

NGU



Norges geologiske
undersøkelse

Skrifter 57

Bjørn Bergstrøm: Nordagutu
Beskrivelse til kvartærgeologisk
kart 1713 IV – M 1:50 000
(med fargetrykt kart)

Universitetsforlaget 1984

Trondheim - Oslo - Bergen - Tromsø

Nordagutu

Beskrivelse til kvartærgeologisk kart

1713 IV – M 1:50 000 (med fargetrykt kart)

BJØRN BERGSTRØM

Bergstrøm, B. 1984: Nordagutu. Description of the Quaternary geological map 1713 IV – 1:50 000. *Nor. geol. unders. Skr.* 57, 1–44.

The superficial deposits within the map-sheet Nordagutu, southeastern Norway, are classified and described. Most of the mountainous areas are dominated by exposed bedrock or a thin and discontinuous cover of till. In the main valleys, below the marine limit (c. 150 m a.s.l.), fine-grained marine sediments dominate. Large glaciofluvial deposits exist in the valley of Saua, north of Nordsjø. Chemical analyses have been carried out on samples from the superficial deposits. Ice movements and the course of deglaciation have been reconstructed. The oldest ice movement was towards the south, later turning towards SE and ESE. During the deglaciation of the mapped area, there were three glacial events marking advances or halts of the ice-front. The Geiteryggen event is correlated with the deposition of the Ski Moraine in the Oslofjord region and dated to c. 10,000 years B.P. Most of the Nordagutu area was still covered by ice at this time. The younger Akkerhaugen and Nordagutu events have been dated to c. 9,800–9,750 years B.P. and 9,700–9,600 years B.P., respectively. Short accounts are given on shorelines, shorelevel displacement and pollen analyses. The potential for different utilization of the superficial deposits is also briefly discussed.

B. Bergstrøm, Norges geologiske undersøkelse, Postboks 3006, N-7001 Trondheim, Norway

INNHOOLD

∨ Forord	2
∨ Generell del	2
∨ Kvartærgeologi	2
∨ Kvartærtiden	2
Løsmassenes dannelse	3
∨ Det kvartærgeologiske kartet	5
∨ Definisjon	5
∨ Kartets tegnforklaring	5
Eksempler på bruk av kartet	8
Spesiell del	8
Innledning	8
Berggrunnsversikt (S. Dahlgren)	9
Landformer	11
Vegetasjon og flora (J. Hofsten)	11
Isbevegelse	13
Morenemateriale	14
Morenematerialets bergartsinnhold	14
Morenematerialets kornstørrelse	15
Breekvavsetninger	16
Bresjø- og innsjøavsetninger	20
Elve- og bekkeavsetninger	21
Hav- og fjordavsetninger	21
Strandavsetninger	22
Hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger, sammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	22
Forvittringsmateriale	23
Ur (Talus)	25
Torv- og myrdannelser	25
Fyllmasser	25
Geokjemiske undersøkelser (P. Ryghaug & B. Bergstrøm)	25
Løsmassenes kjemiske sammensetning	26
Isavsmelting og landheving	29
De eldste brerandtrinnene	29
Geiteryggtrinnet	29
Akkerhaugentrinnet	30
Nordagututrinnet	31
Strandlinjediagram	31
Strandforskyvning	32
Pollenanalyser med C-14 dateringer	33
Alder og korrelasjoner - konklusjon	34

Løsmassenes egnethet til forskjellig bruk	36
Dyrkningsjord	36
Byggegrunn	36
Byggeråstoff	36
Grunnvann i løsmasser	38
Infiltrasjon og rensing av avløpsvann. Avfallsdeponering	38
Summary	38
Etterord	41
Litteratur	42
Appendiks	42
Utførelse	42
Løsmassenes anvendelse	43

Forord

Den kvartærgeologiske kartleggingen på kartblad Nordagutu ble utført i 1978–1979. Deler av kartbladet er kartlagt i større målestokker enn 1:50 000 i samarbeid med Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distrikthøgskole ("Prosjekt Temakart, Telemark"). Kartleggingen har også foregått i samarbeid med prosjektet "Kvartærgeologisk forprosjekt/prøvekartlegging" som endte med en utredning i 1981 om løsmassekartlegging i Norge.

Denne beskrivelsen til kartblad Nordagutu er delt opp i to hoveddeler. Den *generelle del* inneholder en kort innføring i kvartærgeologi med oversikt over løsmassenes dannelse. Videre gis det en generell definisjon og beskrivelse av det kvartærgeologiske kartet disponert etter dets tegnforklaring og med eksempler på bruk av kartet.

I den *spesielle del* er det gitt en oversikt over berggrunn, landformer, vegetasjon og isbevegelser før de enkelte løsmassetyper beskrives. En oversikt over løsmassenes kjemiske sammensetning er også gitt i et eget kapittel. Isavsmeltingen omtales ganske nøye og brerandtrinn og marine strandlinjer er forsøkt rekonstruert. Til slutt gis det en vurdering av løsmassenes egnethet til forskjellige formål med spesiell vekt på sand- og grusressursene i Nordagutuområdet.

Orientering om utførelse og metoder som har vært brukt under arbeidet med kartet er gitt i *Appendiks*. Det er også gitt en del eksempler på anvendelse av løsmassene.

Generell del

Kvartærgeologi

Kvartærgeologi er læren om den yngste geologiske perioden – *kvartærtiden*. Løsmassene som dekker berggrunnen i Norge er hovedsakelig avsatt

i siste del av denne perioden. Løsmassene er en fundamental naturressurs på linje med vann og luft. De utgjør selve grunnlaget for plante- og dyreliv, og dermed for landbruk og bosetting. Presset på våre løsavsetninger har økt sterkt i de senere årene, spesielt i og omkring tettstedene. Disponering av arealer til byggegrunn, kommunikasjonsnett, uttak av grunnvann, søppelplasser, resipienter og massetak for bygge- og anleggsvirksomhet er eksempler på forskjellig utnyttelse av løsmassene. De fleste av disse brukmåtene fører til at arealer og masser beslaglegges for alltid eller for lang tid. Ofte vil en bruksmåte utelukke de andre, og dette kan gi grunnlag for konflikter. Bare en liten del av Norges areal er dekket av mektige løsmasser, og nydannelse skjer ikke i nevneverdig omfang. Riktignok foregår det langsomme prosesser som f.eks. oppbygging av elvedelta, forvitring og myrdannelse, men i hovedsak må løsmassene betraktes som en begrenset og ikke-fornybar ressurs. Vår bruk av dem må sees i lys av dette.

Kvartærtiden

Kvartærtiden omfatter de siste 2–3 millioner år av Jordens historie. Denne perioden er preget av store klimasvingninger med istider og varmere mellomistider. Under istidene var landet mer eller mindre dekket av innlandsbreer som gravde ut og transporterte med seg store mengder løsmateriale. Mye av dette materialet ble fraktet ut i havet og avsatt der. De avsetningene som fins på land i dag, er for det meste dannet under og etter siste istid.

Siste istid (Weichsel) begynte for vel 100 000 år siden. Svingninger i klimaet under denne istid førte til at isens utbredelse og mektighet varierte ganske meget, og det har trolig vært perioder da innlandsisen var delvis borte. Den største utbredelse nådde isen for 18–20 000 år siden da den

dekket hele Skandinavia, og tykkelsen i de sentrale deler var opp til 3 000 m (Fig. 1).

Under avsmeltningen trakk iskanten seg tilbake slik at kyststrøkene ble isfrie først. Samtidig ble isdekket etter hvert tynnere, slik at det delte seg opp i fjord- og dalbreer som smeltet hurtig tilbake på grunn av det mildere klimaet og den store kalvingen i de dype fjordene. Kortvarige klimaforverringar førte til at iskanten stoppet opp eller rykket litt frem igjen og dannet karakteristiske randavsetninger (brerandtrinn). Det mest markerte brerandtrinn ble dannet i Yngre Dryas tid for ca. 10 000 – 11 000 år siden. I Norge kan det følges mer eller mindre sammenhengende fra svenskegrensen i Østfold (Raet) og rundt kysten til den russiske grensen i Øst-Finnmark (Fig. 1). Det fins også yngre markerte brerandtrinn dannet i Preboreal tid ca. 9 000 – 10 000 år før nåtid. Den endelige avsmeltningen av de sentrale deler av isdekket skjedde hurtig, og for ca. 8 500 år siden var størstedelen av innlandsisen forsvunnet. Senere har det generelt vært mildt klima, og de norske høyfjellene var trolig isfrie i en lengre periode før dagens breer ble dannet.

Tyngden av de store ismassene førte til at jordkorpa ble presset ned. Da isen smeltet vekk, hevet landet seg igjen i forhold til havnivået, mest i indre strøk, noe mindre ute ved kysten (isostatisk heving). På grunn av treghet i jordkorpa har det tatt lang tid å gjenopprette likevekten helt. Selv i dag skjer det en meget langsom stigning av landmassen. Samtidig som landet hevet seg, skjedde det en økning av vannmengden i havet (eustatisk heving) på grunn av tilførsel av store mengder smeltevann fra breene. Strandforykningen etter isavsmeltningen skyldes et samspill mellom disse faktorene. I Norge har den isostatisk hevingen hovedsakelig vært større enn den eustatiske, med unntagelse av enkelte ytre kystområder. Dette har ført til at mange områder, som under og etter isavsmeltningen var hav- og fjordbunn, nå er blitt tørt land. Det øverste nivå hvor havet har stått etter at isen smeltet vekk, kalles marine grense (MG). Denne er ved Oslo ca. 220 m o.h., ved Skien ca. 150 m o.h. og på den nordlige del av Jæren bare ca. 10 m o.h.

Løsmassenes dannelse

Nåtidens løsmasser i Norge er hovedsakelig dannet under siste nedisning (glasigene avsetninger) og i den etterfølgende isfrie perioden (postglasiale avsetninger). De er derfor meget unge i forhold til

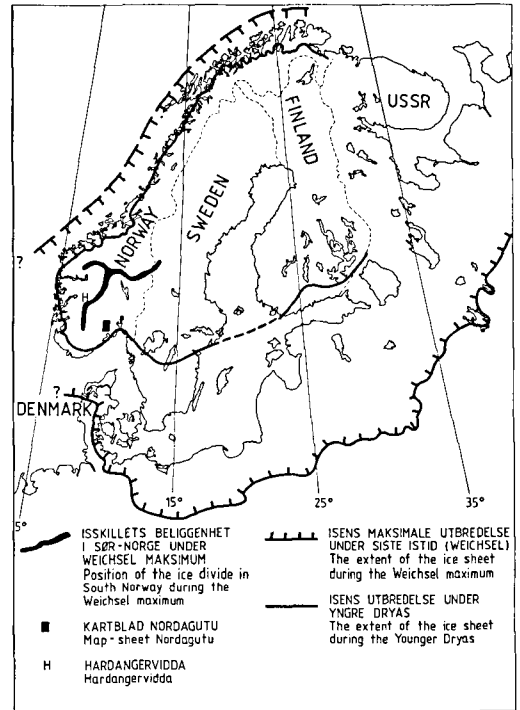


Fig. 1. Isens utbredelse under Weichsel maksimum og Yngre Dryas.

The extent of the Scandinavian continental ice sheet during the Weichsel maximum and the Younger Dryas.

løsmassene i de land hvor nedisning ikke fant sted.

De glasigene avsetningene er dominert av *morenemateriale* som ble tatt opp eller brutt løs fra berggrunnen, transportert og avsatt direkte av isbreene. Ut fra dannelsesmåten kan en grovt inndele morenematerialet i to grupper: *bunnmorene* og *ablasjonsmorene*, Fig. 2A. *Bunnmorene* inneholder materiale som ble fraktet i den undre delen av isen hvor det foregikk en kraftig oppknusning av materialet. Karakteristisk for bunnmorenen er fast pakning, innhold av alle kornstørrelsesfraksjoner og lite eller ingen lagdeling. *Ablasjonsmorene* inneholder materiale som ble transportert inne i breen eller på breoverflaten hvor partiklene har vært utsatt for mindre nedknusning. Det har vanligvis vært en del smeltevann til stede. Da isen smeltet bort, ble ablasjonsmorenen avsatt over bunnmorenen, eller direkte på fjell der hvor bunnmorenen manglet. *Randmorener* dannes langs kanten av breen under fremstøt eller kortvarige opphold under avsmeltningen, Fig. 2B.

Isavsmeltningen førte til at store smeltevanns-

Fig. 2. A. Dannelse av morene-materiale.

1. Bre i bevegelse transporterer/avsetter materiale.
2. Stagnert bre smelter og avsetter materiale fra breen og breoverflaten.
3. Bunnmorene (underst) og ablasjonsmorene.

B. Dannelse av randmorener.

1. Breen rykker frem og skyver sammen en rygg av morenemateriale.
 2. Randmorenen etter brens tilbaketrekking.
- Etter Reite (1983).

A. Genesis of till.

1. Till deposited by a moving glacier.
2. Till deposited from a stagnant glacier.
3. Lodgement till and ablation till.

B. Genesis of marginal moraines.

1. Marginal moraine formed by an advancing glacier.
 2. The marginal moraine after the recession of the glacier.
- After Reite (1983).

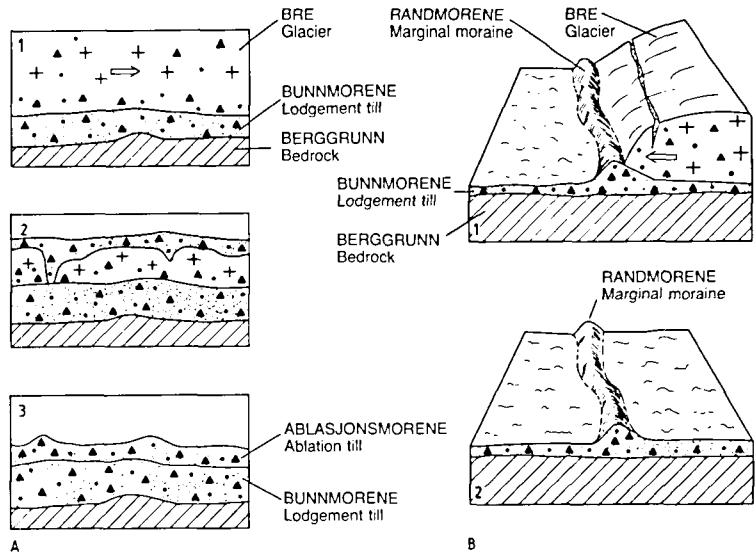


Fig. 3. A. Dannelse av breelavsetninger i fjorder og innsjøer.

1. Breelvene avsetter materiale foran brefronten.
2. Randdelta (bygget opp til et vannnivå) og randås.

B. Dannelse av andre breelavsetninger.

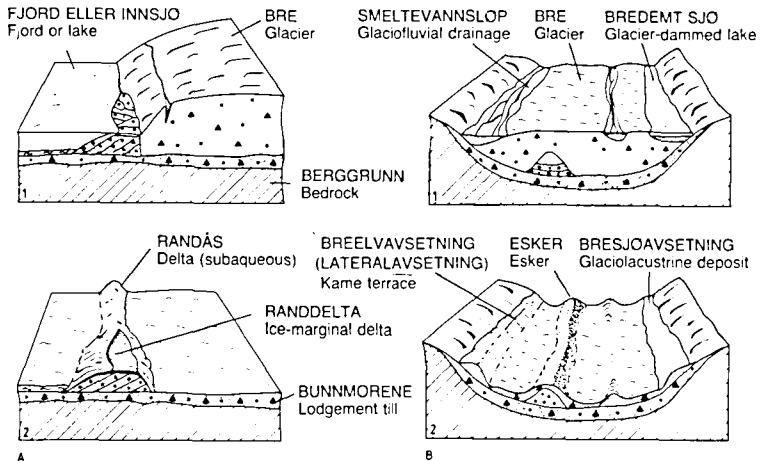
1. Vanntransportert materiale blir avsatt på breoverflaten, langs brekanten og under breen.
 2. Ulike typer breelavsetninger dannet på denne måten.
- Etter Reite (1983).

A. Glaciofluvial sediments deposited in fjords and lakes.

1. Glaciofluvial sediments deposited where the meltwater streams reach a water-level.
2. Ice-marginal delta (built up to a water-level) and subaqueous delta.

B. Other glaciofluvial deposits.

1. Glaciofluvial sediments deposited supraglacially, laterally and subglacially.
 2. Different types of glaciofluvial deposits.
- After Reite (1983).



strømmer gravde (eroderte) kraftig og store mengder løsmateriale ble transportert og senere avsatt som *breelavsetninger*. Vannet samlet seg i sprekker og tunneler i eller under isen, eller i løp langs iskanten, Fig. 3B. Noe av løsmaterialet ble avsatt i direkte tilknytning til disse smeltevannsløpene (esker, kame, lateralterrasser), mens en

stor del ble ført med smeltevannsstrømmene helt ut til brefronten og spylt ut der. I forbindelse med brerandtrinnene, da iskanten lå mer eller mindre i ro, ble det dannet særlig store avsetninger av sand, grus og stein. Der breelvenes munnet ut i havet fikk massene mange steder tid til å bygge seg opp som delta til datidens havnivå (MG). De

groveste massene ble vanligvis avsatt i skrålag nærmest iskanten, mens de fineste silt- og leirkor-nene ble ført lengre ut i havet og avsatt i horison-tale lag på bunnen (*hav- og fjordavsetninger*). De store brerandavsetningene er senere hevet, og de gamle breelvdeltaene fins i dag som terrassefor-mete avsetninger. Breelvavsetningene som ikke rakk å bli bygget opp til MG fins som randåser på tvers av dalførene, Fig. 3A. Breelvavsetningenes beliggenhet er ikke bare knyttet til dagens vass-drag. Ved innlandsisens gradvise nedsmelting ble vannets dreneringsveier bestemt av samspil-let mellom landformene og isoverflatens belig-genhet og helning. Dette førte til dannelse av breelvavsetninger på en del steder hvor det i dag ikke er elver, f.eks. i dalsider, på høyfjellet m.v. Langs kanten av breene ble det enkelte steder demmet opp bresjøer hvor løsmasser kunne bli avsatt (delta, terrasser). Det finkornige ma-teriale som ble ført ut i bresjøene, ble avsatt som slam-lag på bunnen og fins i dag ofte som silt- og finsandlag (kvabb) over andre løsavsetninger. Disse *bresjøavsetningene* har oftest tydelig lagde-ling.

