

Rapport nr. 85.173

Beskrivelse til det kvartærgeologiske  
kartblad Slidre AMS serie 1617 II



# 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. 85.173	ISSN 0800-3416	Åpen/ <del>Forsøkt</del> XI
Tittel: Beskrivelse til det kvartærgeologiske kartblad Slidre AMS serie 1617 II		
Forfatter: Førstestatsgeolog Per Holmsen	Oppdragsgiver: Norges geologiske undersøkelse	
Fylke: Oppland	Kommuner : Vang, V. Slidre, Ø. Slidre, Nord-Aurdal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Årdal og Lillehammer (landgeneralkart Jotunheimen)	Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1617 II Slidre	
Forekomstens navn og koordinater:	Sidetall:                      Pris: kr.90.00	
Feltarbeid utført: 1964, 1968, 1969, 1970	Rapportdato:	Prosjektnr.: 5.1.2022.00      Prosjektleder: Per Holmsen
Sammendrag: <p>Beskrivelsen er en tematisk behandling av kvartærgeologien innen blad Slidre, som sammen med 27 tilsvarende kartblad danner grunnlaget for beskrivelsen til oversiktskart Jotunheimen, NGU nr. 374. Hovedvekten er lagt på dreneringen under siste del av avsmeltningstiden og jordarternes smeltevannsbetingede former, men det må henvises til innholdsfortegnelsen. Teksten er lagt opp slik at den skal kunne oppfattes av lesere uten særlig geologiske forkunnskaper. Av hensyn til samme lesekreter er tatt med et avsnitt om klimavariasjonene i Holocen (de siste ca. 10 000 år).</p>		
Emneord	Beskrivelse av kvartærgeologiske forhold innen blad Slidre	

## SLIDRE

### INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Innledning	1
Storformene	2
Kvartærtiden	3
Glasiasjonshistorien	5
Dreneringshistorien	8
Jordartene (de løse avsetninger)	11
Morenejordartene	11
Bunnmorene	11
Ablasjonsmorene	13
Breelvavsetninger	14
Postglasiale elve- og bekkeavsetninger	15
Organiske avsetninger, torv	16
Klimavariasjonene i Holocen	17
Hvordan kan vi vite?	19
Jordartenes anvendelse	21
Litteratur	22

### Innledning

Beskrivelsen av blad Slidre er utarbeidet etter at beskrivelsen til oversiktskart Jotunheimen i M 1:250 000 ble utgitt som Norges geologiske undersøkelses publikasjon nr. 374 i 1983, av Per Holmsen (1982). Dette årstall er angitt fordi beskrivelsen ble trykt ferdig året før oversiktskartet ble trykt, og 1983 er derfor det korrekte utgivelsesår.

Kartbladet er, sammen med 27 tilsvarende blad i M 1:50 000, grunnlag for oversiktskartet.

I tillegg til feltarbeidet, som ble utført hovedsakelig i 1968 og 1969, er flybilledtolkningen en viktig del av det materiale som beskrivelsen bygger på. Med H. Chr. Raastads tillatelse har også dennes kartmateriale vært delvis benyttet, Raastad (1958).

### Storformene

Med storformene menes de topografiske hovedtrekk, slike som kan sammenfattes i følgende tre hovedtrekk: de høye fjellene, fjellvidde-nivået og de dypt nedskårete dalene. Læren om disse hovedtrekk er en del av naturgeografien like meget som av geologien, og er et fellestema for disse to vitenskapsgrener.

Dannelsen av storformene har tatt lange geologiske tidsrom, og går lenger tilbake i den geologiske tidsregning enn Kvartærtiden.

Av de tre nevnte hovedtrekk er viddenivået det eldste, og de dypt nedskårete dalene det yngste. Alle hovedformene skyldes erosjon av fjellgrunnen.

Viddenivået er det minst påvirkete element av disse, og det er idag vanlig å oppfatte viddenivået som dannet gjennom lange geologiske tidsrom forut for Kvartærtiden, nemlig i løpet av den forutgående tid, Tertiærtiden, som var en varm tid med sterk kjemisk forvitring av fjellgrunnen. En gang i Tertiærtiden var Norge (og Den skandinaviske halvøy forøvrig) et lavland med slakke, avrundete fjellformer rakende opp over lavlandet. Det skjedde da en omfattende jord-skorpebevegelse slik at Den skandinaviske halvøy ble hevet opp som en skrått stillet plate, mest i vest langs det som nå gjør den indre del av kontinentalsokkelen, hele vegen rundt Norge. I vest ble landet hevet på minst 2 000 m, kanskje mer. Derved ble elvenes fall større, både mot øst, sør og vest, og elveerosjonen fikk større makt. Tertiær-

tiden sluttet, klimaet ble vesentlig kaldere for 2-3 millioner år siden, og det oppstod nedisning av kontinentene på høyere breddegrader. Isbreene bredte seg, og dermed kom et nytt erosjons-agens til å virke på overflaten, nemlig isen. Kvartærtiden var begynt. Skillet mellom Tertiær og Kvartær er nettopp satt da klimaet ble kaldere, vesentlig kaldere enn i nåtiden.

Dermed begynte også omformingen av Tertiærtidens landskap, og et annet relieff utviklet seg. Det minst påvirkete hovedtrekk er viddenivået, selv om dette også er betydelig modifisert fra et opprinnelig sletteland. De opprinnelige fjellene ble sterkere påvirket av breerosjon, særlig botnbreene tåret fjellene, mest i begynnelsen av nedisningene (for det var mange av dem), slik at det oppstod et skarpt relieff med steile skråninger. Innen blad Slidre er det bare gjenstående rester av de fjellene som eksisterte før istidene. Jotunheimens tinder og brebotner er typisk for iserosjonens virkning.

Sammen med iserosjonen virket også elvenes erosjon inn på utdypningen av dalene. Selve dalmønsteret, med elvenes retninger, er kanskje en arv fra Tertiærtiden, men den sterke fordypning er nok en kombinert virkning av både isbreer og rennende vann.

#### Kvartærtiden

Vi vet ikke hvor mange nedisninger det har vært i Norge. Noen mener minst 10, andre mener ca. 20. Sikkert er det at det har vært mange. Man pleier å regne 6 store istider, hver med flere nedisningssyklener, avbrutt av isfri mellomistider da klimaet ikke var vesentlig forskjellig fra nåtidens, da innlandsisene svant inn eller ble borte. Den siste av de store istider kalles Weichsel (etter elven av samme navn i Polen, hvor det er avsetninger fra denne is-

tiden). Weichsel hadde en eller to mildere perioder da innlandsisen over Fennoskandia var helt eller delvis borte. Det er den siste nedisning som vi kjenner best fra Norge, og som vi har så mange avsetninger etter.

Det er mange vanskeligheter forbundet med aldersangivelser av hendelser i den geologiske fortid. I vårt århundre har forskere i mange land funnet fram til metoder for radiologisk datering, som innebærer aldersbestemmelser av mineraler og/eller bergarter som inneholder radioaktive stoffer. Så gjelder det å bedømme alderen av geologiske dannelser i forhold til når de radioaktive mineraler ble dannet. Det er lagt ned enormt mye arbeide for å bestemme hvor hurtig det radioaktive stoff spaltes, man angir helst halveringstiden for dette. Men det er sjelden å finne egnet materiale som kan stilles i noenlunde sikker aldersrelasjon til geologiske hendelser. Det skal ikke her gåes inn på metoder eller hvorledes man har funnet frem til de historisk-geologiske hendelser.

