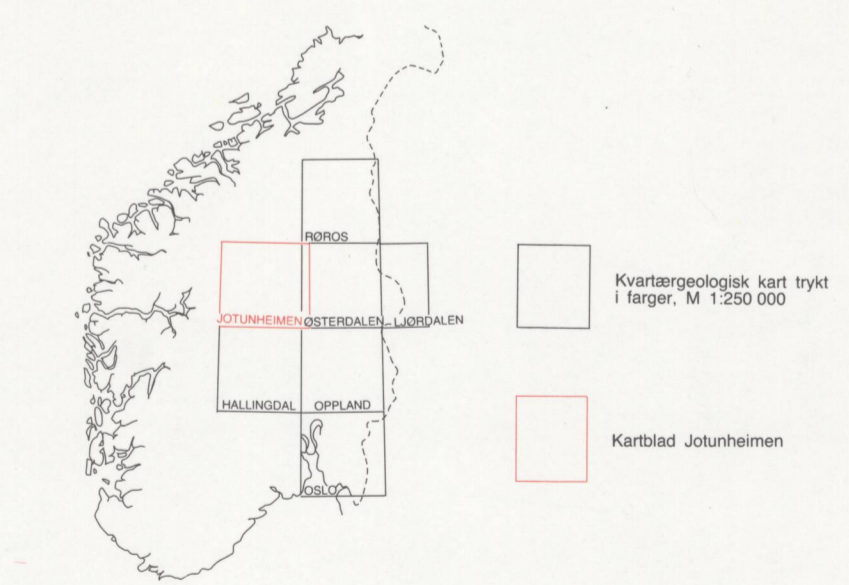
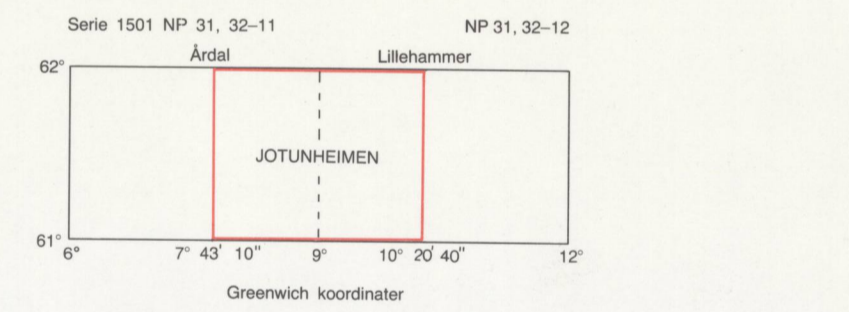
Fig. 6. Styggedalsbreen med flere subrecente endemorener, den fremste tydelige er fra fremstøtet omkring midten av 1700-tallet. UTM standplass (blad Hurrungane) 400191 Mot S. P. Holmsen 04.09.66.





- TEGNFORKLARING**  
**Legend**
- LØSMASSER**  
Superficial deposits
- SAMMENHENGENDE DEKKE AV MORENEMATERIALE  
Continuous till sheet
  - USAMMENHENGENDE DEKKE AV MORENEMATERIALE  
Discontinuous till sheet
  - RANDMORENE  
Marginal moraine
  - BRELVAVSETNINGER  
Fluvial deposits
  - BRELSJAVSETNINGER  
Glaciolacustrine deposits
  - MARINE AVSETNINGER  
Marine deposits
  - ELVE- OG BEKKEAVSETNINGER (POSTGLASIALE)  
Fluvial deposits (postglacial)
  - UR  
Scree
- BART FJELL**  
Exposed bedrock
- BART FJELL, EVENTUELT FROSTFORVITRET MATERIALE IN SITU  
Exposed bedrock, or frost-weathered material in situ
- ANDRE SYMBOLER**  
Other symbols
- BRE  
Glacier
  - BLOKKER ANRIKET PÅ OVERFLATEN  
Blocks enriched at the surface
  - SKURINGSSTRIPER MOT OBSERVASJONSPUNKT, DEN ELDRE MED HAKE  
Glacial striae towards observation point, the older one with hook
  - FLUTED- OVERFLATE  
Fluted surface
  - DRUMLIN  
Drumlin
  - STRANDLINJE I BRESJØ  
Shoreline in former glacial lake
  - RAVINE  
Gully
  - BRELVÅP, TOSIDIG OG LATERALT  
Drainage channel, bilateral and lateral
  - BRELVÅP  
Fluvioglacial canyon in bedrock
  - TERRASSEKANT, ELVERTERASSE  
Fluvial terrace margin
  - GETTERYGG, ESKER  
Esker
  - HAUGET MORENE, ABLASJONSMORENE OG -ROGEN MORENE-  
Hummocky moraine, ablation moraine and -rogen moraine-
  - GRUSVIFTE  
Fluvial fan
  - SUBMORENE AVSETNINGER, ELDERE WEICHEL  
Submoraine deposits, older Weichsel
  - FUNNSTED FOR MAMMUTRESTER  
Mammoth findings
  - LEDEBLOKKER AV DOKKVATN-KONGLOMERATET  
Boulder train of the Dokkvatn conglomerate
  - DØDISGRØP  
Kettlehole

Kartet er sammensatt i 1961 av Per Holmsen. Følgende kart med det kvartærgeologiske grunnlag (1 målestokk 1:50 000) ble utgitt i 1959 og avuttet i 1978 av Per Holmsen med medarbeidere. Topografisk grunnlag er etter serie 1501, en sammenstilling av deler av bladene Lillehammer og Årdal.



Referanse til dette kartet: HOLMSEN, P. - 1963  
JOTUNHEIMEN, kvartærgeologisk oversiktskart, M 1:250 000  
Norges geologiske undersøkelse

Kartgrunnlag : Norges geografiske oppmålings kart eller tilsvarende  
Reppografi : Norges geologiske undersøkelse  
Trykk : SUEJTIUM grafiske as, Trondheim 1983  
Forlag : Universitetsforlaget