De postglasiale avsetningene er dannet etter at isen smeltet vekk ved at tidligere avsatte løsmas-ser ble utsatt for erosjon og omlagring. Landhev-ningen førte til at store områder som tidligere var havbunn, ble tørt land. Elvene fikk senket sin erosjonsbasis og begynte å grave. De finkornige *hav- og fjordavsetningene* (silt og leir) ble liggende særlig utsatt for erosjon av grunnvann og overfla-tevann. Den opprinnelig jevne og relativt flate gamle havbunnen ble gjennomskåret av bekke-daler og raviner i et forgreinet mønster.

Under landhevningen ble løsmassene i strand-sonen mer eller mindre påvirket av bølgevasking og strømmer. Enkelte steder ble mye av finma-teriale skyllet vekk og avsatt i forsenkninger på havbunnen. *Marine strandavsetninger* fins i om-råder hvor bølgeerosjonen fikk virke ganske fritt.

Elve- og bekkeavsetninger er dannet av ren-nende vann, og fins vesentlig som elvesletter, terrasser, vifter og delta. Eldre delta av sand og grus med tydelige skrålag fins som store, frittlig-gende terrasseflater på tilsvarende måte som breelvdeltaene, men i lavere nivåer enn disse. Ved dagens elvemunninger bygges det også ut delta. Der fjelloverflaten ble liggende naken etter at isen forsvant, tok de nedbrytende kreftene straks til å virke. *Forvittringsmateriale* er løsmas-ser dannet på stedet ved kjemisk eller mekanisk nedbrytning. I bratte dal- og fjellsider har skrån-ingsprosesser som jordflytning (solifluksjon),

ras, steinsprang og skred vært særlig aktive. *Ur* er brukt som fellesbetegnelse for avsetninger dannet ved steinsprang. *Torv- og myrdannelser* oppstår når produksjon av organisk stoff er større enn nedbrytningen. Dette skjer der vanntilstrømning er stor og undergrunnen er mettet opp til overflaten. Forskjellige typer av myrer dannes, avhengig av vann- og terrengforhold. Omvand-lingsgraden for torven i myrene kan variere me-get. Råhumus forekommer mange steder som et tynt dekke over fjell og løsmasser. Det består av døde, lite omvandlede planterester.

Det kvartærgeologiske kartet

Definisjon

Kvartærgeologiske kart med beskrivelser viser løs-massenes utbredelse og dannelsesmåte, delvis deres sammensetning, egenskaper og overfla-teformer. Dessuten gir kartene informasjoner av betydning for tolkning av den geologiske histo-rien. De er et nødvendig hjelpemiddel for å oppnå fornuftig arealdisponering og en best mulig for-valtning av løsmassene.

I beskrivelsen og kartets tegnforklaring er det benyttet mest mulig norske betegnelser, mens internasjonale betegnelser ofte er oppført i paren-tes. En del faguttrykk er forklart, og de viktigste geologiske prosesser er omtalt.

Kartetets tegnforklaring

Løsmasser

Løsmassene er inndelt etter dannelsesmåte og -miljø. Det er således de ulike geologiske prosese-sene som avspeiles gjennom fargebruken på kar-tet. Eksempelvis gis alle løsmasser som er trans-portert og avsatt av rennende vann, gule og orange farger, mens løsmasser som er transpor-tert og avsatt av is gis grønne farger. Enkelte avsetningstyper, f.eks. morenemateriale, er i til-legg gitt en underinndeling etter mektighet ved hjelp av mørk og lys fargetone.

Morenemateriale er avsatt direkte av isbreer. Det består oftest av alle kornstørrelser fra leir til blokk i varierende mengdeforhold (usortert materiale).

Morenemateriale, sammenhengende dekke, sted-vis med stor mektighet brukes for moreneområ-der med få eller ingen fjellblotninger. Berggrun-nens småformer trer ikke tydelig frem på grunn

av morenemektigheten som vanligvis er fra en halv til noen få meter. Lokalt kan imidlertid mektigheten være langt større.

Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen brukes for arealer hvor mektigheten er liten. Berggrunnens småformer trer tydelig frem, og som regel finnes mange små fjellblotninger. I enkelte mindre berggrunnsforsenkninger kan mektigheten være mer enn en halv meter.

Randmorene brukes som betegnelse på ryggformete israndavsetninger (endemorener og side-morener), Fig. 2B. Kornfordelingen i randmorener kan variere meget. Avsetningene består vesentlig av morenemateriale. Stedvis opptrer breelvavsetninger i vekslings med morenemateriale, særlig i endemorene.

Breelvavsetninger (Glasifluviale avsetninger) er løsmasser avsatt av strømmende smelte vann fra isbreer. De kjennetegnes ved at materialet er lagdelt og sortert etter kornstørrelser. Sand og grus er oftest de dominerende kornstørrelser. Stein- og grusfraksjonen er som regel rundet.

Ryggformet breelvavsetning dannet i tunnel eller sprekk i isen (Esker) er dannet av breelver i sprekker eller tunneler i stagnerende breer. Ryggene kan ha en hud av ablasjonsmorene.

Bresjø- og innsjøavsetninger (Glasilakustrine og lakustrine avsetninger) er løsmasser avsatt ved relativt rolige strømningsforhold i bredemte sjøer, eller innsjøer. De kjennetegnes ved nær horisontal lagdeling, og består oftest av finsand og silt. Grovere strandmateriale kan forekomme i overflaten.

Elve- og bekkeavsetninger (Fluviale avsetninger) er dannet etter istiden ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt materiale. Disse avsetningene har mange fellestrekk med breelvavsetningene, men er som regel bedre sortert, og har ofte mer rundet materiale. Elve- og bekkevifter, særlig ved foten av bratte skråninger, kan imidlertid inneholde dårlig sortert og lite rundet materiale. Finkornige flomlag forekommer i overflaten på elvesletter. Elve- og bekkeavsetningene kan av og til inneholde små mengder organisk materiale.

Hav- og fjordavsetninger (Marine avsetninger bortsett fra strandavsetninger), er finkornige løs-

masser bunnfelt i havet mens dette sto høyere enn i dag. I mange områder har det gått leirskred. Utraste leirmasser er ofte vanskelig å skille fra uforstyrrede leiravsetninger ved en overflatekartlegging.

Strandavsetninger (Marine strandavsetninger) er materiale utvasket ved bølge- og strømaktivitet i strandsonen. Det ligger oftest som et dekke over andre løsavsetninger, men forekommer også direkte på fjell. Kornstørrelser og sortering kan variere meget. Tykkelsen er vanligvis fra en halv til noen få meter.

Hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen, brukes for arealer hvor begge disse avsetningstypene forekommer. Tykkelsen veksler i områder med kupert fjellgrunn, men er gjennomgående liten. Som regel fins tallrike fjellblotninger. Kornstørrelsen veksler fra leir/silt til grov grus/stein.

Forvittringsmateriale er dannet ved mekanisk eller kjemisk nedbrytning av det faste fjell. Forvittringsmaterialet kjennetegnes ved at fragmentene er skarpkantede, og det er vanligvis en gradvis overgang fra løsmasse til det faste fjell. Kun bergarter fra den underliggende berggrunnen fins i forvittringsmaterialet, og kornstørrelsen varierer. Kjemisk forvitring forekommer særlig i lett oppløselige bergarter som f.eks. kalksteiner.

Ur (Talus) består vesentlig av skarpkantede stein og blokker som er løsnet i fjellet ovenfor. Talus er en mer omfattende betegnelse på avsetninger av nedrast materiale på grunn av tyngdekraften i bratte dalsider (Holmsen 1979).

Torv- og myrdannelser (Organisk materiale) er brukt som fellesbetegnelse for forekomster av torv, dy og gytje med mektighet større enn ca. 0,3 m.

Fyllmasser er løsmasser tilført eller sterkt påvirket av mennesker. Betegnelsen er brukt for steintipper, søppelfyllinger og andre større fyllinger.

Bart fjell

Bart fjell er skilt ut med egen farge når feltene er av tilstrekkelig størrelse. Symbolet for *liten fjellblotning* brukes for mindre blotninger innen områder med ellers sammenhengende løsmassedekke.

Små og vanskelig avgrensable avsetninger i områder dominert av andre løsmasser/bart fjell.

Disse avsetningene angis med bokstavsymboler. I områder dominert av andre løsmasser brukes symbolene for avsetninger i overflaten som har for liten mektighet eller er for små til at de kan skilles ut med egen farge, og for avsetninger som er innblandet i den dominerende løsmassetypen. I områder dominert av bart fjell brukes symbolene for løsmasser vesentlig i små forsenkninger og sprekker.

Kornstørrelse

Kornstørrelse for sorterte avsetninger er angitt etter visuell bedømmelse i felt. Det foretas en skjønnsmessig helhetsvurdering, og det er den dominerende kornstørrelse nær markoverflaten som er vist. Symbolene representerer derfor ikke punktobservasjoner. Ofte vil kornstørrelsen variere mot dypet. Inndelingen av kornstørrelsene i fraksjoner er oppgitt i kartets tegnforklaring.

Ved omtalen av sorterte avsetninger angis den dominerende fraksjon i substantivform. Dersom andre fraksjoner inngår med mer enn 10%, er disse omtalt i adjektivform, f.eks. sandig grus (grus dominerer, sand utgjør mer enn 10%, andre fraksjoner mindre enn 10%). For usorterte avsetninger (f.eks. morenemateriale) er kornstørrelser ikke vist på kartet, men blokkrik overflate og store enkeltblokker kan være angitt.

Løsmassenes mektighet og lagfølge

Opptre det flere avsetningstyper over hverandre i et område, er den øverstliggende presentert på kartet med farge såfremt mektigheten er mer enn ca. 0,5 m og den arealmessige utbredelsen er tilstrekkelig. Mektighet og lagfølge er angitt med tall og bokstavsymboler for henholdsvis dyp og kornstørrelse eller avsetningstype der hvor data foreligger. Dataene er oftest basert på studier av veiskjæringer, grustak, elvedeskjæringer, byggegroper etc. I en del tilfeller er det foretatt boringer, seismiske undersøkelser eller elektriske motstandsmålinger for vurdering av løsmassenes mektighet, sammensetning og lagfølge.

Isbevegelsesretning

Skuringsstriper viser isens bevegelsesretninger. De er dannet ved at løsmaterialet i isens såle har skurt og slipt fjelloverflaten i bevegelsesretningen. I tillegg til skuringsstriper dannes det ofte buformete riss (*parabellriss*) og bruddformer (*sigdbrudd*) i fjelloverflaten. Isen kan også utforme selve fjelloverflaten med langstrakte, ryggformete svaberg (*rundsva*). Rundsva har en slak

støtside og en brattere leside. *Drumlin* er en langstrakt, strømlinjeformet morenerygg avsatt mens isen var i bevegelse. Ryggene kan være bygd opp omkring en kjerne av fjell. Lengdeaksen viser isbevegelsesretningen på den tid dannelsen fant sted.

Andre symboler

De mest karakteristiske dannelser fra isavsmeltingstiden er angitt med røde symboler.

Breelvedeskjæring, smeltevannsløp i løsmasser, overløp over passområde og gjel er alle erosjonspor etter breelver i forbindelse med isavsmeltingen. Breelvedeskjæring nyttes for større erosjonskanter i løsmasser. Overløp over passområde kan være mer eller mindre tydelige løp enten i løsmasser eller i fjell.

Dødisgrop er en forsenkning i løsmasser dannet ved smelting av mer eller mindre begravde isrester ("død" is).

Iskontaktskråning er en skråning i løsmateriale dannet mot en iskant.

Raviner er erosjonsformer dannet ved langsom utvaskning av overflatevann eller grunnvann. De har ofte form av lange, smale dalsøkk med v-formet tverrprofil. Ravinedannelse er vanligst i fin-kornige løsmasser, men forekommer også i grov-kornige avsetninger.

Nedskjæring av elver er en bratt skråning i løsmasser dannet ved elve- eller bekkeerosjon.

Terrassekant markerer en skråning langs kanten av en terrasseflate. Når skråningen skyldes breelv- eller elveerosjon, er symbolet erstattet av nedskjæringsymbol.

Vifteform som formsymbol brukes først og fremst på elve- og bekkevifter, men også på skredvifter og flomskredvifter i en del områder. Enkelte breelvvavsetninger kan også ha vifteform.

Skredgrop brukes vesentlig om brattkanter dannet ved kvikkleireskred.

Haug- og ryggformet overflate brukes for områder karakterisert av mindre hauger og vilkårlig orienterte rygger. Disse formene er vanlige i områder med dødisavsmelting. Rygger av denne typen er korte og har uregelmessig form.

Rygg i løsmasser brukes for lange, smale og markerte rygger, oftest i moreneområder.

Høyt blokkinnhold i overflaten brukes hvor blokkene opptrer særlig hyppig i forhold til det som er vanlig for området.

Stor blokk brukes for blokker som er større enn 5 m³.

Kilde brukes for å angi grunnvannsutslag.

Skjellforekomst brukes for skallbanker eller for spredte skall av muslinger, snegler og rur.

Seismisk profil angir hvor seismiske målinger er foretatt for å bestemme løsavsetningenes mektighet og utbredelse. Samtidig gir denne metoden informasjon om de enkelte lags tykkelse og sammensetning.

Massetak er vesentlig grustak med regelmessig eller sporadisk drift.

Eksempler på bruk av kartet

Arealplanlegging. En forsvarlig vurdering av arealbruk i planleggings-sammenheng krever blant annet inngående kjennskap til løsmassene. I en rekke lover, f.eks. bygningslov, jordlov, lov om naturvern og lov om vannforurensning, er det uttrykt at naturforholdene skal tas i betraktning før beslutninger om arealdisponering blir gjort. Kwartærgeologiske kart og beskrivelser, samt eventuelle temakart utarbeidet på basis av disse, gir fundamentale opplysninger om grunnforhold, tilgangen på spesielle ressurser som sand og grus, dyrkingsjord, m.m. Kartene bør anvendes allerede i en tidlig fase av planarbeidet. Dermed vil en i større grad kunne plassere utbyggingsområder slik at en sparer viktige ressurser og unngår dårlig byggegrunn.

Bygge- og anleggsarbeider. Ved konkrete utbyggingsprosjekter vil kartene aldri erstatte detaljerte grunnundersøkelser, men de kan brukes på planstadiet til å avgrense områder hvor detaljundersøkelser er nødvendige. De gir også informasjon om eventuelle forekomster av byggeråstoff i området.

Malmleting. Kwartærgeologiske kart er av grunnleggende betydning for malmleting i områder dekket av løsavsetninger. Blokkleting, tungmine-

ralanalyser og geokjemiske analyser er vanlig benyttede letemetoder i løsmassene. Tolkning av resultatene er vesentlig for å kunne spore tilbake til malmbeforekomstene i fast fjell. Dette krever godt kjennskap til de kvartærgeologiske forhold, f.eks. løsmassenes lagfølge, transportretning og -lengde.

Vern – fredning. I de senere år har interessen og behovet for sikring av verneverdig natur økt. Dette gjelder også løsmassene, ut fra følgende målsetninger:

- å sikre områder eller objekter som dokumentasjon av Norges kvartærhistorie for bruk i undervisning og naturvitenskapelig forskning
- å verne sjelden og egenartet natur
- å verne verdifulle friluftsområder

På grunnlag av et kvartærgeologisk kartverk kan en disponering av løsmasser til ulike praktiske formål samordnes med verneplaner slik at en totalt sett kommer frem til den beste løsning.

Annen bruk. Kartene kan anvendes i forskning og undervisning i geologi, geografi og planleggingsfag. Videre er kartene et velegnet utgangspunkt for spesialundersøkelser innen grunnvann, ingeniørgeologi og geoteknikk. De vil også utgjøre et viktig grunnlagsmateriale ved oppbyggingen av ressursoversikter og ressursregnskap.

Spesiell del

Innledning

Kartblad Nordagutu ligger i de nedre deler av Telemark fylke og dekker områder omkring Nordsjøvassdraget og Gjerpendalen–Luksefjell-dalen, nord for Skien (Christensen 1971). Størstedelen av kartbladet ligger i Skien og Sauherad kommune, mens en liten snipp av Nome kommune kommer med i det sørvestlige hjørnet.

Berggrunnsgeologien er godt undersøkt (Bering & Olsen 1978) og det er utgitt et foreløpig berggrunnskart Nordagutu (1:50 000) i svart/hvitt kopi (Dahlgren (1978). Videre er kartblad Skien (1:250 000) trykket i farger (Dons & Jorde 1978).

Kwartærgeologisk kartlegging i M 1:20 000 er tidligere utført i de vestligste deler av kartbladet (Jansen 1980a, 1980b), mens det sørøstlige hjørnet er dekket av kartblad Jønnevall i M 1:10 000 (Augedal 1981). Videre er kartblad Helgja, øst for Ulefoss, utgitt i tre forskjellige målestokker:

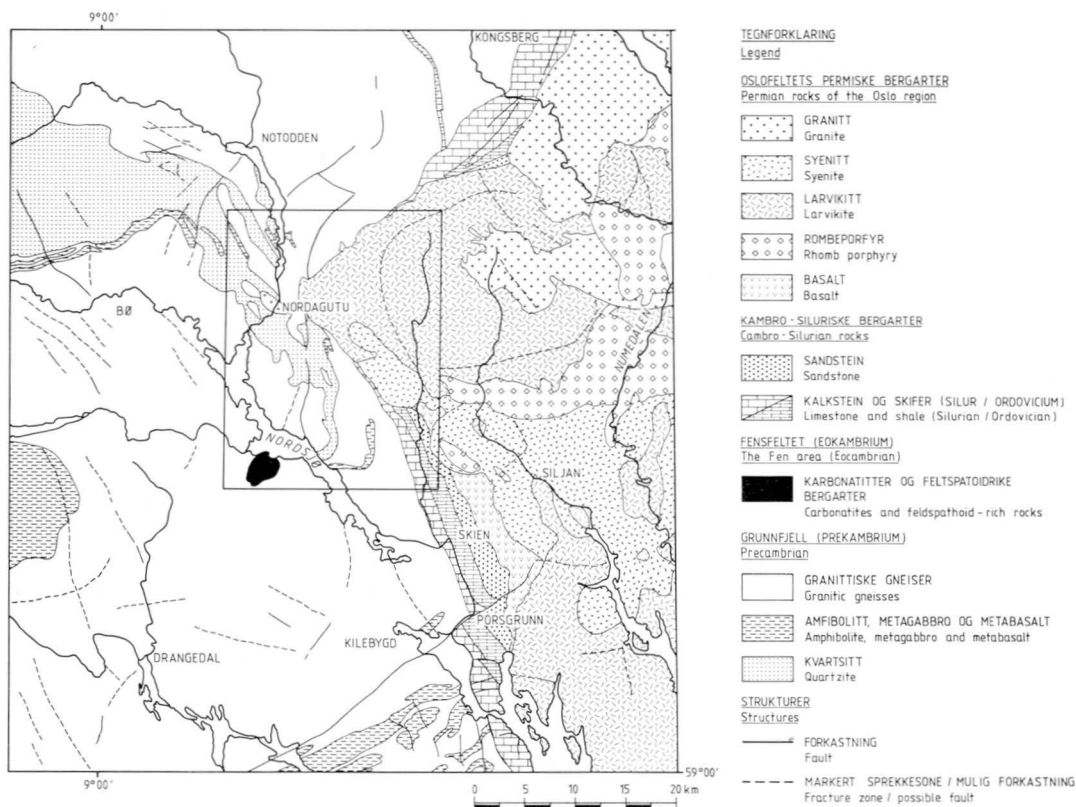


Fig. 4. Berggrunnsgeologisk oversiktskart, forenklet etter Dons & Jorde (1978). Kartblad Nordagutu er innrammet. Regional geological map, simplified after Dons & Jorde (1978). The framed area is that of the map-sheet Nordagutu.