Man regner nå med at Kvartærtidens begynnelse, med den store klimaforverring, ligger minst 2-3 millioner år tilbake. Det er store problemer med å datere de forskjellige istidens lengde og når de inntraff. Man mener at den siste nedisning i Weichsel begynte mellom 35 000 og 40 000 år tilbake, og at den hadde sitt maksimum for ca. 20 000 år siden. Når det gjelder slutten av den siste nedisning står vi på noe tryggere grunn, etter at metoden for aldersbestemmelse ved hjelp av den radioaktive karbonisotop  $^{14}\text{C}$  ble utarbeidet. Dateringen skjer på organisk materiale, f.eks. på trestykker eller forkullede rester av organisk opprinnelse. Metoden egner seg dårlig for materiale som var levende for mere enn ca. 40 000 år tilbake, da nesten alt  $^{14}\text{C}$  er blitt borte ved den radioaktive spalting. Men for materiale som levet for flere tusen år siden inntil ca. 40 000 år tilbake er aldersbestemmelsen etter denne metode

noenlunde sikker når materialet behandles særdeles omhyggelig i laboratoriene. Man er kommet til at den siste nedisnings siste store brefremstøt sluttet for rundt regnet 10 000 år siden med den tid som er kalt Yngre Dryas. Man regner at Weichsel sluttet med denne, og den tiden som fulgte er kalt Holocen, den tid vil lever i. Også Holocen tilhører Kvartærtiden.

I Norge, Sverige og Finland var siste nedisning imidlertid ennå ikke slutt, og det lå fremdeles et isskjold over de sentrale deler av disse land. Innlandsisen var minket i tykkelse og kystene var blitt isfrie, men det kom en kortvarig klimaforverring for omlag 9 500 år siden med fremstøt av breene som utgikk fra den gjenliggende innlandsisen mot fjordene på Vestlandet.

Vi er da inne i Preboreal, den eldste del av Holocen. Deretter ble klimaet varmt, og isen forsvant. De siste døde isrestene lå igjen i de dype dalene på Østlandet inntil Boreal, det annet tidsavsnitt i Holocen. Se nærmere under avsnittet om klimavariasjonene i Holocen. Også de aktive breer i høyfjellet forsvant.

### Glasiasjonshistorien

Det vil lønne seg å lese beskrivelsen til kvartærgeologisk oversiktskart Jotunheimen for å få en oversikt over nedisningshistorien for deler av Østlandet, NGU nr. 374 av Per Holmsen (1983). Det er særlig skuringsstripenes forskjellige retninger kombinert med studier over steinblokkenes transportretninger med isen som kan gi opplysninger om glasiasjonshistorien under den siste nedisning. Innen blad Slidre har isen også etterlatt stripet moreneoverflate (såkalt fluted surface) flere steder, mens skuringsstriper på fjelloverflaten er forholdsvis sjeldne.

Det er ikke søkt systematisk etter isskuringsstriper innen bladets område, og bare fire lokaliteter er angitt på

kvartærkartet. To av striperetningene viser en isbevegelse mellom sørøst og øst, hvorav den eldste synes å være på toppen av en markert fjellkulle nær Ukshovd, som har retning øst-sørøst. En yngre striperetning ved utløpet av Javnin viser retningen sørøst, parallell den markerte stripete moreneoverflate (se avsnitt om bunnmorene) øst for Beitostøl, her med noen meget langstrakte rygger. En tredje striperetning er observert kort nord for Presthegge seter, med retningen øst-nordøst, eller ca.  $80^{\circ}$ . Denne stripe må være temmelig gammel, og sikkert eldre enn den stripete moreneoverflate. Den behøver ikke nødvendigvis stamme fra siste nedisning, men kan være fra en eldre nedisningssyklus med et isskille over den nordlige del av Hardangervidda. Per Holmsen (1983) nevner en skuringsretning øst-nordøst mellom Gol og Leira og like sør for Skogshorn i Hemsedal, som ikke faller sammen med noen skuringsretning kjent fra siste nedisning. Denne avvikende retning er også observert helt over mot Flaksjøen nord for Ringebu. Andre har ment at denne retning omkring Gudbrandsdalen skriver seg fra den aller siste del av siste nedisning, da innlandsisen var smeltet så meget ned at den delte seg opp i lokale iskulminasjoner. Dette mener således Garnes (1972) og Garnes & Bergersen (1980). Imot denne tolkning taler det meget regelmessige mønster av stripet moreneoverflate mot sørøst som er tilstede innen en flerhet av kartbladene sør for Vinsteryflyen, og også innen blad Slidre, i den østlige del. I Murkhovden, vest for Yddin sees striper mot  $110^{\circ}$ .

Blokktransportretninger i området øst for blad Slidre, av det karakteristiske Bygdin-konglomeratet (som står i fjell mellom Bygdin og Skaget) viser en sørøstlig transport av isen, tilsvarende den stripete moreneoverflate.

Stripet moreneoverflate finnes innen blad Slidre i den østlige del, foruten nær Beitostøl også ved søndre (nedre)



Kjølavatn, og omkring utløpet av Yddin. Den stripete moreneoverflate sees best på flybilder, men kan også sees i marken under egnete lysforhold. Den stripete moreneoverflate viser ved Beitostøl en retning mot sørøst, ved nedre Kjølavatn øst-sørøst. Men omkring utløpet av Yddin opptrer det en retning ca.  $110^{\circ}$ . I Murkhovden viser skuringsstripene i toppen av denne kollen i helt frittliggende lokalitet samme retning  $110^{\circ}$ . Murkhovden danner et isolert høydeparti, som har en markert støtside og en markert leside som i en stor drumlin med fjellknaus i midten. Lengderetningen av drumlinen er den samme som skuringsstripene og den stripete moreneoverflate. Da mønsteret for stripet moreneoverflate dreier mere mot sørøst innen nabobladet Fullsenn og flere kartblad lenger øst, Synnfjell, Follebu, Espedalen og Svatsum, samt Sikkilsdalen sør for Vinsterflyen, oppfattes den avvikende retning ved Yddin som påtvunget isstrømmen av de høye fjellene sør for Yddin nemlig Mellene (Melladdn) med Rabbalsmellen nordligst. Mellene ligger kort øst for kartgrensen mot blad Fullsenn.

Fluted moreneoverflate finnes også i den sørvestre del av blad Slidre, i det flate terrenget som på gradteigkartet er navngitt Dinglane, nær Lehovd sr., nord for Krokåni.