1:20 000 (Bergstrøm 1980a, 1980b), 1:10 000 (Bergstrøm 1981) og 1:5 000 (Augedal & Østmo 1979). Jansen (1983) har i forbindelse med registrering av verneverdige kvartærgeologiske forekomster i Telemark utarbeidet et kvartærgeologisk oversiktskart for hele Telemark i M 1:250 000.

Berggrunnsoversikt

AV SVEN DAHLGREN

Berggrunnen innen kartblad Nordagutu (Pl. 1B) og regionen omkring (Fig. 4) kan etter de tidsperioder bergartene er dannet i, deles inn i 4 hovedgrupper (Dons 1975, Dons & Jorde 1978, Dahlgren 1978).

1. Grunnfjell av prekambrisk alder (ca. 1100–900 mill. år)
2. Fensfeltets bergarter av eokambrisk alder (ca. 600 mill. år)

3. Kambro-siluriske bergarter (ca. 550–400 mill. år)
4. Oslofeltets permiske bergarter (ca. 300–250 mill. år)

Grunnfjellet består av forskjellige gneiser, amfibolitter og kvartsitter. Disse har oppstått ved omdannelse fra ulike typer bergarter (både sedimentære-, vulkanske- og dypbergarter). Omdannelsen skjedde da bergartene vi har på overflaten i dag, lå flere kilometer nede i jordskorpa. På grunn av bevegelser og trykkforskjeller under omdannelsen har de forskjellige mineralene i bergartene blitt orientert i plan. Dette gir bergartene et noe stripete eller til dels skifrig utseende. Nesten hele den vestlige delen og omtrent 2/3 av kartblad Nordagutu består av grunnfjell. Det er for det meste forskjellige gneiser, men særlig i NV forekommer en del kvartsitt. I NV og i områder ved Geitebuvar den (265715) forekommer også amfibolitter i relativt store mengder.

Grunnfjellet er sprukket opp og knust i et stort



Fig. 5. Nordsjøbasen med Fensfeltets vestlige del, sett mot NNW.

The Nordsjø basin with the western part of the Fen area, view towards NNW. R = Romnes, U = Ulefoss, H = Holla gård (the farm Holla)

antall større eller mindre soner. Disse knusesonene er dannet til forskjellige tider, særlig i forbindelse med den vulkanske aktiviteten i Fensfeltet (eokambrium) og Oslofeltet (perm).

Fensfeltet er et lite område (4–5 km²) som ligger like SØ for Ulefoss. Det er rester av tilførselsrøret til en vulkan. Toppen av vulkanen da den var aktiv (ca. 600 mill. år siden) lå antakelig omkring 1–2 km høyere enn dagens overflate. Senere har erosjon slitt ned jordoverflaten til dagens nivå og de landskapsformer som en kan forbinde med en vulkan, er i dag helt borte. Bergartene som er særlig typiske for Fensfeltet, er kalksteiner dannet ved størkning av smeltmasser som kom fra jordens indre (karbonatitter). Søvitt er slik bergart. Den inneholder bl.a. pyroklor (et niob-rikt mineral) som det har vært gruvedrift på. Andre typiske bergarter er rauhaugitt, rødberg, melteigitt, fenitt m. fl. I flere av Fensfeltets bergarter er det påvist relativt høy radioaktivitet (Dahlgren 1983).

I *kambrium* begynte jordskorpa å synke og havet dekket etter hvert landet. I dette havområdet

ble det gjennom *kambrium*–*ordovicium*–*silur* ("kambrosilur") perioden dannet sandsteiner, leirskifre og kalksteiner. I disse sedimentene finnes det mye rester av dyr (fossiler) som levde i havet. I slutten av silurtiden hevet landet seg og det ble igjen et tørt landområde. Senere erosjon har fjernet det meste av disse sedimentene innen kartbladet. I dag ligger de kambro-siluriske bergartene bevart i et belte fra Mofjella (285782) og sørover forbi Skien. Lagene er stilt på skrå og heller 15–20° inn mot ØNØ.

I tidlig *permisk tid* for 300 mill. år siden begynte en ny periode med innsynkning. Dette var begynnelsen til dannelsen av Oslofeltet. Det hele startet med avsetning av sandstein i innsynkningsområdet. Under den påfølgende periode med vulkanisme ble det dannet store mengder svart, basaltisk lava. Disse lavaene finner en nå rester av Ø og N for Skien. Senere ble det også dannet rombeporfylavaer. Rester av disse fins særlig i Siljan-området, Fig. 4.

Utover i permtiden sank området ytterligere inn og store mengder smeltmasser trengte seg opp gjennom jordskorpen. Noen steder trengte

Fig. 6. Det kuperte og kollete området NV for Fjellvatnet (313812), sett mot N.

The hilly terrain northwest of Fjellvatnet (313812), looking north.



smeltemassene seg opp i sprekker og dannet gangbergarter. Andre steder størknet de i store massiver inne i jordskorpen og dannet dypbergarter (vesentlig larvikitt og syenitt). Dypbergartene finner vi i den østlige delen av kartblad Nordagutu, Pl. 1B. Dessuten forekommer et lite parti med granitt ved Nordagutu.

Vulkaner som befant seg i området i de senere deler av permtiden, har ligget omtrent 1 km høyere enn dagens fjelloverflate. Vulkanene er senere fullstendig fjernet ved erosjon.

Både før, i og etter permtiden har det blitt dannet en rekke forkastninger og knusningssoner i alle bergartstypene.

Landformer

Landskapet er karakterisert av det brede Nordsjøbassenget (Fig. 5) og Sauadalen i vest og Gjerpendalen–Luksefjelldalføret i øst (tidligere beskrevet av Helland 1900). Mellom dalførene ligger skogkledte åser, koller og småkuperte høydedrag som når opp i 700–800 m o.h. (Fig. 6). Nordsjø ligger bare 15 m o.h. og det største dyp er målt til 171 m. Nedslagsfeltet har en størrelse på ca. 10 000 km².

Bergartene og deres strukturer har hatt stor betydning for utformingen av landformene. I grunnfjellsområdet er landskapet meget småkupert og oppskåret av en mengde sprekker og knusningssoner (Pl. 1B) som ofte danner dype slukter og kløfter. Større dalfører er også i mer eller mindre grad avhengig av bergartsstrukturene, f.eks. Sauadalen mellom Nordsjø og Heddalsvatnet,

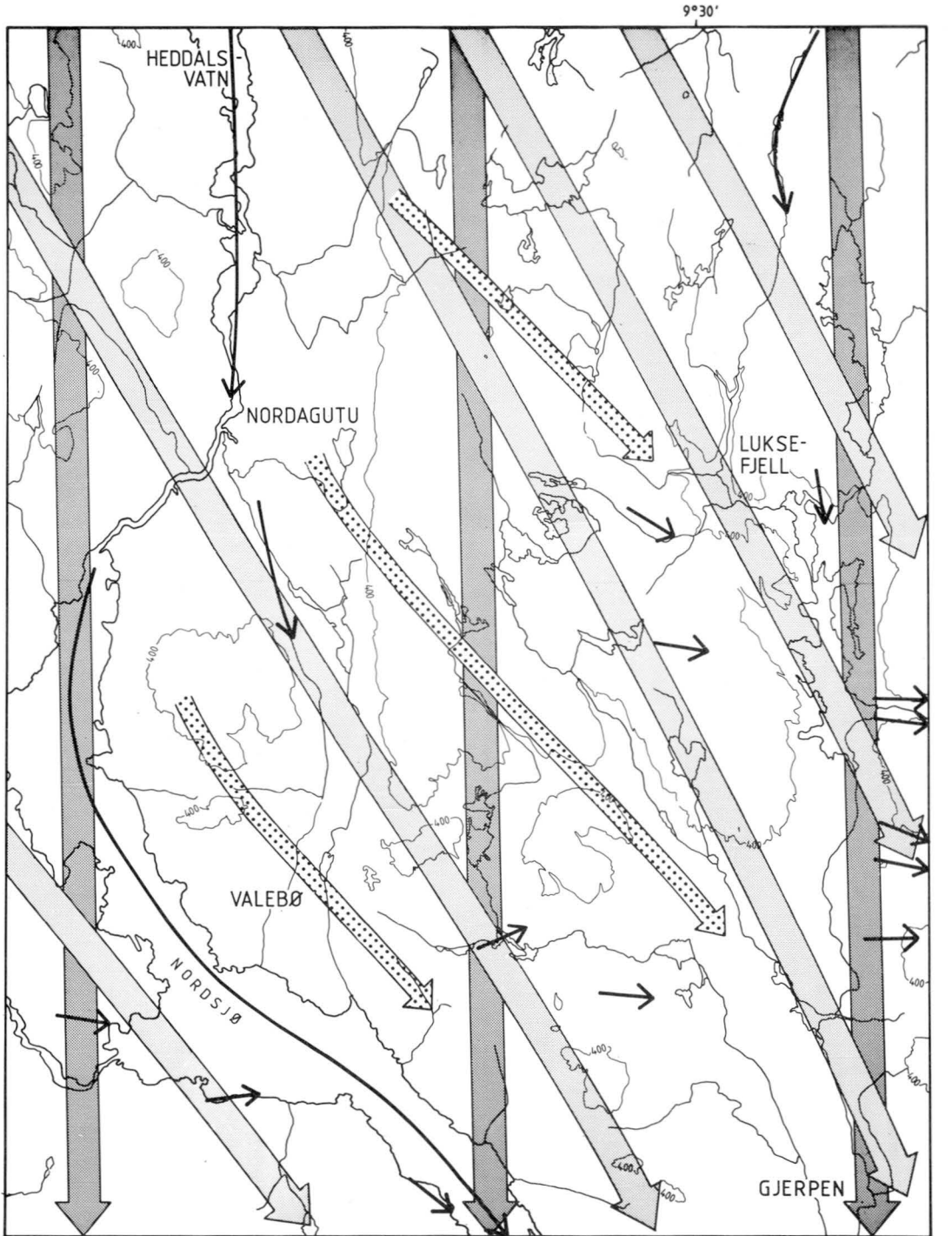
som i hovedsak følger svakhetssoner i berggrunnen. To lange forkastningssoner, som kan følges parallelt nordover fra Nordsjø ved Valebø, danner to trange og brattsidete dalfører. Bergartsgrensen mellom grunnfjellet og de permiske dypbergartene opptrer vanligvis som en markert brattkant. De permiske bergartene danner de høyeste områdene innen kartbladet. Også her er landskapet gjennomslutt av en mengde store og små sprekker, forkastninger og andre svakhetssoner. En av de mest markerte sprekkedaler er Besstulelvas dal (292873) som fortsetter nordover i Finnvollidalen (308947) i det nordøstlige hjørnet av kartet. I de kambro-siluriske bergartene i Gjerpendalen, nord for Skien, er landformene sterkt preget av den NNV-lige strøkretningen og sedimentlagenes helning mot ØNØ. Landskapet veksler mellom lange, parallelle rygger med brattkant mot vest og mellomliggende forsenkninger.

Vegetasjon og flora

AV JOHNNY HOFSTEN

Mange typer vegetasjon er representert på kartblad Nordagutu, og det totale artsantall er relativt stort. En viktig årsak er de betydelige geologiske variasjoner både i berggrunn og løsmasser. Høgdegradienten fra 15 til over 800 m o.h. virker også inn. Plantegeografisk tilhører det meste av området barskogssonen. Den sørlige delen av kartbladet tilhører en overgangssone mellom barskogene i nord og lauvskogene lengre syd.

På de *mektige losavsetningene* langs Telemarksvassdraget, spesielt på Nordsjøes vestside og langs



- | | |
|--|---|
| <p>← DEN ELDSTE KJENTE ISBEVEGELSE
The oldest known ice movement</p> <p>← DEN DOMINERENDE REGIONALE ISBEVEGELSE
The dominating regional ice movement</p> | <p>← YNGRE REGIONALE ISBEVEGELSER
Younger regional ice movements</p> <p>← YNGSTE LOKALE ISBEVEGELSER
Youngest local ice movements</p> |
|--|---|
- 9°30'
 0 1 2 3 4 km
 EKVIDISTANSE 400 m
 CONTOUR INTERVAL 400 m

Saua, ligger de mest produktive områder for plantevekst. De ligger under marin grense og faller sammen med tykke hav- og fjordavsetninger hvor mye er dyrka mark. Den naturlige vegetasjonen består for en del av grår-heggeskog med frodig undervegetasjon. Oftest ligger disse i bunnen av ravinene som er karakteristisk for mye av området. Granskog og blandingsskog med høy bonitet er også utbredt. Plantesosiologisk består de mest av moderate lågurt- og høgstaude typer, men fattigere samfunn med lyngpreg og småbregner opptrer også. På de grovkornete smeltevannsavsetningene (f.eks. Sundsmoen), er plantesamfunnet fattigere som følge av mindre vann og næring. Furu dominerer oftest i treskiktet, mens feltskiktet er lyngrikt og urtefattig. Bunnskiktet er moserikt, unntatt på de tørreste partiene der lavarter har stor dekning. Bonitetene varierer, men låge og midlere boniteter er overveiende.

Innen *perm-* og *grunnfjellsbergartene* er det store områder med kollette skogslandskap, smådaler og myrer. Glisne og lite produktive furuskoger dominerer de fleste terrengforhøyninger. Undervegetasjonen er artsfattig og vanligvis dominert av røsslyng. På de høyeste toppene fins det noen arealer snaufjellsvegetasjon med innslag av alpine arter. I liene og dalene hvor jorddekket er tykkere vokser granskogene. Mer næring og vann fører til innslag av en del urter og småbregner med blåbær som den dominerende. I forbindelse med næringsrike bergarter (amfibolitt, glimmergneis) er lågurtskoger vanlig. Plantesosiologisk varierer disse en god del alt etter voksestedets friskhet, næringsmengde, eksposisjon og jorddekke. Storbregne- og høgstaude skoger inntar som oftest renner, lier og dalbunner med næringsrik sigevannspåvirkning. Sumpskoger og myrer i betydelig antall fins over hele grunnfjells- og permområdet. Vegetasjonen varierer etter de lokale næringsforholda i omgivelsene. De fleste forsumpa areal har planter med fattige og midlere næringskrav.

Vegetasjonen innen *kambro-silurbergartene* i sørøst er svært interessant. Kalkrikdommen i jordsmonnet har skapt livsgrunnlag for en rekke planter som krever basiske forhold (høy pH). Floraen er artsrik og variert. Barskogene består mest av artsrike lågurt- og høgstaude typer med gran og lauv i treskiktet. Men på en del grunnlendte areal, oftest med forvittringsjord, fins den

sjeldne kalkfuruskokogen med sin spesielle undervegetasjon. Rikelige forekomster med edellauvskoger er også et typisk trekk her. Alm-lindeskogene opptrer mange steder i varmeeksponerte skråninger, ofte med ustabil forvittringsjord som underlag. I dette feltskiktet vokser mange varmekjære arter, mens bunnskiktet som regel har sparsom dekning. Der det er større fuktighet, ofte i terrengforsenkninger med havavsetninger, har grår- og askeskogene ofte inntatt grunnen. Frodig undervegetasjon og stort artsmangfold er typisk for dette samfunnet. På kalkrygger og i skogkanter opptrer det vanligvis tette kulturpåvirkta krattsamfunn.

Liknende botaniske forhold fins også i *Fensfeltet*. De kalkrike bergartene her gir også sterke utslag i plantelivets mangfold og kvalitet. Spesielt tydelig er det i områder med forvittringsmateriale. Mange kalkkrevende arter har rikelig opptreden. Lågurtskogene har blant annet en dekning av blåveis som på landsbasis er ganske sjelden. De mange edellauvskoger og hasselskoger utmerker seg med stor frodighet. Bemerkelsesverdig er også opptreden av varmekjære alm-lindeskoger i nordlier.

Isbevegelse

Isbevegelsesretningene i det kartlagte området er hovedsakelig bestemt ved hjelp av skuringsstriper og i mindre grad av overflateformer i morene og fast fjell. Steintellinger i morenemateriale er også i en viss grad benyttet. Den eldste påviste isbevegelsesretningen er mot sør og har vært lite influert av den lokale topografi (Fig. 7). Skuringsstriper i denne retningen fins særlig på de høyere åsene og kollene i området. Den sørlige isbevegelse stammer trolig fra den maksimale (hoved-) nedisningen under siste istid da Skandinavia var dekket av en tykk iskappe (Fig. 1). Isskillet i det sørlige Norge lå da over Hardangervidda, øst for dagens vannskille, og tilsvarer trolig fase III i Vorrens (1977) rekonstruksjoner.

Etter den maksimale nedisningen har isbevegelsene gradvis dreid mot SØ. Isdekket ble tynnere og isskillet på Hardangervidda flyttet seg vestover mot vannskillet. Iskanten i sør, som under den maksimale nedisningen lå helt sør i Danmark (Fig. 1), trakk seg nå raskt tilbake over Skagerak mot kysten av Norge. En intens kalving

Fig. 7. Rekonstruksjon av isbevegelsene, hovedsakelig på grunnlag av skuringsstriper.
Reconstruction of the ice movements mainly on the basis of glacial striae.

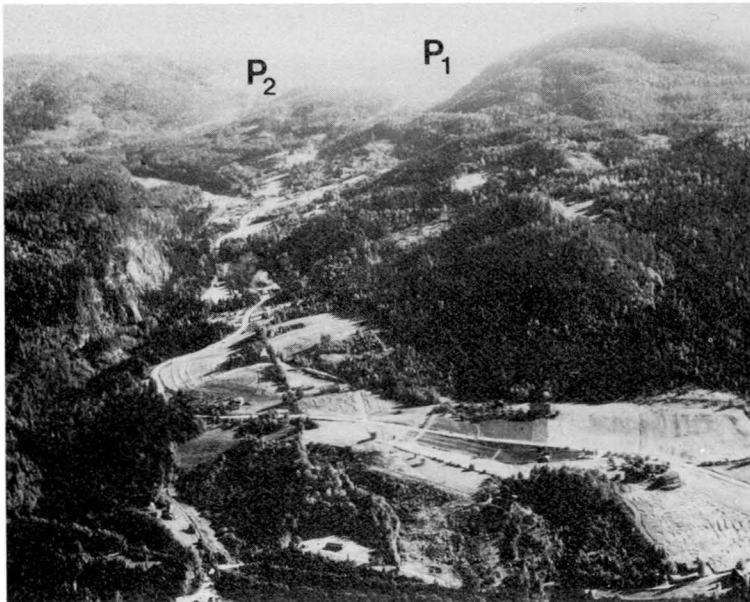


Fig. 8. Åsedalen med Dalsvatn (198825) innerst. Foto tatt mot SØ.
 P₁ = høyeste overløp over passpunkt 275 m o.h.
 P₂ = laveste overløp over passpunkt 190 m o.h.
 Åsedalen with Dalsvatn (198825) in the inner part of the valley. Photo looking southeast. P₁ = highest overflow across passpoint 275 m a.s.l. P₂ = lowest overflow across passpoint 190 m a.s.l.

fant sted langs brekanten og Oslofjorden ble tidlig et konfluensområde for isstrømmene. Dette forhold, sammen med isskilletts mer vestlige beliggenhet på Hardangervidda, er nok hovedårsaken til den sørøstlige dreiningen av brestrømmene i østre Telemark og Vestfold.

Den sørøstlige isbevegelsesretning har trolig vært dominerende i området under Yngre Dryas (Ra-tid). Etter hvert ble isdekket så tynt at isbevegelsene i stor grad ble styrt av den lokale topografi. Isstrømmene konvergente mot de store dalene som fungerte som hoveddreineringsårer, f.eks. Nordsjø–Heddalsvassdraget. Østlige skuringsretninger er funnet flere steder og tyder på lokale avbøyninger av isbevegelsen nær fronten av den tilbakerykkende breen. Eksempel på dette er Gjerpen–Luksefjelldalen hvor breen under avsmeltningen sendte brestrømmer østover gjennom sidedalene mot Siljandalen (øst for kartbladet).

Morenemateriale

Morenemateriale er den dominerende jordart innen de områder som ligger over marin grense, men mektigheten er de fleste steder meget liten. Morenedekket fins hovedsakelig i dalsider, forsenkninger og støt- og leside, mens kollene og de høyereliggende områder stort sett er bart fjell med enkelte steiner og blokker, Fig. 6. På grunn av det småkuperte landskapet er morenedekket

meget usammenhengende og spredt i relativt små felter og arealer. Enkelte steder er de kartlagte moreneområdene særlig tynne og veksler med humusdekke eller tynt torvdekke på fjell. Disse områdene er markert med bokstaven *t* på kartet og gjelder særlig de NØ-lige områdene.

Områder med sammenhengende dekke av morenemateriale er få og ligger hovedsakelig som små avgrensede felter i det tynne, usammenhengende morenedekket. De største arealene med tykkere moreneavsetninger fins i den SØ-lige siden av Sauas dal og langs vestsiden av Åsedalen innover til Dalsvatn (Fig. 8). Mektigheten av morenematerialet ved Åse gård (177848) er flere meter og avsatt som støtsidemorene.

Morenematerialets bergartsinnhold

Morenematerialets bergartssammensetning er i stor grad bestemt av de bergarter som isen har plukket opp og senere avsatt. Mye av morenematerialet består derfor av andre bergartstyper enn den lokale bergarten som morenen ligger på. Hvor stort dette innholdet er, avhenger blant annet av transportmåte i isen og bergartenes motstandsdyktighet. Bergartsinnholdet er bestemt i fraksjonen 4–8 mm, Pl. 1C.

Grunnfjellsbergarter er dominerende i de fleste moreneprøver, bortsett fra de sentrale og sørøstlige deler av Oslofeltets permområder, Pl. 1C. Granittisk gneis (middelskornig) har sitt høyeste

innhold i prøver fra de sørlige, vestlige og de helt nordlige grunnfjellsområdene hvor denne bergart opptrer i fast fjell. Kvartsitt omfatter både ren kvartsitt og feltspat-/glimmerholdig kvartsitt, og er særlig dominerende i de sentrale og nordvestlige deler av grunnfjellsområdene hvor innholdet kan nå opp i 80–90 %. Amfibolitt fins i små mengder i alle moreneprøver med et innhold som varierer mellom 1 og 10%.

Morenematerialet i de nordlige og nordvestlige deler av de permiske bergartsområdene inneholder 20–40% granittisk gneis og 20–45% kvartsitt. Dette viser en betydelig transport av grunnfjellsbergarter 8–9 km innover i permområdene fra grunnfjellet i N og NV. Også langs grensen for de permiske bergartene i V og SV er morenematerialet dominert av grunnfjellsbergarter som tyder på en transportretning fra VNV eller V. Sannsynligvis stammer dette fra slutten av siste istid da de dominerende SØ-lige isstrømmene dreide av mot ØSØ og Ø, se side 14. Prøve 174 fra den sørøstligste del av permbergartene med over 70% grunnfjellsbergarter er en god indikasjon på denne unge østlige isbevegelse (Pl. 1A, 1B).

Oslofeltets permiske bergarter som larvikitt og syenitt er dominerende i morenemateriale fra de sentrale og sørlige deler av disse bergartsområdene, Pl. 1C. Særlig stort er innslaget i området rundt Fjellvatnet hvor larvikitten stedvis har vært utsatt for en betydelig forvitring. I de marginale permområdene i vest, 0–2 km fra grensen mot grunnfjell, er innholdet av larvikitt/syenitt lite (< 10%). I prøve 14, knapt 1 km fra grensen i NV, ble bergartskorn av denne type ikke observert. Dette tyder på at det meste av morenematerialet i dette området er transportert mer enn 1 km.

Oslofeltets kambro-siluriske bergarter består av skifer, kalkstein og silt-/sandstein og fins bare i helt ubetydelige mengder i prøvene fra disse bergartsområdene i SØ. De fleste av disse bergartene er sprøe og knuses lett ned til mindre fraksjoner. Kalkstein går lett i oppløsning og fins meget sjelden som partikler i morenematerialet.

Morenematerialets kornstørrelse

Innholdet av materiale mindre enn 19 mm i morenen er bestemt ved kornfordelingsanalyser, Fig. 9A. På grunnlag av finstoffinnholdet (silt og leir) er morenematerialet klassifisert på følgende måte etter Statens Vegvesens Analyseforskrifter:

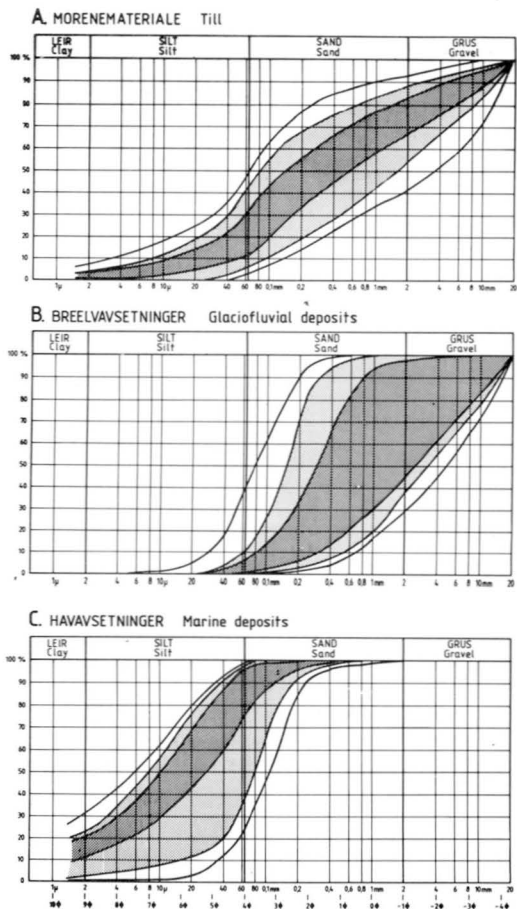


Fig. 9. Kornfordelingskurver for prøver av morenemateriale (A), breelvavsetninger (B) og havavsetninger (C). Samtlige kurver ligger innenfor de ytterste linjene, mens 80% av kurvene ligger innenfor de rastrerte feltene og 50% innenfor det mørkeste rastrerte feltet.

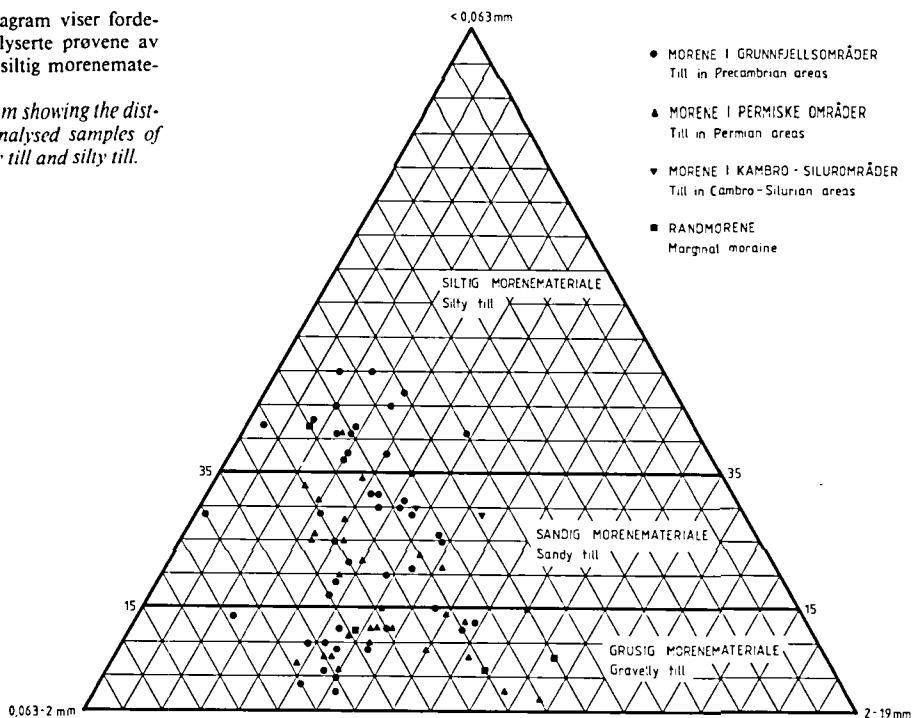
Grain-size distribution curves of samples from till (A), glaciofluvial deposits (B) and marine deposits (C). All the curves are situated between the two outer lines, while 80% of the curves lie within the shaded areas and 50% lie within the darkest shaded area.

- Grusig morenemateriale – innholdet av silt og leir er mindre enn 15%.
- Sandig morenemateriale - innholdet av silt og leir er mellom 15% og 35%.
- Siltig morenemateriale – innholdet av silt og leir er mer enn 35%.

Sandig og grusig morenemateriale er de dominerende morenetyper, Fig. 10. Det grusige morenematerialet er særlig utbredt i de permiske bergartsområdene hvor de grovkrySTALLINSKE larvikittene og syenittene gir relativt lite finstoff til morenen. I grunnfjellet er begge de grove morene-

Fig. 10. Trekantdiagram viser fordelingen av de analyserte prøvene av grusig, sandig og siltig morenemateriale.

Triangular diagram showing the distribution of the analysed samples of gravelly till, sandy till and silty till.



typene vanlige. Den sandige morenetypen synes imidlertid å være mest utbredt i områder med kvartsitt eller finkornig gneis (sentrale og NV-lige grunnfjellsområde).

Siltig morenemateriale fins hovedsakelig på østsiden av Sauadalen i støsideposisjon for den dominerende sør- og sørøstlige isbevegelse. Kornfordelingskurver herfra viser ofte en bimodal fordeling med hovedvekt i grus- og grovsilt-/finsandfraksjonen, Fig. 11, prøve 81. Dette tyder på at tidligere avsatte finsedimenter i dalen er plukket opp av isen og blandet inn i morenematerialet, som f.eks. ved gården Åse og i lia ovenfor, Fig. 8.

Innholdet av leir (mindre enn 0,002 mm) i morenematerialet er sjelden mer enn 2%, og når maksimalt opp i ca. 6% i en prøve fra kambrosilururområdene i SØ.

Breelavsetninger

Breelavsetningene er viktige for tolkningen av smeltevannsdreneringen under avsmeltningen og for kartleggingen av israndens tilbaketrekking. Disse vil bli beskrevet områdevis. Volum og kvalitet til tekniske formål vil bli vurdert under kapitlet om byggeråstoff, side 36. En oversikt

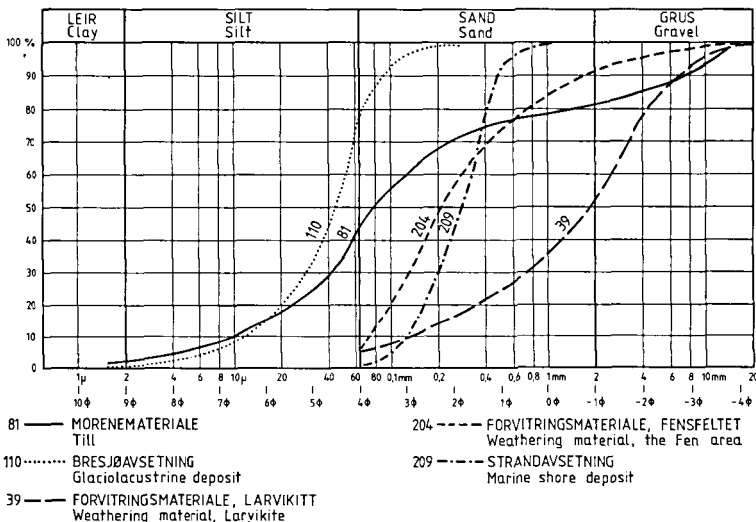
over kornfordelingsanalyser av breelvmateriale mindre enn 19 mm er gitt i Fig. 9B.

Holtsås. Små sorterte avsetninger stikker opp av den marine leiren nord for Bråfjorden (176903). Foran munningen av sidebekkene som drenerer fra øst mot Bråfjorden er det avsatt en del breelvvifter. Ved Holtsås (196909) er det avsatt en slik vifte av sand og grus med en del grove blokk- og steinrike lag, spesielt i toppen. Skrålag med ca. 20° helning mot V-VNV viser at materialet er avsatt ut sidedalen fra NØ. Toppflaten ligger 150–155 m o.h., mens den indre kanten mot rotpunktet av viften når over 160 m o.h. MG er bestemt til ca. 154 m o.h.

Øgnegraven (208896) – Bjøranslettin (205889). Under avsmeltningen av Sauherad har det drenert smeltevann langs kanten av breen i den østlige siden av Sauadalen, parallelt med hovedvassdraget. Små vifteformete breelvavsetninger ble dannet ved Øgnegraven, Bjøranslettin og ved koordinat 203905, ca. 1 km øst for Holtsåsavsetningen. Tykkelsen på disse sand- og grusavsetningene er liten. Bjøranslettin er 2–5 m mektig og har et relativt grovt topplag over sand og grus.

Rolighetsmoen – Sanden. Sør for Bråfjorden

Fig. 11. Kornfordelingskurver for utvalgte prøver fra Nordagutuområdet. For lokalisering av prøvene, se Pl. 1A. Grain-size distribution curves from selected localities in the Nordagutu area. For location, see Pl. 1A.



ligger de største breelvavsetningene på kartbladet. På vestsiden av Saua ligger Sandenavsetningen (169888) klernt inn mot dalsiden uten noen markert toppflate. En liten rest av en større opprinnelig flate indikerer et toppnivå på 151–152 m o.h. Et 20–25 m høyt grustak nord for Sanden gård viser hovedsakelig grusrike lag som synes å helle 10–25° mot Ø–SØ, Fig. 12. Et tynt topplag av silt fins enkelte steder. Avsetningen er trolig dannet langs kanten av brefronten da den lå ved sørenden av Bråfjorden. Rolighetsmoen (165880) er en markert breelvt Terrasse som ligger mer eller mindre i kontakt med Sandenavsetningen. Selve moen er bygget opp som et brefrontdelta til et havnivå på ca. 151–152 m o.h. Ved Kåsin (163878) er det et lite snitt i massene som viser vekslende lag av sand og grus med enkelte tyne finsandlag som heller 15–20° i sørsørvestlig retning. Et seismisk tverrprofil (Fig. 13) viser at de sentrale deler har en tykkelse på ca. 30 m fra toppflaten til fjell (Tønnesen 1981). Mot øst og sørøst stikker avsetningen ned under havavsetninger. Boringer viser at tykkelser på minst 16 m med marin silt over grusig breelvmateriale forekommer.

Sundsmoen. På østsiden av Saua, vis-à-vis Rolighetsmoen, ligger den mektige Sundsmoen som er et breranddelta bygget opp til 150–155 m o.h., Fig. 14. De sørlige (distale) deler av toppflaten representerer trolig havnivået under dannelsen og er bestemt til ca. 151 m o.h. De nordlige (proksimale) deler er bygget noe høyere opp enn MG. I toppflaten er det spor etter gamle smeltevannsløp. Dødisgroper fins også i de sentrale

delene. En 2–4 m høy morenerygg, "Galteryggen", krysser på tvers over den proksimale del av Sundsmoen. En liten skjæring (189880) i ryggen viser 1–2 m med morenemateriale over lagdelt, sortert breelvmateriale (Fig. 15). Det er relativt lite finstoff i morenen, god runding på steinene og få sedimentære strukturer, noe som tyder på at materialet hovedsakelig er breelvmateriale fra terrassen som er skjøvet sammen og blandet av breen (morenisert). Trolig har det vært et lite brefremstøt over de nordlige deler av Sundsmoen. Den mer uregelmessige overflaten her tyder også på dette. Det er få skjæringer i Sundsmoen som kan gi gode informasjon om lagoppbygging og sammensetning. Men de som fins viser hovedsakelig vekslende lag av sand, grus og en del grus og stein. Topplaget er vanligvis steinrikt, Fig. 16.