Det generelle billede som de her omtalte lineære formelementer gir av isbevegelsen innen blad Slidre, viser en isbevegelse under siste nedisning mot sørøst. Det er ikke funnet noen skuringsstriper som har retningen langs hoveddalen gjennom Øystre Slidre, heller ingen stripet moreneoverflate i denne retning. Alle de observerte lineære elementer viser at isbevegelsen var rettet mere østlig. Det tyder på at sporene etter den første fase i glasiasjonshistorien, innledningsfasen, da isbevegelsen fulgte dalene nedover fra høyfjellene i nord og vest, er praktisk talt utslettet av den senere fase i glasiasjonshistorien som av Garnes (1972) er kalt høyfjellsfasen. Det synes også som

om isbevegelsen innen blad Slidre under den tredje fase, innlandsisfasen (Garnes, 1972), falt sammen med høyfjellsfasen, og at glasiasjonssenteret lå i nordvest for blad Slidre, i forlengelsen av den langstrakte iskulminasjon over Ringeby-Vinsterflyen, slik Garnes (1972) lyktes i å rekonstruere glasiasjonshistorien i Gudbrandsdalen. Den fjerde fase, av Garnes (1972) kalt deglasiasjonsfasen, synes ikke å ha ført til dannelsen av lokale glasiasjonssentra i Slidre, men at isbevegelsen fortsatte som under innlandsisfasen helt til isen ble stagnerende, og til slutt død. Da var vi nådd inn i Preboreal tid, og døde isrester lå igjen i dalsøkkene inne på fjellvidden og sannsynligvis også i hoveddalens lavere fordypninger.

Vi er da kommet inn i Holocen, og den markerte smeltevannsaktivitet som har satt så mange spor, kaster lys over den siste fase av innlandsisens historie.

Det bør kanskje til slutt minnes om at så lenge isen var i bevegelse rant den i samme retning som hellingen av isoverflaten. Det er nemlig trykkgradienten som driver isstrømmen.

#### Dreneringshistorien

Det menes her den del av dreneringshistorien som hører til avsmeltningstiden. Så lenge det lå ismasser igjen kunne isen virke som demning slik at avløpene ble bestemt av gjenliggende ismasser, og avrenningen kunne derfor delvis ta andre veier enn det nåværende mønster.

Til dels foregikk det også en drenering under isen, gjennom subglasiale tunneller, drevet av vannets trykkgradient. I helt grove trekk skjedde den subglasiale drenering også i den samme retning som hellingen av isoverflaten, og da vannet i de subglasiale tunneler, hvor vannet stod under trykk, kunne vannet også renne "mot bakke" i forhold til underlaget.

Avrenningen kunne i svært mange tilfeller følge iskantene. Det finnes eksempler innen blad Slidre på begge disse måter.

Den subglasiale drenering har etterlatt karakteristiske spor, i form av langstrakte rygger. Det er partier av tunnelene hvor vannstrømmen avsatte sand, grus eller blokker. Da isen smeltet vekk ble slike avsetninger liggende igjen, gjerne som markerte rygger hvor de opprinnelige isstøttede sidene er rast ned. Slike rygger, bestående av sortert materiale, har et godt navn i norsk språk, gjeiterygger, i geologisk fagterminologi kalt eskere (engelsk).

Den subaerile ("under åpen himmel") drenering har etterlatt seg flere typer spor. Dels er det erosjonsspor i form av laterale renner (lateral betyr langs sidene av isen), dels i form av avspylte fjellpartier, dels også i form av avsetninger av sortert materiale.

Avspylingen har til dels ført til dannelselse av blokkmark, hvor alt finere materiale er ført vekk så bare større blokker ligger tilbake. Et område som har vært særlig sterkt avspylt er langs Javnåni, særlig på østsiden. Fig. 2 illustrerer dette.

Eksempler på gjeiterygger finnes langs Kjølaåni, langs den øvre del av Yddeåni omkring Busetjern, og dels langs nedre del av Vindeåni. Eksempler på laterale renner finnes mange steder, således langs Ringåni med et overløp over mot Yddeåni, og dels langs denne med overløp sørover, dels øst for Robølshovda, dels vest for samme mot Vindeånis dalgang sør for Vindevatni. Hele dette dreneringssystemet av laterale smeltevannsløp er isdirigert i høy grad. Det finnes også laterale dreneringsrenner utenom dette systemet, bl.a. i den sørvestre del av bladet, omkring Krokåni og Rassvæta. Eksempler på avspylte områder finnes særlig omkring Ringåni og i vestsiden av Gravfjellet.

De vannmasser som har etterlatt seg dreneringsspor langs Kjølaåni og Ringåni har neppe bare kommet fra lokal avsmelting i nærheten av disse vassdrag, men har sannsynligvis sin opprinnelse i Vinsteryflybassenget, hvor det er spor etter overløp over noen av de lokale fjellpass sør for Vinsteryflya.

Eksempler på sorterte avsetninger som hører til disse smeltevannsspor finnes ved Kjølaåni nær Robølsstøl og ved Vindeåni, samt sør for Mehovd, og ellers i små partier andre steder. Den store grusviften nedenfor Øvrefoss ned mot Vollbufjorden er opprinnelig avsatt av smeltevann som har ført eskeren omkring Øvrefoss utover nedstrøms på et sent tidspunkt, og er videre bearbeidet etter at isen var smeltet bort. Forekomsten av sortert grus ved Myrvoll vestligst i Lykkjagrend (blad Gjende) er avsatt av et isdirigert vannløp gjennom en subglasial tunnel ved Fleinsendin som munnet ut i en gjenliggende ismasse i dalen sørover. Her er det en stor subglasial avsetning i form av et esker-system vest for kartgrensen, med en snipp som når så vidt inn på blad Slidre. Mesteparten av det senglasiale dreneringssystem som her er nevnt har sin opprinnelse innen kartblad Gjende, nordvest for blad Slidre.

Den aller siste fase i avsmeltingstidens dreneringshistorie viser at dreneringen fulgte de nåværende vassdrag. En terrasseformet breelvavsetning langs østsiden av Dalsåni ved Hegge markerer grensen til postglasial tid, da Heggefjordens isrest var nesten forsvunnet. På kvartærkartet er både denne avsetning og den store grusvifte ned mot Vollbufjorden angitt som breelvmateriale. Mye ble imidlertid erodert og ført utover av elven etter at isen var forsvunnet. Egentlig tilhører de yngste deler av disse avsetningene den postglasiale tid. Den smule inkonsekvens som her kommer til syne har sin årsak i at for disse avsetninger har materialets beskaffenhet og opprinnelse vært avgjørende

for fargeleggingen. Sett fra tidsaspektet kunne de yngste deler vært gitt gul farge (postglasial) hvis det hadde vært mulig å finne en naturlig grense for hva som er avsatt etter at isen forsvant fra lokalitetene. Valget av farge kan tjene som eksempel på kompromisser ved fremstillingen av kvartærkart, der det genetiske prinsipp har vært overveiende over tidsperspektivet.

Jordartene (de løse avsetninger)

Morenejordartene

Dette er betegnelsen på de løse avsetninger som er avsatt direkte av isen. På kvartærkart er disse gitt grønne farger, en mørkere grønnfarge der hvor morenematerialer er et sammenhengende dekke over større arealer, og en lysere grønnfarge der hvor morenedekket er usammenhengende, med oppstikkende partier av fjellgrunnen. Kvartærkartet er sterkt generalisert på dette punkt, og bygger i stor grad på flybilledtolkning. Arealer med oppstikkende fjellpartier lar seg forholdsvis lett identifisere på flybilleder (stereoskopiske billedpar). Men grensen mellom sammenhengende og usammenhengende morenedekke er rent skjønnsmessig trukket.