Seismiske profiler viser at Sundsmoen ligger på en fjellhulle 110–120 m o.h., og at tykkelsen på sedimentene stort sett ligger mellom 30 og 40 m, Fig. 13.

Området sør for Sundsmoen. Ved munningen av Ådalen (190857) og Åsedalen (181850) ligger det vifteformete breelvavsetninger, sannsynligvis med relativt mektige morenelag under. Ved gården Kleiv (189861) er det observert 1–2 m morene over et tynt, forstyrret sandlag med morenemateriale i bunnen igjen. Tykkelsen av breelvmaterialet er relativt liten, særlig i de distale deler av viftene.

Akkerhaugen. Ved nordenden av Nordsjø ligger det en ryggformet israndavsetning (randås) på



Fig. 12. Sanden massetak (171891). Hovedsakelig grusrike lag med helning mot Ø-SØ.

Sanden gravel pit (171891). Mainly beds of gravel, dipping towards E-SE.

tvers av dalen og som elva Saua har skåret seg gjennom og delt i to deler, Fig. 17. Hovedryggen er ikke bygd opp til MG og når bare opp i ca. 100 m o.h. På innsiden (proksimalsiden) og mot dalsiden i NV er ryggen dekket av hav- og fjordavsetninger. I proksimalsiden på den vestlige ryggen (145846) er det et grustak som viser lag av sand og grus uten noen markert helningsretning. Enkelte grove, relativt usorterte partier fins. Dette tyder på vekslende strømretninger og komplekse avsetningsforhold foran brefronten. I spissen av den vestlige ryggen mot elva er det tydelige forstyrrede lag av sand og grus som trolig skyldes et lite fremstøt av brefronten innenfor.

Den østlige ryggen består også hovedsakelig av vekslende sand- og gruslag og hvor tydelige skrålag er observert i det store Ryntvedt grustak (152838). Lagene synes å ha en dominerende helningsretning mot SV-VSV, Fig. 18. Nærmere elva har ryggen et noe større innslag av grov grus og steinrike lag i toppen. Seismiske profiler (Fig. 19) viser at det under den østlige del av Akkerhaugen ligger en fjellrygg som brefronten har hengt seg opp i. På vestsiden av elva er det ikke påvist noen fjellrygg og fjellet stiger ganske jevnt mot NV. Tykkelsen av randavsetningen i vest varierer fra 40 m i NV til ca. 70 m nærmere elva. I øst er mektigheten av avsetningen gjennomgående noe mindre på grunn av fjellryggen under, og varierer her fra 30 til 60 m.

Dalsvatnbassenget. Ved Vihus ligger det en esker (203825) langs stranda av Dalsvatn. Innenfor er det avsatt en breelvterrasse foran munningen av et smeltevannsoverløp (204839) gjennom det

trange dalføret øst for Skulssnippen (197839). Eskeren består av ca. 1 m med relativt grovt materiale (grus og steinrikt) over sorterte sand- og finsandlag. Viften innenfor er bygget opp til ca. 190 m o.h. og inneholder i de proksimale deler noen grovere materiale enn eskeren. Høyden av det målte terrassenivået korresponderer bra med passpunktet (202804) i dalen sør for Dalsvatn. Dette tyder på at vannet under dannelsen av viften var demmet opp av breen i NV (Åsedalen) og at utløpet gikk sørover mot Valebø. I Åsedalen, NV for Dalsvatn, ligger det en serie med slukåser i den vestlige dalsiden. Snitt i en av disse viser et grovt grus- og steinrikt lag i toppen over forstyrrede lag av sand/silt og morenelignende materiale.

Ottersnesodden. Langs den NØ-lige siden av Nordsjø er det avsatt et par mindre forekomster av breelvmateriale på fjellrygger som stikker ut i vannet. Ottersnesodden (144791) er den største og hvor det ligger 5–10 m med sandige/grusige masser over fjell, Fig. 19.

Valebø. I dalen nord for Valebø (190752) er det avsatt et breelvdelta med en indre toppflate på ca. 146–147 m o.h. Massene består hovedsakelig av vekslende lag av sand og grus med enkelte grovere lag, særlig nær toppen av avsetningen.

Spiredalen. I dalen øst for Valebø ligger det nord i Spiredalen (206783) breelvterrasser bygget opp til ca. 149 m o.h. Materialet på vestsiden av dalen er relativt grovt og består av grov sand, grus og en god del stein. Mot øst blir massene finere (sortert sand). Helt innerst i Spiredalen ligger det en vifte av sand/sandig grus i dalbunnen og som er bygget opp til 149–150 m o.h. i de ytre flate deler. Sør for Spiredalen, ved sørenden av Dals-tjern, ligger det en breelvterrasse med toppflate på ca. 130 m o.h. Materialet består vesentlig av sand- og gruslag som heller mot sør.

Ulefoss. Vest for Ulefoss sentrum er det ved munningen av Eidselva en skjæring i breelvmateriale (146715) som hovedsakelig er dekket av havavsetninger. Materialet består hovedsakelig av sand med enkelte gruslag. Også i lia sør for sentrum stikker det opp sorterte lag av sand med helning mot NØ. Strandvasking har skjedd i overflaten.

Valesæterelvas dal. Små vifter av breelvmateriale er avsatt i Valesæterelvas dal (249746), særlig foran munningen av de nord-sørgående sideda-

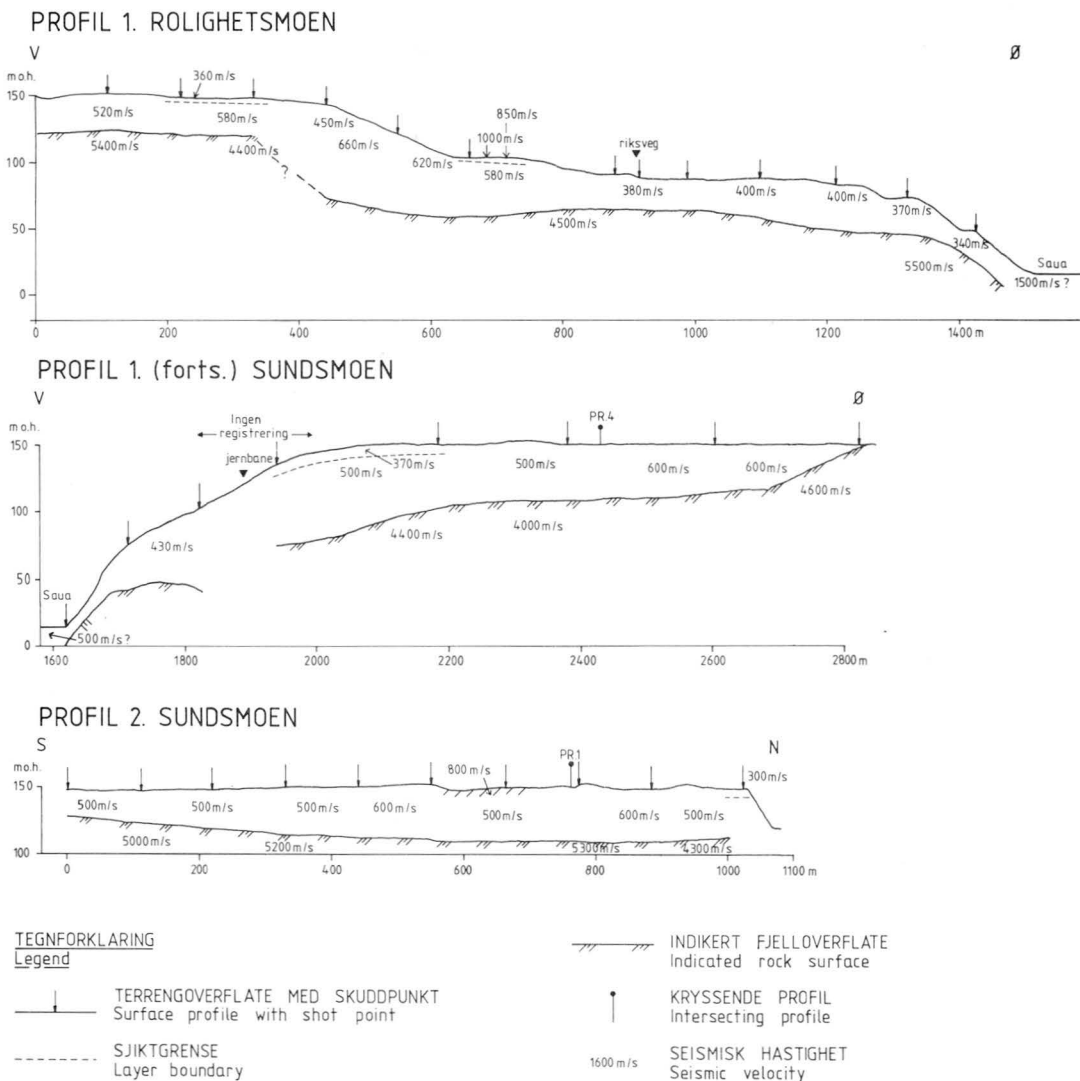


Fig. 13. Refraksjonsseismiske profiler over Rolighetsmoen og Sundsmoen. For lokalisering, se det kvartærgeologiske kartet. Seismic-refraction profiles. For location, see the Quaternary geological map.

ler. Flere av disse er bygd opp til MG, som f.eks. viften N for Valesæter (238752) hvor terrasseflaten ligger ca. 151 m o.h. Materialet i denne avsetningen består hovedsakelig av sand, men i flere av de andre viftene, f.eks. ved Røyvatnet (276747), er det også en del grus.

Stulen. Ved Stulen gård (299745) ligger det en rest av et breelvdelta som ble avsatt foran munningen av Lindalselva. Et massetak ved veien viser skrålag av sand og noe grus som heller i sørlig retning. I det lille dalføret vest for Lindalselva ligger det breelvavsetninger (293747) som i de

nordlige deler er bygd opp til MG på ca. 150 m o.h. Avsetningene her består hovedsakelig av sortert sand og til dels finsand.

Moelvas dal. Like N for gården Mo (316740) ligger det en terrasse på ca. 151 m o.h. Terrassen er en erosjonsrest etter et breelvdelta som ble bygget ut i havet foran eller ved siden av brefronten, da den lå ved munningen av Moelvdalen. Materialet består av sand og sandige gruslag som synes å helle i sørøstlig retning.

Lenger nord er dalbunnen mer eller mindre dekket av sand- og grusavsetninger. Nær gården

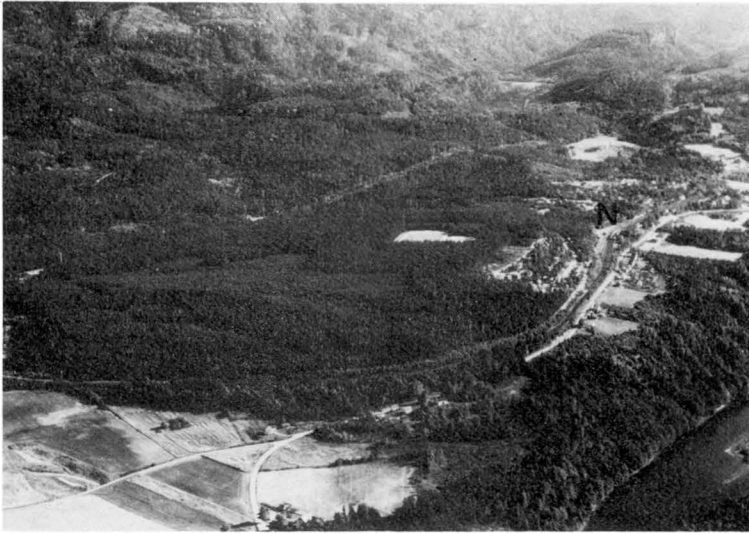


Fig. 14. Sundsmoen breeranddelta, sett mot SØ.
Sundsmoen ice-marginal delta, looking southeast.
N = Nordagutu jernbanestasjon (railway station).



Fig. 15. Snitt i randmorenerygg (189880) på Sundsmoen som viser morene (morenisert materiale) over lagdelt breelvmateriale.

Section through the marginal moraine (189880) on top of the proximal part of the Sundsmoen terrace, showing till above glaciofluvial deposits.

Eikonrød (318753) ligger det noen mindre terrasserester i den østlige dalsiden med et høyeste nivå på ca. 153 m o.h. Materialet består vesentlig av sortert sand. Ved selve gården er det en markert grense omtrentlig i denne høyde mellom breelvmaterialet og det bare fjellet ovenfor, noe som tyder på at strandkanten under avsmeltningen lå i dette nivået. På vestsiden av Moelva (315757), ligger det en smal terrasse på ca. 155 m o.h. Ved Flittig (310766) er det avsatt en breelvvifte som i de distale deler flater ut i et nivå ca. 156–157 m o.h. Massene er noe grovere enn ved Eikonrød og består av sand og grus med en del stein i enkelte lag.

Bresjø- og innsjøavsetninger

Bresjøsedimenter fins som et tynt og usammenhengende dekke av finsand/ grov silt (kvabb) over morenemateriale i området NV for Dalsvatn, og er på kartet avmerket med symbolet *Bi* (Fig. 11, prøve 110). Avsetningen ble dannet under isavsmeltningen da brefronten lå ved NV-enden av Dalsvatn og stengte Åsedalen og dreneringen mot Sauavassdraget i NV, Fig. 29A. Bresjøavsetningene er registrert i dalsiden opp til omtrent samme høyde som det høyeste overløpet mot SØ (190822) på ca. 275 m o.h., men størstedelen av sedimentene befinner seg under 245 m o.h. (Fig. 8).

Innsjøavsetninger fins som små lommer av finsand/silt i strandsonen langs Nordsjø.



Fig. 16. Massetak på Sundsmoen (189873) med vekslende lag av sand og grus med enkelte grovere steinrike lag, særlig i topplaget.

Gravel pit in the Sundsmoen terrace (189873) with beds of sand and gravel. Coarse gravel with stones occur mainly in the uppermost layer.

Elve- og bekkeavsetninger

Under landhevningen grov elvene og bekkene seg ned i tidligere avsatte løsmasser og transporterte materialet lenger ned i dalførene, hvor det ble avsatt som elvesletter, deltaer i fjorden eller vifter. Elveavsetningene i området er relativt små, og har begrenset betydning som sand- og grusresurser.

I Sauadalen, N for Nordsjø, ligger det en del elveavsetninger langs elva og ved munningen av enkelte sideelver og bekker. Materialet er overveiende sandig, men i viftene foran sideelvene er materialet grovere, ofte grus med en del stein. De yngste avsetningene ligger like over dagens elvenivå, men også høyere elveterrasser fins. To nivåer synes å skille seg ut, 31–32 m o.h. og 48–49 m o.h. (Trømborg 1974). I de ytre deler av Brennelvas og Gravarelvvas dal ved Valebø (191752) ligger det sandige og grusige elveavsetninger. Disse ligger distalt for brelvavsetningene og blir gjennomgående mer finkornige mot munningen av dalførene. Særlig gjelder dette Gravarelvvas dal (200750). Det er få klare elveterrasser, men et terrassenivå på ca. 55–60 m o.h. kan gjenfinnes i begge dalfører.

I de østlige dalførene på kartbladet ligger det enkelte mindre elveavsetninger langs vassdragene. Materialet er jevnt over sandig, men kan lokalt være grovere og inneholde grov grus og stein. Distalt for brelvavsetningen ved Mo er det avsatt en del elvesand ved Modammen (320738), med et terrassenivå på ca. 125 m o.h. Sedimentene ligger på en fjellhulle og er avsatt mot fjellterskelen ved utløpet av dammen.



Fig. 17. Akkerhaugen randås (ryggformet israndavsetning) ved nordenden av Nordsjø, sett mot SØ.

Akkerhaugen marginal deposit (subaqueous delta) at the northern end of Nordsjø, looking southeast.

R = Ryntvedt massetak (gravel pit), N = Nordsjø.

Hav- og fjordavsetninger

Under isavsmeltningen fulgte havet etter iskannten og nådde ca. 150 m høyere enn dagens havnivå (Fig. 20). De store dalførene var på den tid lange fjordarmer hvor finkornig materiale ble transportert i suspensjon før det sedimenterte på bunnen. Hav- og fjordavsetningene dekker en god del av de arealer som tidligere var fjordbunn under isavsmeltningen, men de er meget sjelden bygget helt opp til datidens havnivå. Mektigheten av avsetningene varierer, avhengig av de topografiske forholdene og tilførselen av finkornig materiale. I Sauadalen er det målt tykkelser på over 20 m. Her har det vært stor materialtilførsel ut Heddalsvassdraget under avsmeltningen, men også senere tilførsel fra elver og bekker har vært betydelig. I de småkuperte områdene langs Nordsjø er hav- og fjordavsetningene stort sett ganske grunne. Et seismisk profil ved Kolstad (200703) viser tykkelser opp til 15 m (Fig. 21), men fjell stikker opp i dagen ikke langt unna profilet. I Fensfeltet dekker havavsetningene over halvpar-

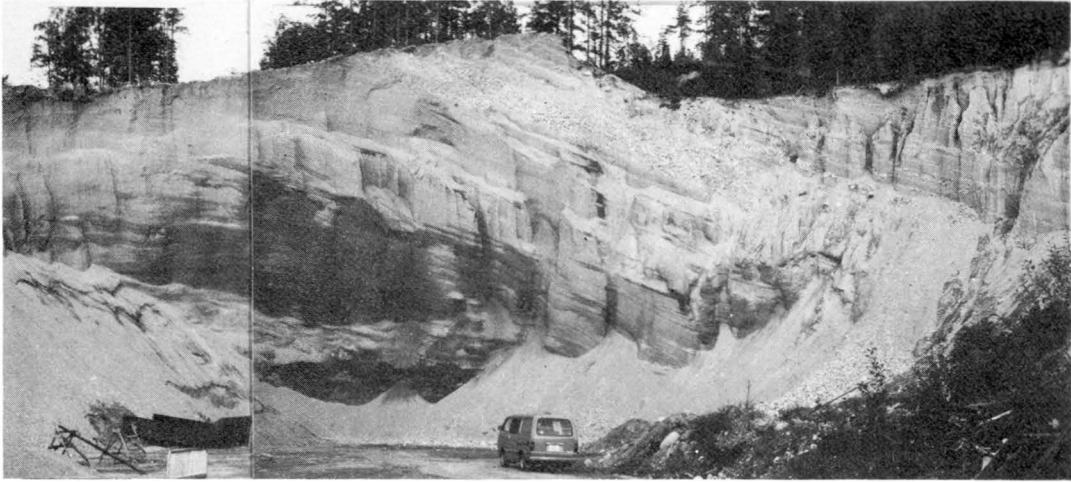


Fig. 18. Ryntvedt massetakk (152838), Akkerhaugen øst. Vekslede sand- og gruslag heller mot SV-VSV. Ryntvedt gravel pit (152838), Akkerhaugen east. Beds of sand and gravel are dipping towards SW-W'SW.

ten av området (Fig. 5). Tykkelsen varierer stort sett mellom 1 og 20 m, men i den dypeste forsenkningen (160708) sør for Søve landbrukskole, når havavsetningene en tykkelse på over 50 m.

Den opprinnelige fjordbunnsverflaten er bevart enkelte steder som flate, jevne leirsletter, men senere raviner og skred har skåret opp og fjernet mye av den gamle fjordbunnen. Ravinelandskapet er særlig utpreget i Sauadalen og langs SV-siden av Nordsjø.

Kornfordeling og sortering varierer en god del innen de forskjellige deler av kartbladet, Fig. 9C. Mye av havavsetningene er dannet under isavsmeltingen da det var stor og vekslende tilstrømning av smeltevann og materiale til fjordbassengene. Under landhevingen førte elvenes graving, skred og andre massebevegelser til at havavsetningene på nytt ble transportert i suspensjon ut i fjordbassengene og avsatt over sedimentene fra avsmeltingstiden. I den trange fjordarmen som gikk inn fra Nordsjø til Heddalsvatnet har det vært relativt sterk strøm og mye ferskvann (brakkvannsforhold). Vekslede lag av leirig silt, silt og siltig finsand er vanlig i dette området. Innslag av grovere partikler som grus, stein og blokk forekommer og skyldes trolig isdroppet materiale. Leirinnholdet er relativt lite (<25%) sammenlignet med det bredere og åpner Bødalforet i vest (>25%) hvor sedimentasjonsforholdene har vært roligere og ferskvannstilførselen mindre (Jansen 1982). Langs Nordsjø dominerer leirig silt hvor leirinnholdet vanligvis

varierer mellom 10 og 20%. Enkelte lag av siltig finsand forekommer, men stort sett er hav- og fjordavsetningene mindre vekslende enn i Sauadalføret. I kambro-silurområdene i SØ dominerer også leirig silt med et leirinnhold på ca. 20%. Skifer- og kalksteinsbergartene synes ikke å ha gitt opphav til noe mer leirholdige havavsetninger enn normalt ellers på kartbladet. Dette skyldes at mye av det finkornige materiale ikke stammer fra de lokale bergartene, men er transportert i suspensjon i fjorden fra områdene i nord.

Strandavsetninger

Strandavsetninger ligger spredt i området, særlig langs Nordsjø hvor bølge- og strømkraftene har fått virke. Mektigheten er vanligvis liten (<2 m). Den dominerende kornstørrelse er sand, (Fig. 11, prøve 209), men grus forekommer på utsatte steder eller hvor det har vært tilgang på grovt materiale. Ofte ligger strandavsetningene som et tynt dekke over finkornige havavsetninger eller stedvis direkte på fjell.

Hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen

Slike tynne, usammenhengende avsetninger fins særlig i de småkuperte områdene langs Nordsjø

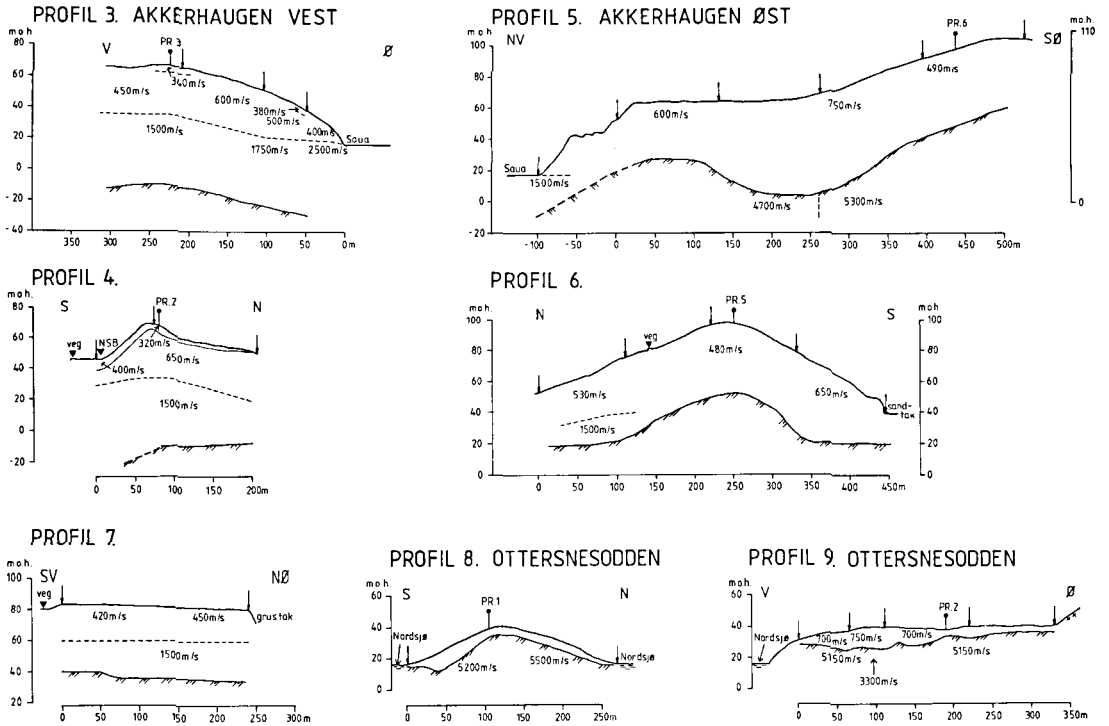


Fig. 19. Refraksijsseismiske profiler over Akkerhaugen og Ottersnesodden (145791). For lokalisering, se det kvartærgeologiske kartet. Tegnforklaring på Fig. 13.

Seismic-refraction profiles. For location, see the Quaternary geological map. Legend, see Fig. 13.

og Gjerpandalen (N for Skien). Mektigheten er liten, bortsett fra enkelte forsenkninger. Fjellblotninger er tallrike. Avsetningene er ofte påvirket av strandprosesser med innblanding av grovere materiale i finkornige havavsetninger. På grunn av den varierende kornsammensetning er det vanskelig å angi kornstørrelsessymboler. Dette er derfor utelatt på kartet.

Forvittringsmateriale

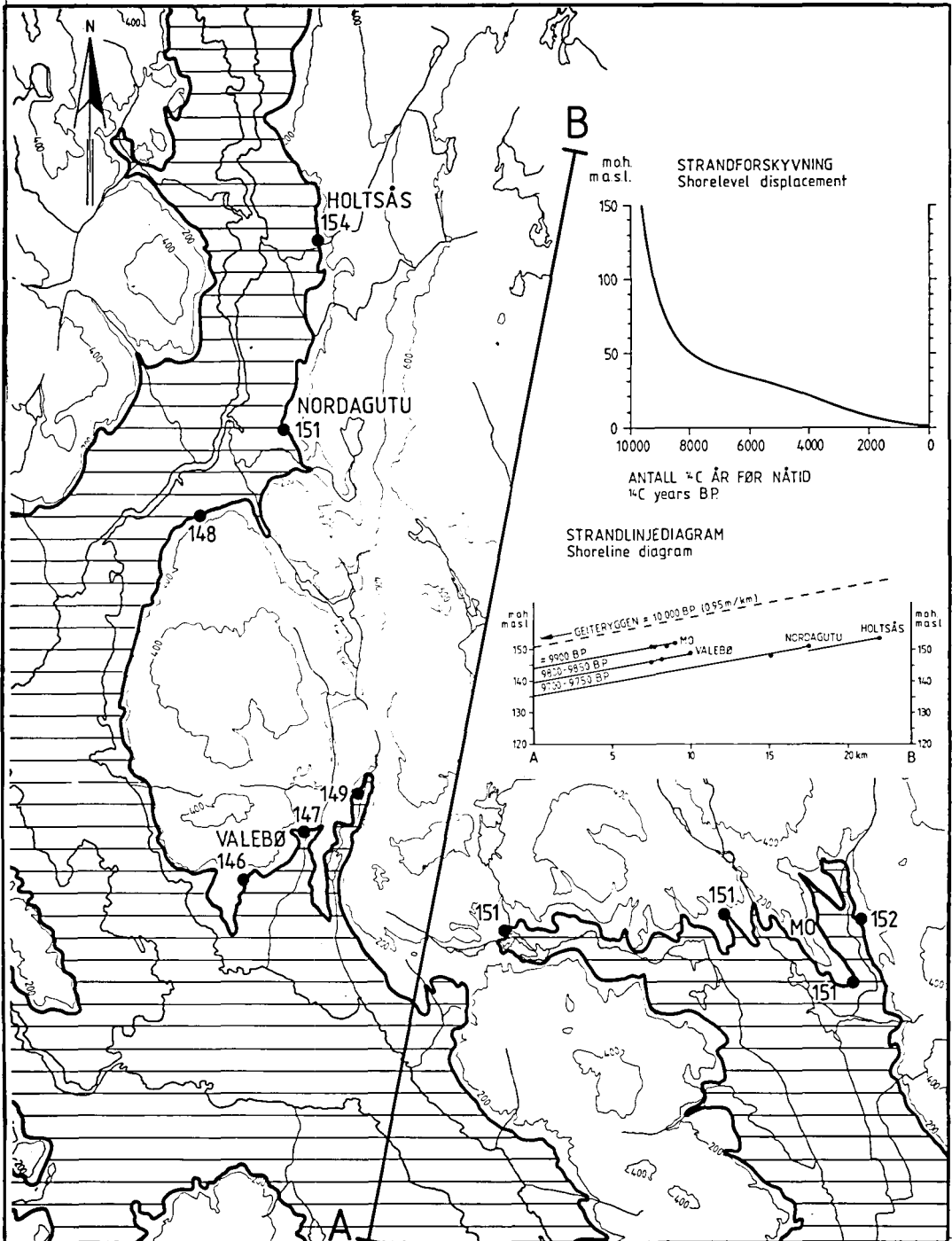
Forvittringsmateriale fordeler seg hovedsakelig til tre områder på kartet. Forvittringsprosessene i de ulike bergartstypene gir opphav til forvittringsmateriale med karakteristisk utseende og sammensetning.

Det første området ligger i Oslofeltets kambrasiluriske bergarter i SØ. Disse bergartene (skifer og kalkstein) forvittrer lett og gir et relativt usortert, finkornet forvittringsprodukt. Dette skyldes at opphavsbergartene smuldres ned til de opprinnelige kornene de er sammensatt av og som hovedsakelig består av leir, silt og sandpar-

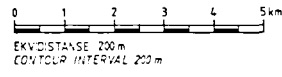
tikler. Kalksteinene er særlig utsatt for kjemisk forvitring og går lett i oppløsning. Næringsinnholdet i denne jorda er høyt og gir god grobunn for planter (se side 13).

Det andre området ligger i larvikitten N og NV for Fjellvatnet (313812). Forvittringsmaterialet er grusig-sandig (Fig. 11, prøve 39) og kan nå tykkelser på over 1 m. Utbredelsen og mektigheten av forvittringsdekket er relativt stort her i forhold til det som er vanlig innenfor larvikitten. Normalt er forvittringsmaterialet meget sparsomt, og hovedsakelig lokalisert til tynne svakhetssoner f.eks. sprekker i fjellet hvor forvitringen lokalt kan gå flere meter dypt. Disse er vanskelig å avgrense på kartet og er derfor bare avmerket med bokstavsymbolet F.

Det tredje området ligger innen Fensfeltet, hvor de kalkrike Fensbergartene (karbonatittene) stikker opp av havavsetningene og er dekket av forvittringsmateriale. Materialet består vesentlig av sand og noe grovsilt, Fig. 11, prøve 204, og har en karakteristisk rustrød farge ("raujord") som skiller seg klart ut fra hav- og fjordavsetningene omkring. Forvittringsjorda inneholder stort sett



- HAVETS UTBREDELSE UNDER ISAVSMELTNINGEN
The extent of the sea during the deglaciation
- 151 MARIN GRENSE, M.O.H.
Marine limit, m.a.s.l.



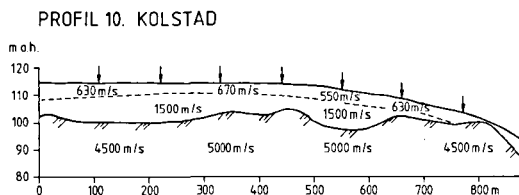


Fig. 21. Refraksjonsseismisk profil over hav- og fjordavsetninger ved Kolstad (200703). For lokalisering, se det kvartærgeologiske kartet. Tegnforklaring på Fig. 13.
Seismic-refraction profile. For location, see the Quaternary geological map. Legend, see Fig. 13.

de samme kjemiske elementer som bergartene under. I områder med rødberg og rauhaugitt er det funnet høye konsentrasjoner av sjeldne grunnstoffer som niob, thorium, cerium og lanthan (Fig. 25). Tykkelsen av forvittringsdekket ligger stort sett mellom 0,1 og 1 m, men lokalt kan mektigheten være større.

Ur (Talus)

Ur har relativt liten utbredelse, men forekommer ved foten av bratte dal- og fjellsider eller steile skråninger dannet langs bergartsgrenser eller forkastningssoner. Eksempler på brattskråninger med ur er vestsiden av Kiseåsen (305712) (skifer- og kalksteinsrygg), dalsidene langs forkastningen nord for Valebø st. (198784), østsiden av Siljuåsen (201918) – Storskotmoen (208942) (forkastning med breksje i granittisk gneis) og østsiden av Høggollen (176691) (granittisk gneis). Ur består hovedsakelig av skarpkantete blokker og stein, men også mer finkornet materiale forekommer.

Torv- og myrdannelser

De fleste myrene er ganske små og fins hovedsakelig i forsenkninger og bassenger med dårlig drenering. Myrene i de høyereliggende områdene ligger vanligvis over tynt morenedekke eller fjell. Formen av myrene avspeiler ofte berggrunnstrukturene. Et godt eksempel er de ringformede strukturene i de permiske dypbergartene ved Holmevatn (255845) som myrene er med på å fremheve. I de lavereliggende områdene fins det

myrer over hav- og fjordavsetninger. Disse er ofte oppdyrket som f.eks. Fensmyra (176702). En boring viser ca. 2,5 m med torv over mer enn 35 m med leire. Ellers varierer myrddybden fra 0,3 m til flere meter. Det største observerte dyp (11 m) er gjort i Blautmyra (188685), hvor det er gjort pollenanalyse. Det er også gjort pollenanalyser fra to andre myrer, Lillemyra (193857) og Furumyra (191878), i Sauherad, side 33.

Fyllmasser

Fyllmasser er brukt om steintipper og andre fyllinger i forbindelse med bebyggelse, industri og jernbane. Ved Ulefoss sentrum og i området langs munningen av Eidselva er det foretatt store utfyllinger av masse både i forbindelse med bebyggelsen og den industrivirksomhet som har vært på stedet i lang tid. "Gråberg" og avgangsmasser fra driften i Søve gruver (164718) og jernmalmgruvene i Gruveåsen (175712) er også avmerket på kartet.

Geokjemiske undersøkelser

AV PER RYGHAUG OG BJØRN BERGSTRØM

Geokjemiske undersøkelser og vurderinger av geokjemiske metoder er foretatt på kartblad Nordagutu i forbindelse med NGU-prosjektet "Kvartærgeologisk forprosjekt/prøvekartlegging" og i samarbeid med den generelle kvartærgeologiske kartleggingen. Hensikten var blant annet å utrede om geokjemiske kart og data bør utgis samtidig med de kvartærgeologiske kartene for å bidra til økt informasjon om løsmassene. Noen av resultatene er gitt av Ryghaug (1981, 1983). Prøver er tatt av de fleste løsmassetyper og fra humuslaget over disse. Bekkesedimenter og bekkemoser er samlet inn fra vassdragene. Prøvene er preparert og analysert på tilsammen 33 forskjellige grunnstoffer. Oppfølging av en del interessante geokjemiske anomalier er gjennomført blant annet ved vannprøvetaking, samt målinger av radoninnhold og gammastråling fra marken og i vannet. Nærmere opplysninger om prøvetaking og analysering er gitt i Appendiks.

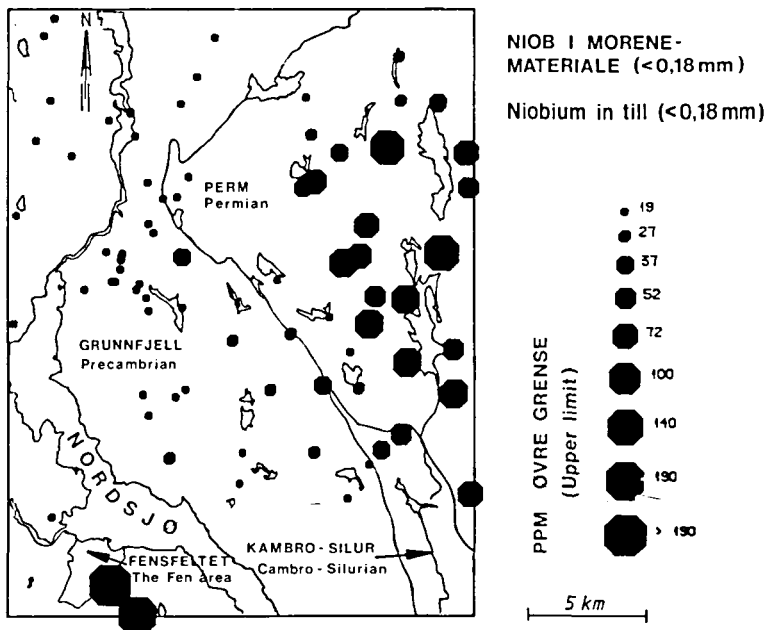
Fig. 20. Havets utbredelse under isavsmeltingen med angivelse av MG-lokaliteter. Innfelt er strandforykningskurve for Nordagutuområdet (modifisert etter Stabell 1980) og strandlinjediagram (projeksjonslinje A – B).

The extent of the sea during the deglaciation with ML-localities marked.