Bunnmorene er betegnelsen på morenemateriale som har ligget innesluttet i isens undre del, i sålen, opptatt fra underlaget under isens bevegelse. Det som karakteriserer bunnmorenen er at den er usortert, d.v.s. at den inneholder alle kornstørrelser i blanding fra de minste partikler (leir) til blokk. Som regel er bunnmorenen uten lagdeling. Den lokale fjellgrunn i den retning isen kom fra er overrepresentert i materialet i forhold til det som er lengre transportert, fordi isen stadig opptar materiale i sålen under bevegelsen og det lengre transporterte materiale blir derfor stadig tynnet ut med mere lokalt materiale. Derfor

varierer også bunnmorenen i korn- og mineralsammensetning med fjellgrunnen i nærheten. En stor del av fjellgrunnen innen blad Slidre består av fyllitt, som gir et høyt innhold av de minste partikler. Egenskapene av bunnmorenen varierer derfor på denne måte med fjellgrunnen. En finpartikkelrik bunnmorene er gunstig for landbruk og skogbruk, da den er tørketålende (holder godt på vann). Mineralnæringen er av samme grunn rikelig. Den østlige del av kartbladets område har sparagmitt som fjellunderlag. Her er morenejorden også noe fattigere på finpartikler, men ikke i sin helhet. Sparagmitt veksler nemlig med fyllitt her. En større undersøkelse av markboniteter er utført av Jorddirektoratets avdeling for markundesøkelser, særlig i området omkring Beitostøl. Det har vist seg at det geologiske underlag, både fjellgrunn og løsmasser, ikke gir seg særlig store utslag i vegetasjonskartleggingen. Dette beror for en stor del på at nedbøren i området er noenlunde jevnt fordelt gjennom vekstsesongen. Bunnmorenenes vanligste form er som nevnt et dekke, mere eller mindre sammenhengende. Men den forekommer også i andre former.

Drumlin er betegnelsen for en langstrakt form, uttrukket i isens bevegelsesretning, og med en tykkelse som kan være det mangedobbelte av den vanligste tykkelse, som de fleste steder ikke er mere enn fra 0,4 til ca. 2 m. En ekte drumlin kan ha dimensjoner av mange hundre meters lengde, langt mindre bredde, og høyde (tykkelse) av opptil 10, sjelden 20 m. Dette som et vanlig eksempel. En drumlin kan også ha en fjellkjerne, som kan rage opp over moreneoverflaten. Morenematerialet er avsatt dels foran, dels bak fjellkjernen (i isbevegelsens retning). Murkhovden er et vakkert eksempel innen blad Slidre. Hvis morenematerialet bare er avsatt i le for fjellknausen kalles en slik formasjon for "crag-and tail" ("fjellknaus med hale"). Det finnes også eksempler på slike former innen Slidre, men er ikke angitt spesielt på kvartærkartet.

En tredje form av bunnmorene er såkalt "fluted" moreneoverflate. Ordet fluted kan i denne sammensetning oversettes med stripet. Det er meget lange rygger med like lange søkk imellom. Bredde og høyde av ryggene er meget mindre enn av en drumlin. Noen slike finnes øst for Beitostøl, og også andre steder. De er angitt ved langstrakte piler (i grønt). I alminnelighet er ikke denne slags stripet moreneoverflate særlig synlig i marken, men kommer tydelig frem på flybilleder. Retningen av stripningen viser nøyaktig isens bevegelsesretning, og er en hjelp til å erkjenne denne når isskuringsstriper mangler.

Ablasjonsmorene er betegnelsen for det materiale som isen inneholdt i de høyere nivåer og som i avsmeltningsfasen til slutt ble liggende på isens overflate. Der ble materialet til dels utvasket av smeltevann, til dels også transportert av breelver som i sluttfasen også førte materiale ut på isen. Som en følge av smeltevannsaktivitet er ablasjonsmorenen til dels utvasket for de små partikler, tildels også noe sortert lagvis. Ablasjonsmorenen samlet seg i sluttfasen i groper i isens overflate, og forekommer derfor gjerne i form av hauger. På kartet er slike angitt ved røde tegn for hauger, ikke med egen farge.

Ordet morene brukes ikke som en materialbetegnelse når det står alene. Det betegner da en ryggformet voll avsatt av en aktiv (levende) isbre langs fronten av denne (endemorene) eller langs siden (sidemorene). Innen blad Slidre finnes ingen slike dannelser, fordi innlandsisen dekket området sammenhengende inntil den smeltet og bevegelsen opphørte uten at det oppstod lokale aktive breer i slutten av nedisningen. De deler av isdekket som tilslutt ble isolert var uten bevegelse. Hvis man vil se ende- og sidemorener må man søke dem ved nåtidens aktive breer, f.eks. i Sentraljotunheimen.

## Breelvavsetninger

Breelvavsetningene er avsatt av strømmende vann, og består av materiale som ble transportert langs bunnen. Det finere materiale ble ført vekk i suspensjon, og det gjenliggende består derfor av kornstørrelsene fra sand og oppover. Materialet er sortert, og gjerne lagdelt, idet kornstørrelsene veksler fra lag til lag, beroende på strømhastigheten da det enkelte lag ble avsatt.

Graden av sortering er avhengig av lengden av vanntransporten. For å gi et godt sortert materiale kreves lang transport. Innen blad Slidre finnes eksempler på kort transporterte breelvavsetninger med dårlig sorteringsgrad med mye finbestanddeler, en overgangstype mellom ablasjonsmorene og breelvavsetninger. Den ytre form av noen slike avsetninger er breelvavsetningenes, mens materialsammensetningen er som for morenemateriale. En avsetning sør for Mehovd kan tjene som eksempel, likeså noen avsetninger langs Vindeåni. Fenomenet kan tolkes som avsetninger av lortstrømmer der sortering uteble. Det ser videre ut som om særlig finstoffrik bunnmorene, som utgangsmateriale for breelvavsetningene, krever særlig lang transport for å bli godt sortert. Den her omtalte dårlige sortering synes å forekomme i områder med glimmerskifer i fjellgrunnen, der følgelig bunnmorenen er finstoffrik, slik som innen deler av blad Slidre.

Det bør kanskje også nevnes at smeltevannet under sin veg også avsatt materiale oppe på isens overflate under nedsmeltingen. I sluttstadiet av denne prosess ble materialet ansamlet i groper i isoverflaten. Dette skjedde særlig i de lave senkningene i terrenget inne på fjellvidden, hvor isen lå igjen som døde rester til slutt. Da isen smeltet bort ble materialet fra sluttfasen liggende igjen som hauger, slik som omtalt under avsnittet om ablasjonsmorene. Materialet i slike hauger varierer sterk i sorteringsgrad,



men er gjerne en god del utvasket på grunn av transport-historien på isens overflate.

En del forekomster av breelvavsetninger innen Slidre er omtalt under avsnittet om dreneringshistorien. Det er imidlertid mest tale om ganske små forekomster av eskere omkring Robølsstøl ved Kjølaåni, Fig. 1. Det er vesentlig bare en noe større forekomst av virkelig godt sortert breelvmateriale innen Øystre Slidre herred, og det er den omtalte forekomst ved Skredbergo, også en esker-dannelse, men lokaliteten ligger innenfor blad Gjende, kort nordvest for Lykkjagrend. Fig. 3 viser et snitt i grustak nær Myrvoll hvorfra mesteparten av det gode grusmateriale innen den nordlige del av herredet er hentet. Snittet viser vekslende lag av sand og grus, delvis i krysskikting, og kan tjene som illustrasjon av strukturen og materialsammensetningen i en typisk breelvavsetning.

#### Postglasiale elve- og bekkeavsetninger

Denne betegnelsen anvendes for sorterte avsetninger avsatt av elver og bekker etter at isen var smeltet bort. Forskjellen fra breelvavsetningene er både en tidsforskjell og en materialforskjell. De postglasiale elveavsetninger inneholder ikke så varierende kornstørrelser fordi flommene, og dermed strømhastighetene, ikke hadde så store variasjoner som under isavsmeltningen, dels inneholder slike avsetninger ikke sjelden en del humusbestanddeler fordi området var blitt vegetasjonsdekket kort etter at isen ble borte. Forekomstmåten er også forskjellig. De postglasiale elveavsetninger finnes langs nåværende vassdrag mens breelvavsetningene kan finnes på steder der det ikke renner noen elv eller større bekk i nåtiden.

Det er flere typer av postglasiale elveavsetninger, den ene type er grusvifter som kan ha grovkornig materiale av

stein, grus og sand. Det mest typiske eksempel på en grusvifte innen Slidre er hovedelvens store grusvifte ned mot Vollbufjorden, den som begynte som en breelvavsetning, men som senere ble ført utover etter at isen var borte. Den annen type er flomsandavsetninger som avsettes innover flat mark under flom. Denne type inneholder alltid humusbestanddeler og kan ikke brukes til betong. Det nærmeste eksempel på en slik avsetning er der hvor Dalselven munner ut i Heggefjorden. Det kan tilføyes at det også er en slags grusvifte øverst i Sæbøfjorden, men som har en del flomsand avsatt ytterst i grusviften. Det er merkelig lite av postglasiale elveavsetninger i den del av Vestre Slidre som ligger innen blad Slidre. Det er litt, men ubetydelig, elveavsatt materiale øverst ved Lomen. Først sør for kartgrensen finnes større avsetninger fra Fagernes og sørover, utenfor kartbladet.

Det finnes litt flomsand ved Krokåni på en flat strekning. Her finnes også noen små flekker av breelvsand litt høyere i terrenget. Men disse forekomster er så små at de neppe kan ha annet enn rent lokal anvendelse og betydning.

#### Organiske avsetninger, torv

Den eneste type organiske avsetninger innen blad Slidre er torv. Torv finnes vesentlig i myrstrekninger innen vidde-nivået hvor det er større flate strekninger. Særlig i den nordøstre del av kartbladet fra Yddin og nordover er det ganske store myrstrekninger, og litt torvavsetninger finnes også langs Krokåni i den sørvestre del. Det er imidlertid ikke gjort særlige undersøkelser av torvforekomster innen bladets område. Tykkelser er heller ikke kjent i større utstrekning.

Omkring Beitostøl finnes det ganske meget av et tynt torvdekke som delvis skyldes at bunnmorenedekket er rikt på

finpartikler og lite gjennomslippelig for vann, selv om også morenedekket er tynt, som regel mindre enn en meter. En relativt rikelig nedbør kan føre til at det er dannet torv på noe hellende mark. Slik torv er som regel mindre enn en meter tykk.

#### Klimavariasjonene i Holocen

Under avsnittet om Kvartærtiden er omtalt at tiden etter Weichsel (og altså etter Yngre Dryas-tiden) er kalt Holocen. Den første tid av Holocen er kalt Preboreal, den varte i ca. 1 000 år. Den første del av Holocen lå innlandsisen ennå over innlandet i Norge, men etter midten av Preboreal smeltet isen meget hurtig bort, slik at viddennivået var begynt å bli vegetasjonsdekket ved slutten av Preboreal. Det var en pionervegetasjon med gress, urter, dvergbjørk, einer og furu som vandret inn. Breelvavsetningene, og sannsynligvis også den tid som dreneringshistorien omfatter, fant sted i første halvdel av Preboreal.

Den følgende tid, som også varte om lag i 1 000 år, er kalt Boreal. Da etablerte fjellbjørk og furu seg i viddennivået og sikkert også i lavere nivåer. Boreal var en varm og relativt tørr tid. At det vokste furutrær i Boreal vet vi fra flere steder hvor det er funnet gamle furustokker i høyfjellet, over den nåværende skoggrense. At furuskogen gikk så høyt berodde på to ting: klimaet var en del varmere enn i vår tid, og landhevningen var ikke avsluttet ennå, så landet lå ennå en del nedtrykket og lavere enn nå i forhold til havnivået. På Gravfjellet i Øystre Slidre fant J.K. Sandmo en furustokk i et bergtjern i 1070 m's høyde (sannsynligvis det tjern som er angitt på det topografiske kart), og fikk datert en prøve av furustokken ved radiokarbon-metoden. Alderen ble oppgitt til  $8\,400 \pm 200$  år før nåtid (Sandmo, 1960). Lignende dateringsresultater er oppnådd fra andre steder i lignende høyder. Furustokker

i høyder over skoggrensen er også funnet ved Fleinsendin, kort nordvest for blad Slidre, og ved Tyin under vegarbeide i ca. 1 120 - 1 130 m o.h. Disse er ikke datert, men faller åpenbart innenfor Boreal, som stokken på Gravfjellet. De siste isrestene kan ha ligget igjen i begynnelsen av Boreal, men må være bortsmeltet før midten av Boreal. Også breene i høyfjellet forsvant i Boreal.

Den følgende tid, mellom ca. 8 000 og ca. 5 000 år før nåtid, er kalt Atlantikum (Atlantisk tid). Det var en varm, men fuktig tid da sikkert torvdannelsen foregikk livlig i viddenivået. Flere andre treslag vandret inn i lavlandet, og særlig mot slutten av Atlantikum ved overgangen til den følgende tid, Subboreal, kom de mest varmtelskende av treslagene inn, edelløvskogen i lavlandet.

Subboreal varte i ca. 2 500 år. Mot slutten av denne var bronsealderens jordbrukskultur etablert i Østlandsområdets lavland. Denne var begunstiget av et varmt, men tørt klima. Myrer tørket inn, særlig de ombrogene (nedbørsbetingete), og furuskog kunne atter vokse etter at klimaet i Atlantisk tid med mer nedbør har ført til at slike myrer var blitt vannsyke, og furuskogen var syknet hen. Nu, i Subboreal, kunne furuskogen gi opphav til et øvre stubbelag i torvmyrene (det undre stubbelagskriver seg fra Boreal, dersom det finnes to markerte stubbelag i slike myrer).

For omlag 2 500 år siden ble klimaet kaldere og våtere, og vi er inne i Subatlantikum, den tiden vi fremdeles lever i. Breene i høyfjellet, som forsvant i Boreal varmetid, gjenoppstod i Subatlantikum. Mer om breene skal straks omtales nærmere nedenfor.

Granen var begynt sin innvandring i Sør-Norge allerede i siste del av Subboreal, og bredte seg etter hvert som skogdannende utover i Subatlantikum. Granens naturlige utbredelse i Norge i nåtiden har vært tolket på to helt forskjell-

lige måter. Den ene retning mener at granen ennå ikke har rukket og bre seg til Vestlandet og til Troms (utenom på Voss og i Målselv-Bardu. Den annen retning har hevdet at det er klimatiske årsaker til at gran ikke trives på Vestlandet på grunn av for tidlig spiring om våren hvorved de spede nye skudd drepes av senere kuldebølger med frost. I vårt århundre er det plantet granskog flere steder på Vestlandet (bl.a. i Ryfylke), som har slått til, muligens fordi klimaet ikke har vært så kaldt som før.