Inset: shore displacement diagram from the Nordagutu area (modified after Stabell 1980) and shoreline diagram (projection line A – B).

Fig. 22. Innhold av niob i morenemateriale.

Content of niobium in till.



Løsmassenes kjemiske sammensetning

Løsmassenes kjemi er bestemt av flere faktorer som f.eks. dannelses måte, avsetningsmiljø, bergarts- og mineralinnhold og jordsmonnsutvikling.

I *morenemateriale* er det vanligvis en klar sammenheng mellom den kjemiske sammensetning i morenen og berggrunnen som ligger under. Dette skyldes at det i de fleste tilfeller er et stort innslag av lokale bergarter i morenene. Et eksempel er gitt for totalinnholdet av niob (Nb), Fig. 22, som viser et markert høyere innhold av dette grunnstoffet i morenematerialet over Fensfeltet og Oslofeltets permbergarter enn i grunnfjellets morener. Spesielt i Fensfeltet er det høye konsentrasjoner av dette grunnstoffet. I permområdene er det interessant å legge merke til at morenprøver nær grensen til grunnfjellet i V og NV har et relativt lavt innhold av niob. Dette stemmer godt med bergartstillingene (Pl. 1C) som viser et høyt innhold av fragmenter av grunnfjellsbergarter transportert mot Ø og SØ av de yngste isstrømmene i området, Fig. 7. Andre grunnstoffer med en lignende fordeling som niob er thorium (Th), cerium (Ce) og lantan (La).

Sammenligner en niobinnholdet i morenematerialet med andre løsmassetyper, viser frekvensfordelingsdiagrammet i Fig. 23A at morenen har et høyere innhold av dette grunnstoffet enn brelv- og havavsetningene. Forvittringsmateria-

let har klart høyest konsentrasjon, men dette skyldes hovedsakelig at de fleste prøvene er tatt fra Fensfeltet.

I *hav- og fjordavsetningene* er den kjemiske sammensetningen i relativt liten grad influert av de lokale bergartene. Dette skyldes at de finkornige sedimentene er transportert i suspensjon i havet, ofte over lengre distanser og derfor kan ha sitt opphav fra helt andre bergarter enn de lokale. Dette er illustrert i frekvensfordelingsdiagrammet, Fig. 23B, som viser minimal forskjell i det gjennomsnittlige niobinnholdet i havavsetningene over henholdsvis grunnfjellet og Fensfeltet, til tross for den markerte forskjellen det er i konsentrasjonen i selve bergartene. Imidlertid viser diagrammet at havavsetningene innen kambro-silurområdet i SØ (Gjerpandalen) har en noe høyere gjennomsnittskonsentrasjon av niob. Da de lokale bergartene ikke skulle tilsi en slik høy konsentrasjon av niob, må dette forklares med at havavsetningene her hovedsakelig er transportert fra Oslofeltets niobholdige permruptiver som utgjør en vesentlig del av Gjerpandalens dreneringsområde. Den kjemiske sammensetningen i hav- og fjordavsetningene er vanligvis relativt homogen. Boringer i slike avsetninger i Fensfeltet viser minimale forskjeller nedover i lagene. Det synes heller ikke å skje noen særlig anriking av grunnstoffer i bunnlagene til den leirige silten ved

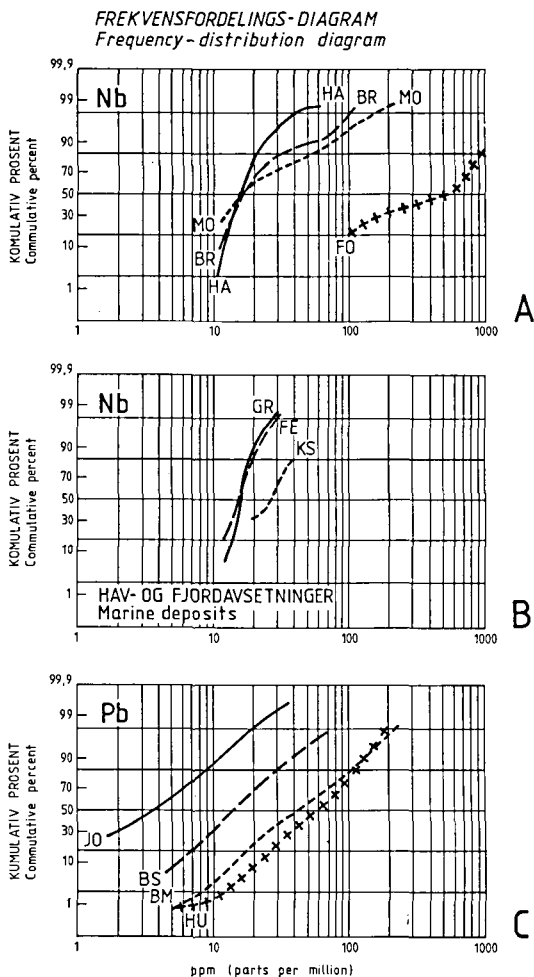


Fig. 23. A. Innhold av niob (Nb) i hav- og fjordavsetninger (HA), brelv- og bresjøavsetninger (BR), morenemateriale (MO) og forvittringsmateriale (FO).
Content of niobium (Nb) in marine deposits (HA), glaciofluvial/glaciolacustrine deposits (BR), till (MO) and weathering material (FO).

B. Innhold av niob (Nb) i hav- og fjordavsetninger i områder med grunnfjellsbergarter (GR), fensfeltbergarter (FE) og kambro-silurbergarter (KS).

Content of niobium (Nb) in marine deposits within areas of Precambrium rocks (GR), rocks of the Fen area (FE) and Cambro-Silurian rocks (KS).

C. Innhold av syreløselig (HNO₃) bly (Pb) i minerogene jordprøver (JO), bekkesedimenter (BS), bekkemoser (BM) og humusprøver (HU).

Content of HNO₃-soluble lead (Pb) in minerogenic soil samples (JO), stream sediments (BS), stream mosses (BM) and humus samples (HU).

f.eks. diffusjon fra de underliggende bergartene. Hav- og fjordavsetningene skjermer også meget effektivt for radioaktiv stråling fra underliggende

bergarter. Dette reduserer strålingsintensiteten i vesentlig grad for store deler av Fensfeltet (Dahlgren 1983).

I forvittringsmaterialet er den kjemiske sammensetningen fullstendig bestemt av berggrunnen på stedet. Den markerte forskjell i kjemi mellom forvittringsmaterialet ("raujorda") og havavsetningene i Fensfeltet er vist på Fig. 24. I overgangen mellom de to jordartene ble det lagt et tverrprofil hvor prøver av topp- og bunnlag ble analysert og gammastrålinger fra marken målt med scintillometer, Fig. 25. Figuren viser noe skjematisk prøveprofil med resultatene fra thorium- og niobanalysene av topplaget og målingene av gammastrålingen.

Forskjellen i grunnstoffkonsentrasjon og strålingsintensitet er meget klar mellom forvittringsmaterialet og havavsetningene. I overgangssonen har det foregått en viss blanding av de to jordartene ved at forvittringsjorda under dyrkingen har seget eller blitt dradd ned og utover havsetningene. Dette gjør at thorium-/niobinnholdet og gammastrålingen reduseres mer gradvis ut i havavsetningene.

Områder som er dekket av forvittringsmateriale gir ikke den effektive skjerming for stråling i dagen fra underliggende radioaktive bergarter som vist for havavsetningene i Fensfeltet (Dahlgren 1983). Dette skyldes at forvittringsmateriale stort sett inneholder like mye av de radioaktive stoffene som bergartene under.

Humuslaget er betegnelsen for den øverste delen av jordsmonnet, og består i hovedsak av dødt organisk materiale (råhumus). Humuslaget kan være meget velutviklet (5–30 cm tykt) i podsoljordsmonn, mens humusen i brunjord (mold) er mer innblandet i mineraljorda. I myrjord er humuslaget (torvlaget) mye tykkere (> 30 cm) og er lite påvirket av jordsmonnsdannelse (Låg 1979).

Mange tungmetaller kan ved forvitring bli løst ut fra berggrunnen og transportert i naturlig løsning. Disse kan så danne tungt oppløselige forbindelser med humusstoffene og dermed konsentreres i humuslaget. Prøver av humuslaget er derfor blant annet brukt i forbindelse med leting etter malmer (Bølviken & Gleeson 1979).

I fig. 23C er eksempelvis innholdet av salpetersyreløselig bly (Pb) vist i 4 forskjellige prøvetyper. Innholdet av bly i de organiske prøvene (humus og bekkemose) er markert høyere enn i bekkesedimenter og minerogene jordprøver. En slik oppkonsentrering av bly i humus og moser er av

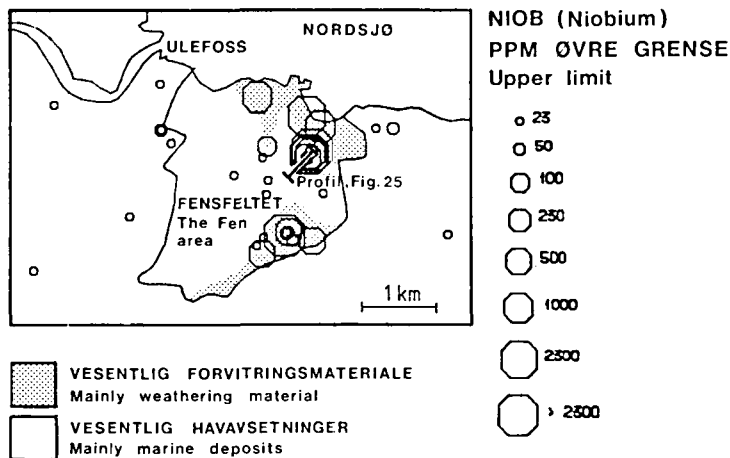


Fig. 24. Innhold av niob i forvittringsmateriale og havavsetninger i Fensfeltet.
Content of weathering material and marine deposits in the Fen area.

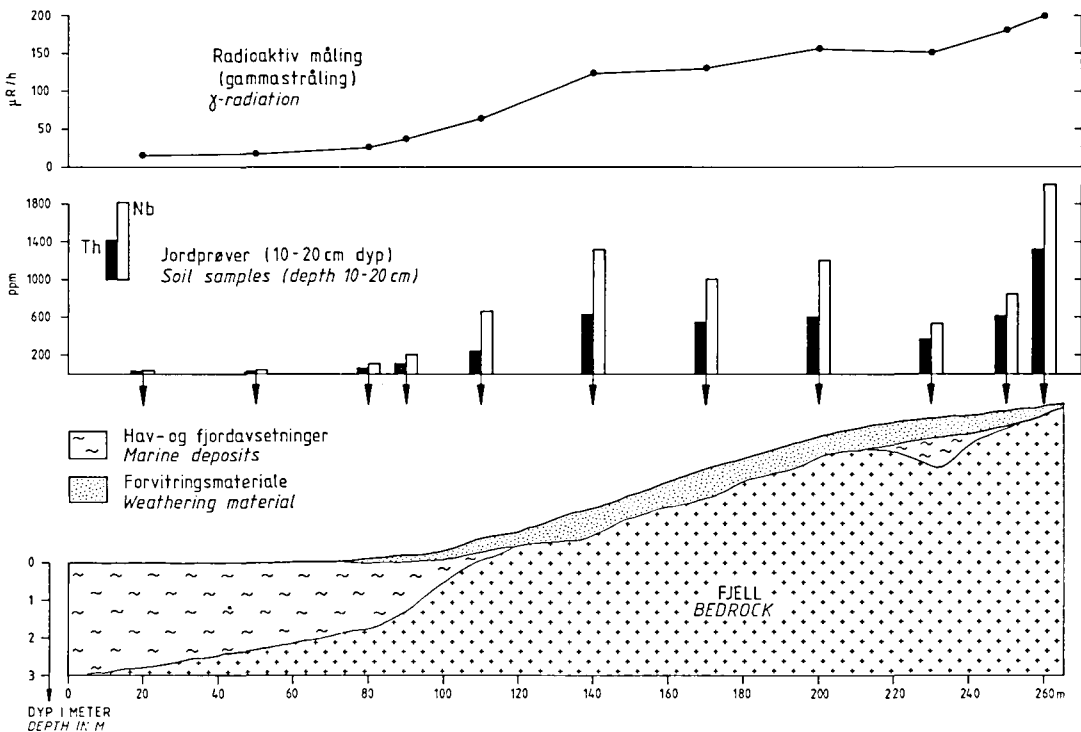


Fig. 25. Profil gjennom forvittringsmateriale og havavsetninger i Fensfeltet (se Fig. 24) som viser innholdet av thorium (Th) og niob (Nb) i topplaget og gammastrålingen fra bakken.
Profile through weathering material and marine deposits in the Fen area (see Fig. 24) showing the content of thorium (Th) and niobium (Nb) on the top layer and the gamma (γ)-radiation measured at the surface.

Steinnes (1977) satt i sammenheng med langtransportert luftforurensning/sur nedbør som gjør seg sterkt gjeldende i denne delen av Sør-Norge

Med *bekkesedimenter* menes løsmateriale i bekkeleier som stadig eller periodisk er i kontakt med

rennende vann. En bekkesedimentprøve antas å gjenspeile dreneringsfeltet ovenfor prøvelokaliteten, og metoden er derfor mye brukt i regional malm-/mineralløsting. Fig. 26 viser eksempelvis innholdet av uran i bekkesedimentene på kartblad Nordagutu, hvor det fremkommer at grunnfjellsområdene Ø for Nordsjø har ca. 10 ganger

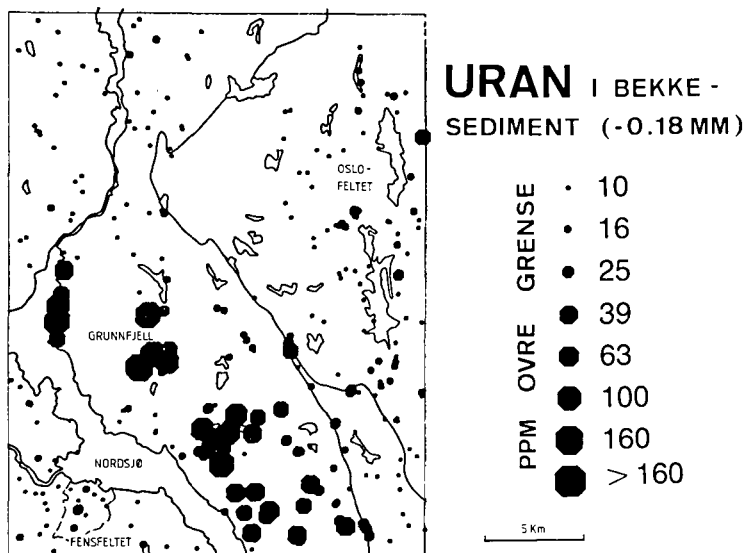


Fig. 26. Innhold av uran (ppm) i bekkesedimenter.
Content of uranium (ppm) in stream sediments.

mer uran enn resten av det kartlagte området. Disse høye konsentrasjonene skyldes urananrikninger i tynne gangbergarter og enkelte omvandlete soner (pegmatitt) i grunnfjellet. Forekomstene av uran er for små til å ha økonomisk interesse, men kan ha helsemessig betydning. Grunnvann fra området har relativt høy konsentrasjon av den radioaktive gassen radon (Ryghaug 1984), noe som sammen med radonstrålingen fra berggrunnen i enkelte tilfeller kan gi høy radonkonsentrasjon inne i bolighus i området (Stranden 1981).

Isavsmeltning og landhevning

De eldste brerandrinnene

Under siste istids maksimum lå iskanten helt sør i Danmark, Fig. 1. Da avsmeltningen begynte, trakk breen seg hurtig tilbake over Skagerak mot kysten av Norge på grunn av stor kalving. De eldste spor etter israndavsetninger på vestsiden av Oslofjorden fins på *Tjøme* (Fig. 27) og er datert til ca. 12 300 år før nåtid (B.P.) (Sørensen 1979, 1980, 1983). Yngre randavsetninger kan følges fra Slagen og sørvestover til *Tjølling* og *Brunlanes* og viser iskantens beliggenhet for ca. 11 300 år siden. Det mest markerte randtrinnet er *Raet* som består av en til flere parallelle morenerygger som kan følges kontinuerlig fra svenskegrensen til Langesundsfjorden hvor den forsvinner ut i havet ved *Mølen*, Fig. 27. Randmorenene dukker

opp igjen på *Stråholmen* og *Jomfruland* (Jansen 1982). For ca. 10 600 år siden (Sørensen 1983) trakk breen seg hurtig tilbake fra *Raet*. Ved *Eidanger*, like sør for *Porsgrunn*, stoppet breen trolig opp en stund og en brerandavsetning ble dannet. Dette randtrinnet, *Eidangertrinnet*, er trolig noenlunde samtidig med *Åstrinnet* på østsiden av Oslofjorden, men randlinjen er meget vanskelig å følge nordøstover til dette området. *Åstrinnet* er av Sørensen (1983) datert til ca. 10 400 år før nåtid.

Geiteryggtrinnet

Etter *Eidangertrinnet* trakk brekanten seg videre nordvestover til *Geiteryggen* ved sørenden av *Nordsjø*. Under tilbaketrekkingen ble det omtrent midt mellom *Eidanger* og *Skien* dannet mindre breelavsetninger ved *Nenset* og *Borgåsen*, men de representerer trolig ikke noen markert stans av brefronten. Ved *Geiteryggen* ble fronten trolig liggende relativt lenge i ro og muligens rykket den også noe frem igjen. Et stort og delvis komplekst delta ble avsatt her.