Breene er viktige klimaindikatorer. Den kaldeste tid siden istiden inntraff i det 16., 17. og 18. århundre, da breene rykket frem lengere enn noen gang før siden breene forsvant i Boreal. Den maksimale fremrykning av alle de aktive breer i Norge, med unntak av en av brearmene fra Folgefonna, skjedde omkring midten av 1700-tallet. Samtidig var det store nødsår med sommerfrost og ødelagte avlinger i de samme århundrer. Det inntraff også brefremstøt i det 19. århundre, ledsaget av nødsår. Mest kjent er nødsårene i 1809 og 1813, krigsårene, med stor kornmangel. Men stort sett har breene trukket seg tilbake siden midten av 1700-tallet, bare avbrutt av kortvarige fremstøt og stillstander. Siden 1930 har breene minnet sterkere enn tidligere, inntil i 1960-årene da en del breer begynte å legge på seg i noen enkelte år.

Hvordan kan vi vite ?

Fortidens klimaforhold avspeiler seg i fossile plante- og dyrerester. Klimavariasjonene i Holocen gir seg til kjenne i torvmyrenes polleninnhold (blomsterstøv) fra lag til lag, hvor slikt materiale har holdt seg bra på grunn av manglende oksygen, og pollenstudier er en av de viktigste metoder for å få vite hva slags planter og trær som vokste omkring myrene da lagene ble avsatt. De fleste planter, og alle trær, har karakteristisk pollen som lar seg identifi-

sere i mikroskop. Det viser seg at det på denne måte lar seg rekonstruere hvilke treslag som vokste i omgivelsene av torvmyren, og en innvandringsrekkefølge har latt seg stille opp. Når man vet under hvilke betingelser, f.eks. hva slags klima de enkelte arter kan vokse under, lar det seg også avgjøre hvordan fortidens klimaforhold var.

I løpet av de siste 20-30 år er det blitt utviklet en radiologisk metode til å bestemme den absolutte alder av visse typer organisk materiale. Metoden kalles i korthet  $^{14}\text{C}$ -metoden, og bygger på den radioaktive karbonisotop (kullstoffisotop) med atomvekten 14. Den nydannes stadig i den øverste del av atmosfæren ved kosmisk bestråling av nitrogenatomer, og inngår i luftens karbondioksyd (kullsyre).  $^{14}\text{C}$  spaltes med en kjent hastighet, slik at etter 5 730 år er halvdelen spaltet (halveringstiden). Uten å gå nærmere inn på feilkildene lar denne metode seg anvende på materiale som var levende for inntil ca. 40 000 år siden. Karbondioksyd opptas i plantene så lenge de er levende, men opptaket stanser når den levende organisme dør. Mengden av gjenværende  $^{14}\text{C}$  måles ved strålingen fra en prøve, og tiden siden prøven var levende lar seg regne ut.

I foregående avsnitt er nevnt gamle furustokker som er funnet over nåværende skoggrense, og dateringer av slike har gitt aldre av opp til ca. 8 500 år før nåtid. Det er funnet slike stokker opp til ca. 400 m over nåtidens furugrense (Hardangervidda). Dette forteller at klimaet i Boreal var såpass mye varmere enn i nåtiden. Datidens snølinje på breene måtte ha ligget så høyt at breene måtte smeltet vekk. Det måtte i tilfelle bare vært de aller høyest beliggende breer, som er små, som kan ha eksistert under Borealtidens klima. Vi får huske på at innlandet den tid også lå noen hundre meter lavere enn nå, i forhold til nåtidens havnivå.

Landhevingen etter siste nedisning gikk hurtig til å begynne med men stadig langsommere. I Subatlantisk tid var

den minket så sterkt at vi kan si at i nåtiden er den nesten avsluttet. Ved Oslo og ved Oslofjorden er landhevingen i våre dager bare 3-4 mm/år, det meste som er målt i Norge (på grunnlag av historiske data, delvis også på grunnlag av målinger ved havet i en hundreårsperiode).

#### Jordartenes anvendelse

Bunnmorenen er den viktigste geologiske ressurs innen blad Slidre. Det er den som gir det beste grunnlag for jordbruk og fedrift, samt for skogbruket. Det har vært en tendens til å undervurdere betydningen av disse primærnæringer i den tid som er gått siden den annen verdenskrig med industriell ekspansjon og oljeproduksjon, og kanskje det har vært mye snakk om overproduksjon av landbruksprodukter. Alt dette skyldes for en stor del at Vestens land er kommet i ulikevekt i forhold til den øvrige verden, hvor hungersnød og mangel på matvarer er fremherskende i mange land. På den annen side er også industrien kommet i en situasjon med overproduksjon i verden, og det er blitt en betydelig krise for norsk industri. Vi skal heller ikke glemme at det norske landbruk er meget effektivt takket være vitenskapelig forskning og maskinell drift. Men sett i et fremtidsperspektiv og i global sammenheng vil det i lang tid være et udekket behov for landbruksvarer. Det vil heller være et organisasjonsspørsmål i verdensmålestokk og et tidsbegrenset lønnsomhetsspørsmål for det enkelte land om norsk landbruk får sin aktualitet fornyet. Det vil i samme langsiktige perspektiv være viktig å bevare arealene for jordbruks- og fedriftsproduksjon. Slidre er meget godt egnet for fedrift, med gode beitestrekninger. Idag, da seterbruket for en stor del er nedlagt eller sterkt redusert av grunner som er nevnt ovenfor, er det lett å glemme at også det usammenhengende dekke av bunnmorene ligger som en delvis ubenyttet ressurs som når som helst kan komme i produksjon på temmelig kort varsel. For skogbruket har den

del av arealene som ligger under skoggrensen hele tiden vært benyttet til skogproduksjon selv om morenedekket er usammenhengende.

Breelavsetningene er i motsetning til morenedekkene å oppfatte som engangsressurser. Når de en gang er drevet ut ved grustakdrift er de borte for alltid. De nødvendige sand- og grusmateriale må deretter hentes langveis fra, og føre til ekstra transportomkostninger. Det er så lite sand- og grusavsetninger innen blad Slidre at det påkaller et ansvarlig forvaltningsarbeide fra planleggeres side og til ressursforvaltningen, at de anvendbare sand- og grusressurser tas vare på som sådanne og ikke brukes til andre formål (byggetomter f.eks.).

Særlig andre geologiske ressurser er det svært lite av innen blad Slidre. Det tales stadig om industrimuligheter. Av råstoffer for industri er det neppe mulig å påpeke noe som i en noenlunde nær fremtid kan tenkes anvendt.

#### Litteratur

- Carlsom, B., Raastad, H. & Sollid, J.L. 1979: Innlandsisens avsmeltning i sørøstligste Jotunheimen og tilgrensende områder (med oversiktskart 1:150 000). Nor. Geogr. Tidsskr. 33.
- Garnes, K. 1972: Siste istid i midtre Gudbrandsdalen. Hovedoppgave i kvartærgeologi. Universitetet i Bergen. Upublisert.
- Garnes, K. og Bergersen, O.F. 1980: Wastage features of the inland ice sheet in central South Norway. Boreas Vol 9.
- Holmsen, P. 1983: Jotunheimen. Beskrivelse til kvartærgeologisk oversiktskart M 1:250 000 (med farge-trykt kart). Nor. geol. unders. nr. 374.



Raastad, H. Chr. 1958: Smeltevannsdrenering over Vinsterflya. Hovedoppgave i fysisk geografi. Universitetet i Oslo. Upubl.

Sandmo, J.K. 1960: Problemer omkring furuskogens innvandring og dens senere tilbakegang. Tidsskrift for skogbruk 68.

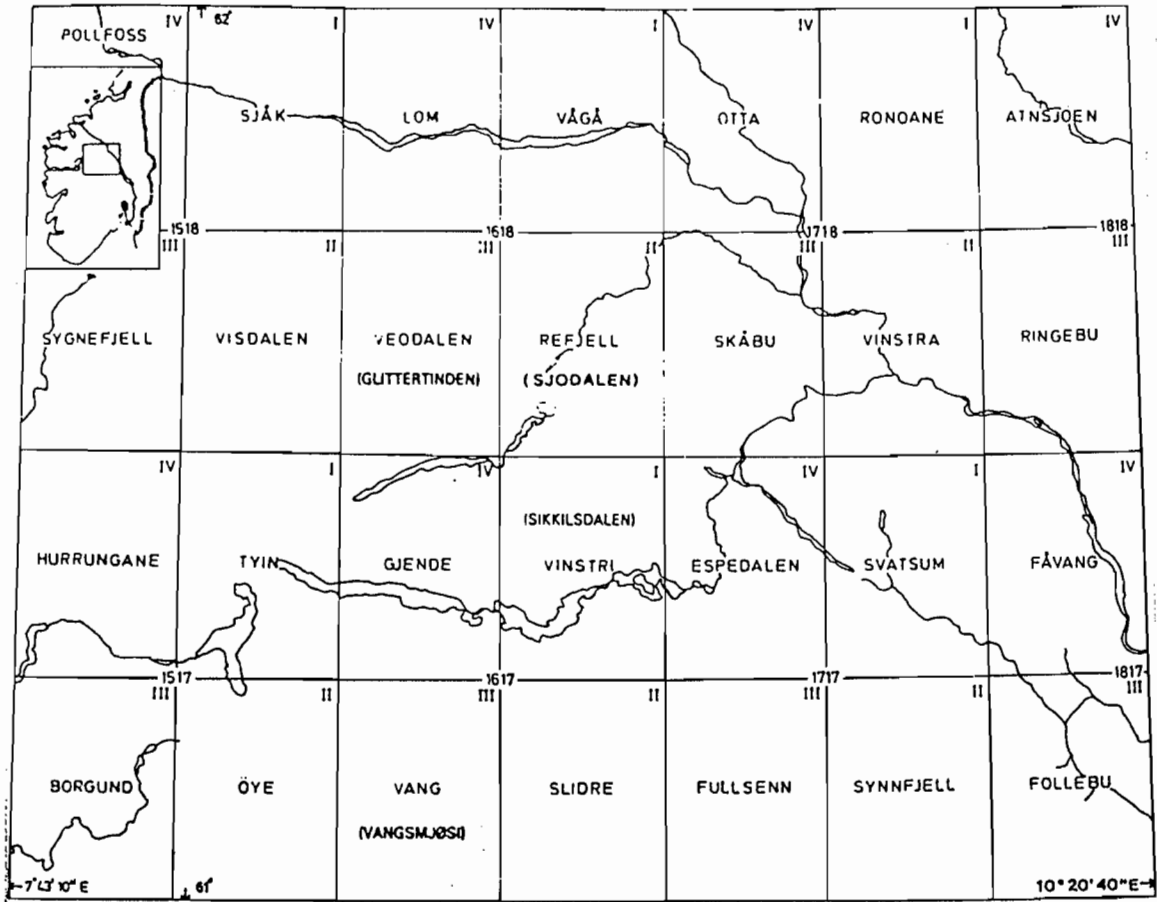


Fig. 1a. Nøkkelkart Jotunheimen, alle enkeltkart 1:50 000, serie M 711.



Fig. 1. Ryggformet breelvavsetning nær Robølestøl. Snittet viser en type krysskiktning som vitner om rask avsetning avbrutt av mer rolig avsetning. Strukturen minner om hva som på engelsk er kalt "torrential crossbedding", også "tabular crossbedding". De avskjærende skrå lag i høyre del av billedet kan tolkes som skrå småforkastninger dannet under avsetningen, noe som tyder på helt lokale setninger i enkelte lag. Vi vet ikke noe helt sikkert om lagene er avsatt i kontakt med isen, men den ytre form, sammen med at det finnes flere andre eskerlignende rygger i nærheten, med lengderetning langs etter dalsiden, kan tyde på det. UTM 094889 mot sør. 20.07.1969 Fot. P. Holmsen.

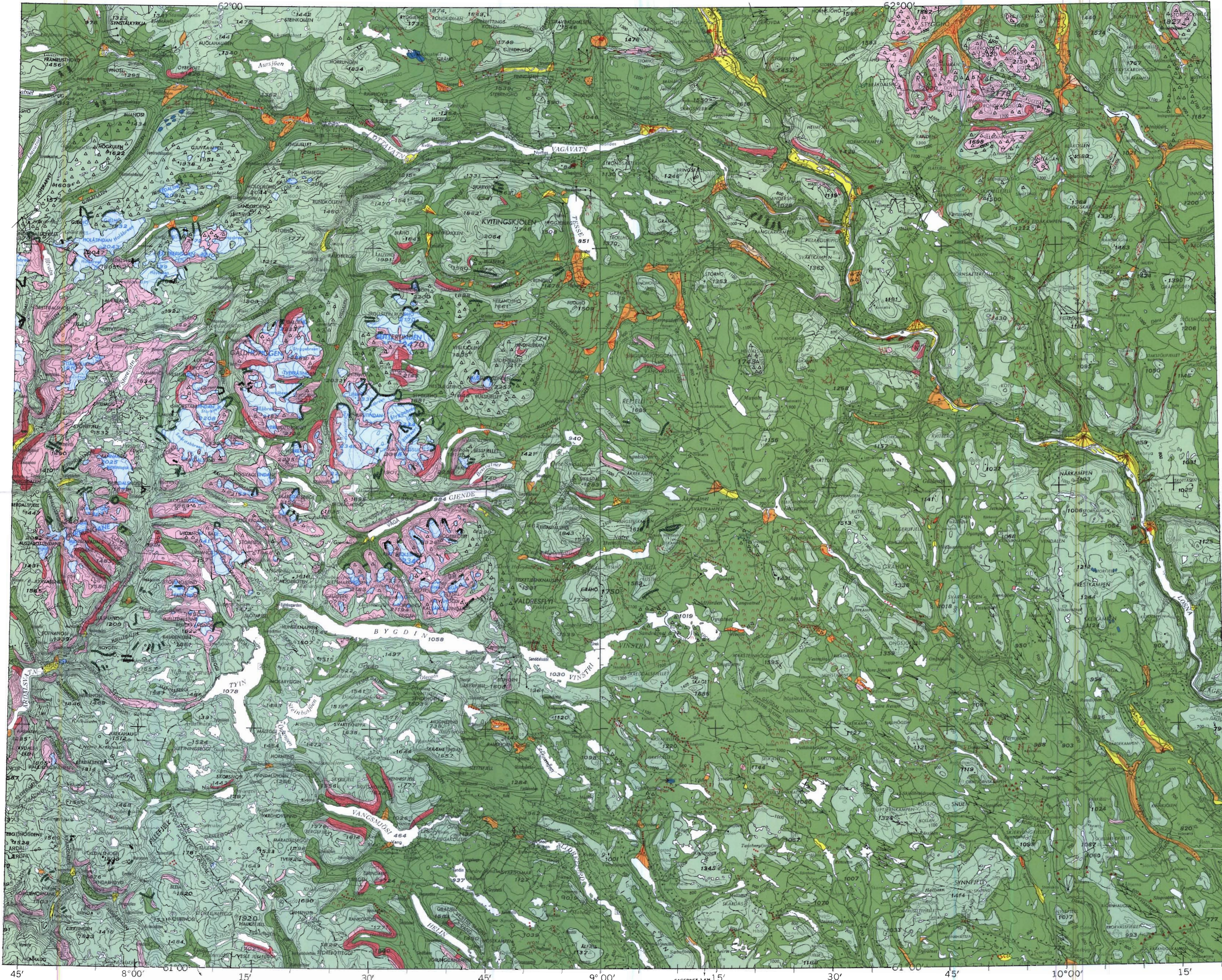


Fig. 2. Blokkmark av avspylt bunnmorene ved Javnåni ca. 2 km nedenfor utløpet av Javnin. Noen steder er det også større blokker enn dem på bildet. Det har vært en sterk avspyling i dette området, og smeltevannsporene er tydelige nedover langs Vindeåni. UTM 016871. Østsiden av Javnåni. Mot øst. 11.07.-70. Fot. P. Holmsen.



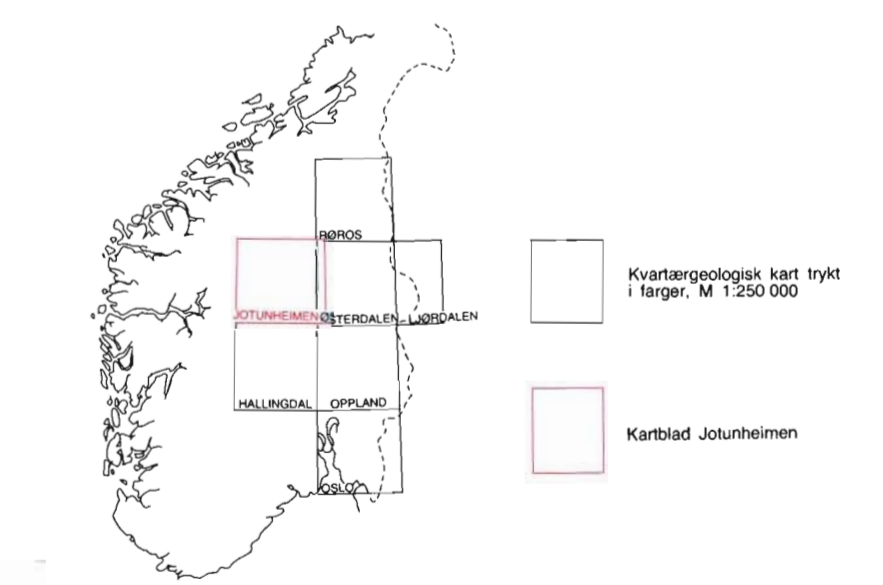
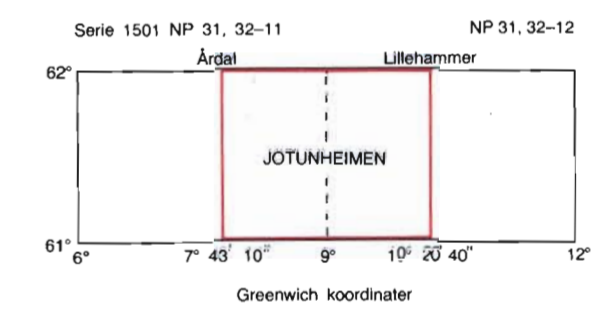
Fig. 3. Snitt i breelvavsetningen (eskeren) ved Myrvoll, vest for Lykkjagrend. Forekomsten ligger innen nabokartbladet Gjende, kort utenfor og nordvest for blad Slidre, men er her tatt med fordi det har vært den viktigste kilde for grus og sand innen store deler av blad Slidre. UTM Gjende 876915. Mot nordvest (mot Kalvedalen). 14.07.1970. Fot. P. Holmsen.





- TEGNFORKLARING**  
**Legend**
- LØSMASSER**  
**Superficial deposits**
- SAMMENHENGENDE DEKKE AV MORENEMATERIALE  
Continuous till sheet
  - USAMMENHENGENDE DEKKE AV MORENEMATERIALE  
Discontinuous till sheet
  - RANDMORENE  
Marginal moraine
  - BREELVAVSETNINGER  
Fluvoglacial deposits
  - BRESJØAVSETNINGER  
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 ELDERE MED HAKE  
Glacial striae towards observation point, the older one with tick
  - FLUTED- OVERFLATE  
Fluted surface
  - DRUMLIN  
Drumlin
  - STRANDLINJE I BRESJØ  
Shoreline in former glacial lake
  - RAVINE  
Gully
  - BREELVLOP, TOSIDIG OG LATERALT  
Drainage channel, bilateral and lateral
  - BREELVGJEL  
Fluvoglacial canyon in bedrock
  - TERRASSEKANT, ELVETERRASSE  
Fluvial terrace margin
  - GEITERYGG, ESKER  
Esker
  - HALVGET MORENE, ABLASJONSMORENE OG -ROGEN MORENE-  
Hummocky moraine, ablation moraine and -rogen moraine-
  - GRUSVIFTE  
Fluvial fan
  - SUBMORENE AVSETNINGER, ELDERE WEICHSEL  
Submoraine deposits, older Weichsel
  - FUNNSTED FOR MAMMUTRESTER  
Mammoth findings
  - LEDEBLOKKER AV DOKKVATN-KONGLOMERATET  
Boulder train of the Dokkvatn conglomerate
  - DOOSGROP  
Kettlehole

Kartet er sammensatt i 1981 av Per Holmsen. Fellarbeidet med det kvartærgeologiske grunnlag (i målestokk 1:50 000) ble påbegynt i 1959 og avsluttet i 1978 av Per Holmsen med medarbeidere. Topografisk grunnlag er etter serie 1501, en sammensetting av deler av bladene Lillehammer og Åndal.



Referanse til dette kartet: HOLMSEN, P. - 1983  
JOTUNHEIMEN, kvartærgeologisk oversiktskart, M 1:250 000  
Norges geologiske undersøkelse

Kartgrunnlag: Norges geografiske oppmålings kart etter tilatelse  
Geografisk: Norges geologiske undersøkelse  
Trykk: BUJERUM grafiske as, Trondheim 1983  
Fonag: Universitetsforlaget