I *Gjerpandalen* lå den korresponderende brefronten sannsynligvis like nord for *Skien*, omtrent ved den sørøstlige grensen av kartblad *Nordagutu*. *Geiteryggtrinnet* er tidligere blitt forsøkt korrelert med *Skitrinnet* (Fig. 27) som er datert til ca. 10 000 år før nåtid (Sørensen 1983). Forløpet av randlinjen nordøstover fra *Geiteryggen* til *Oslofjorden* er imidlertid usikker på grunn av

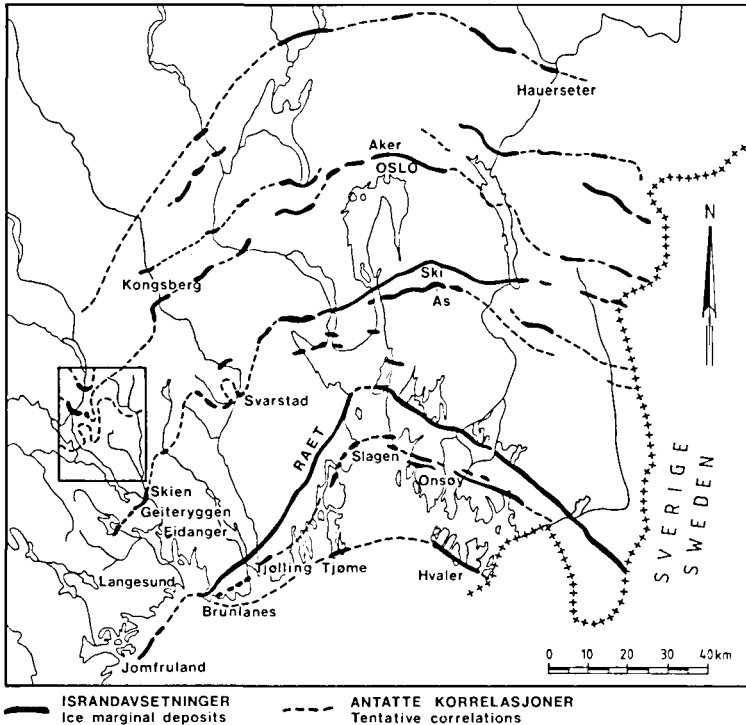


Fig. 27. Isavsmeltningsforløpet i Oslofjordområdet og den østlige del av Telemark. Modifisert etter Sørensen (1979, 1983). Kartblad Nordagutu er innrammet.

The deglaciation of the Oslofjord region and the eastern part of Telemark. Modified after Sørensen (1979, 1983). The framed area is that of the map-sheet Nordagutu.

manglende randavsetninger på de høyereliggende områdene mellom dalførene.

Avsmeltingen etter Geiteryggtrinet. Etter Geiteryggtrinet trakk breen i Gjerpandalen seg nordover til Mo-Eikonrød og Stulen hvor dalen smalner av og ender i en forgreining av flere mindre dalfører. Kalvingen i fjordbassenget avtok sterkt og resulterte i en kortvarig stans eller minskning i hastigheten under tilbaketrekkingen av brefronten. Breelvene spylte ut sand og grus i havet utenfor, og vifter og deltaer bygget seg opp til eller delvis over datidens havnivå. I Nordsjø trakk breen seg tilbake uten noen markerte stopp før fronten nådde inn til Romnes (153738) – Valebø hvor bassenget smalner noe av. En morenerygg på Romnes er tolket som en randmorene og tyder på at brefronten gjorde et kort opphold her. En rekonstruksjon av breen på denne tid er forsøkt gjort på Fig. 28 basert på tolkninger ut fra isbevegelsesretninger, randavsetninger, bregradienter og MG-nivåer. Breelvavsetningene nord for Valebø og i Spiredalen ble dannet omtrent samtidig ved en bretunge som strakk seg sørover dalen fra Dalsvatn. Dette oppholdet i tilbaketrekkingen har trolig ikke klimatiske årsaker, men skyldes hovedsakelig de topografiske forholdene.

Den videre avsmeltingen innover mot Ak-

kerhaugen foregikk uten noen klare opphold i tilbaketrekkingen. På Ottersnesodden ligger det imidlertid 5–15 m med breelvmateriale over en utstikkende fjellrygg (Fig. 19) som tyder på at brefronten en kort stund ble "hengende" her før den trakk seg videre tilbake.

Akkerhaugentrinnet

Ved Akkerhaugen, N for Nordsjø, ligger en ryggformet israndavsetning (randås) som ble dannet foran brefronten under et kort opphold i tilbaketrekkingen. I dalsiden SØ for randåsen ligger det en lateralmorenerygg som omtrentlig korresponderer med den kalvende fronten ved Akkerhaugen. Ryggen stiger ganske bratt oppover lia mot NØ hvor den forsvinner ca. 250 m o.h. Korresponderende lateralmorener fins i den vestlige dalsiden av Åsedalen ved Igetjern (180832) og ved Svarttjern (190821), Fig. 30. Disse ryggene gir en viss indikasjon på brerandens forløp under Akkerhaugentrinnet som er forsøkt rekonstruert på Fig. 29A.

Avsmeltingen av Åsedalen og Sauas dal. Under avsmeltingen av Åsedalen (dalføret mellom Dalsvatn og Sauas dal) ble det demt opp bresjøer foran og langs SV-siden av bretungen i dalen.

Overløp over passpunkt mot sør og sørøst viser flere stadier og nivåer i bresjøen. Det høyeste overløpet (190822) er ca. 275 m o.h., mens det yngste og laveste overløp har skjedd over passpunktet (203804) i dalen sør for Dalsvatn på ca. 190 m o.h. I bresjøen ble det avsatt en del siltedimenter som i dag ligger bevart som et tynt, usammenhengende dekke over morenematerialet i den sørvestlige dalsiden, Fig. 8. Breelvterrassene N for Vihus (203833) korresponderer i høyde med det laveste utløpet på ca. 190 m o.h., og ble dannet da brefronten lå et stykke nede i Åsedalen, men fremdeles demmet for dreneringen mot NV. Rygger av breelvmateriale (slukeskere), som stuper nedover den sørvestlige siden av Åsedalen, og Vihuseskeren, NØ for Dalsvatn, tyder på stagnerende forhold i breen på slutten av nedsmeltningen. Også i Sauadalen er det spor etter slike rygger. Noen er delvis dekket av havavsetninger. I den østlige dalsiden har det foregått en betydelig drenering av smeltevann langs iskanten (lateral drenering), som samlet seg i de østlige sidedalene og fulgte disse ut i hoveddalen. Ådalen er en slik sidedal hvor det foran munningen ble avsatt en breelvvifte (190857).

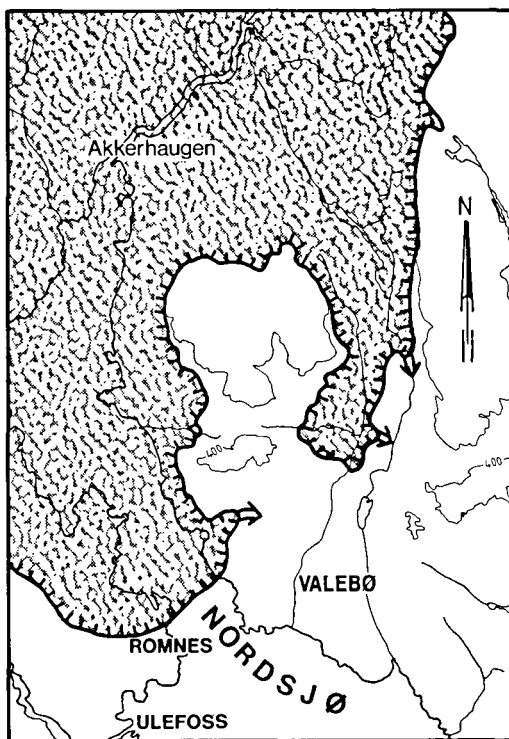
Nordagututrinnet

Da breen i Sauherad hadde trukket seg inn forbi Nordagutu, stoppet den opp og store mengder breelvmateriale ble avsatt foran fronten. Sundsmoen (Fig. 14) og Rolighetsmoen er breelvdelta som ble dannet på hver sin side av den kalvende fronten. Den markerte, indre (nordlige) kanten på Sundsmoen tyder på iskontakt og at brefronten lå her store deler av tiden da terrassen ble dannet. Imidlertid har det vært bevegelser i fronten. Over den indre (proksimale) del av Sundsmoen ligger det en 2–4 m høy randmorenerygg (Fig. 15) i retning VSV som viser at brefronten har rykket et stykke frem over terrasseflaten etter at denne var bygget opp, se side 17.

Korresponderende sidemorener til frontavsetningene ved Rolighetsmoen og Sundsmoen er ikke observert. De laterale breelvavsetningene og dreneringssporene (dannet langs siden av breen) ved Bjøranslettin og Øgnegraven ble trolig dannet under dette trinnet og gir en viss pekepinn på brerandens forløp i dalsiden. En rekonstruksjon av breen under Nordagututrinnet er forsøkt gjort på Fig. 29B.

Strandlinjediagram

Etter som breene smeltet ned og iskanten trakk



TEGNFORKLARING
Legend
 ISDEKKET
Covered by ice
 ISKANT
Ice border
 OVERLØP
Overflow

Fig. 28. Rekonstruksjon av isens utbredelse da brefronten lå ved Romnes–Valebø.
Reconstruction of the ice extension when the front was situated at Romnes–Valebø.

seg tilbake innover i landet, fulgte havet etter og oversvømte de områder som lå under marin grense (MG), Fig. 20. De fleste spor etter MG i det kartlagte området er breelvdeltaer og vifter som ble bygget opp til havnivået. Høyden av MG i de forskjellige områder er av interesse for datering og korrelering av forskjellige israndavsetninger og til hjelp i rekonstruksjonen av isavsmeltningsforløpet. Metoden forutsetter at MG ble dannet umiddelbart etter avsmeltningen (utenfor isfronten) og at de målte høyder som korreleres representerer samtidige havnivå.

For det kartlagte området er det forsøkt å konstruere et diagram over de høyeste strandlinjene (Fig. 20) basert på egne data fra nedre Telemark, samt strandlinjemålinger fra Lågendalen og Oslofjordområdet (Jørgensen & Sørensen 1979,

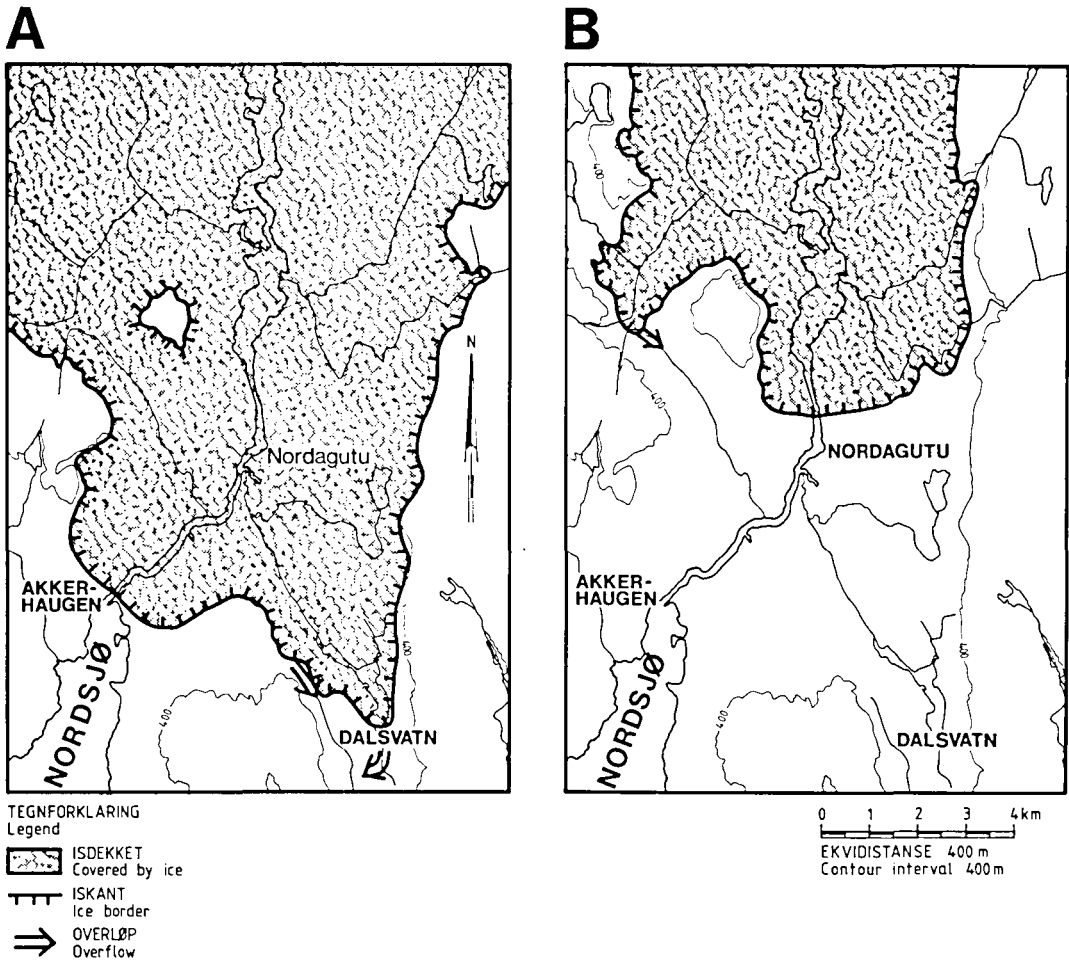


Fig. 29. Rekonstruksjon av isens utbredelse under A: Akkerhaugentrinnet, B: Nordagututrinnet.
Reconstruction of the ice extension during A: the Akkerhaugen event, B: the Nordagutu event.

Sørensen 1979). Strandlinjediagrammet er lagt langs et profil A–B på Fig. 20 på tvers av isobasene (linjer gjennom punkter med lik heving). Da landhevingen har vært større innover i landet, får strandlinjene en helning sørover mot kysten. Gradienten er beregnet til ca. 0,9 m/km for tidsrommet like etter Geiteryggtrinet. Under isavsmeltingen ble de sørøstlige områdene først isfrie, og strandlinjene herfra er derfor eldste og ligger høyest i diagrammet. Den øverste strandlinjen ved Mo ble dannet da brekanten lå like innenfor i dalen. Denne ligger ca. 7 m under den forlengete strandlinjen (stiplet) dannet under Geiteryggtrinet (Fig. 20). Høydeforskjellen mellom de yngre strandlinjene ved Valebø og Nordagutu er 4–5 m. Dette tyder på en relativ aldersforskjell på 50 til 100 år mellom de enkelte

strandlinjer (se også strandforskyvningskurven, Fig. 20).

Strandforskyvning

Strandforskyvningen (se side 3) innen kartblad Nordagutu er ikke undersøkt spesielt, men Henningsmoen (1979) og Stabell (1980) har gjort slike undersøkelser i henholdsvis søndre Vestfold og nedre Telemark (Porsgrunn–Kragere). På grunnlag av disse data er det konstruert en strandforskyvningskurve som grovt sett skulle være gyldig innen Nordagutuområdet, Fig. 20. I følge denne kurven sank havnivået jevnt og hurtig de første 1500 år med en gjennomsnittlig hastighet på ca. 7 m pr. 100 år. For ca. 8000 år siden flatet kurven ut og den gjennomsnittlige senkningen fra da av

Fig. 30. Randmorenerygg (190821) vest for Dalsvatn, sett mot NV.
Marginal moraine ridge (190821) west of Dalsvatn, looking north-west.



frem til i dag har bare vært 0,5–0,6 m pr. 100 år. I dag er landhevingen ca. 2 mm pr. år. Spor etter tidligere høye havnivåer fins i forskjellige høyder fra MG og ned til dagens nivå. I Sauherad mente Trømborg (1974) å finne to markerte terrassenivåer på 31–32 m o.h. og 48–49 m o.h. Ved Gvåla (165853) og Kolahuset (174863) er det funnet marine skjell i en høyde fra 32 til 37 m o.h. C-14 dateringer ga 7620 ± 160 år B.P. og 7910 ± 120 år B.P. som gir maksimumsalder for når havet sto i denne høyden. Muligens sto havet 5–15 m høyere enn dette, da de daterte skjellene levet her. Dette kan forklares ved at skallene er blitt vasket ned og avsatt i et lavere nivå under landhevingen eller at dyrene har levd på noe dypere vann enn strandsonen.

Pollenanalyser med C-14 dateringer

For å prøve å få en sikrere aldersbestemmelse av isavsmeltningen i Nordagutuområdet, er det foretatt pollenanalyser og C-14 dateringer av organisk materiale fra bunnen av 3 myrer, Blautmyra (188685), Lillemyra (193857) og Furumyra (191878). Pollendiagrammene i de tre myrene viser i hovedtrekk den samme vegetasjonsutviklingen i perioden like etter at isen smeltet vekk, og bare ett diagram (Furumyra) blir derfor valgt presentert i denne beskrivelse, Fig. 31.

Furumyra ligger i østkanten av Sundsmoen ca. 155 m o.h. Bunnlagene (de nederste 30 cm) består av vekslende tynne lag av silt og finsand. Glødetapet viser lite organisk materiale i de dypeste lagene, bortsett fra et tynt lag på ca. 2 m dyp. Pollenanalysene viser at da bunnlagene ble avsatt, hadde bjørkeskogen vandret inn og allerede begynt å etablere seg i området. Det relativt lave innhold av urter (ca. 25%) tyder på at bjørkeskogen var så tett at den skygget for den lyskre-

vende flora. Innslag av furu (*Pinus*) skyldes fjerntransport av pollenkorner med vinden.

Bjørk (*Betula*) synes å øke oppover i profilet til ca. 1,75 m dyp, hvor det skjer en kraftig nedgang i prosentverdiene. Det øverste spekter representerer en overgang fra tett bjørkeskog som gradvis ble redusert og delvis erstattet av furuskog. Furu rykket for alvor inn i området og etablerte seg. De høye verdier for gresspollen kan skyldes en kortvarig periode med lysåpne forhold ute på den store terrassen med en hurtig oppblomstring av gressvegetasjonen.

C-14 datering (T-4266) av det gytjeholdige siltlaget på 2 m dyp ga en alder på 9420 ± 190 år før nåtid (B.P.). Dette gir en minimumsdatering for når isen forsvant fra området ved Furumyra. Imidlertid mangler det aller eldste organiske materialet, da det under den tidligste fasen etter at isen forsvant, må ha vært en kort periode med lysåpne forhold med pionerflora og dominans av urter før bjørkeskogen vandret inn. Den daterte prøven representerer derfor en noe yngre periode og gir omtrentlig alderen på når bjørkeskogen begynte å etablere seg i området. Hvor lang tid dette skjedde etter at isen forsvant, er avhengig av hvor hurtig bjørken invaderte området. Hyvärinen (1975) mener at det i Øst-Finnmark og NØ-Finland må ha tatt noen hundre år før en tett bjørkeskog klarte å etablere seg etter isavsmeltningen. På Østlandet har dette trolig tatt kortere tid på grunn av bedre klimaforhold. Ut fra dette må avsmeltningen av Nordagutuområdet ha skjedd en gang i perioden 9500–9800 år B.P., mest sannsynlig 9600–9700 år B.P. C-14 datering (T-4265) av bunnlaget i Lillemyra, like sør (distalt) for Sundsmoen ga 9280 ± 100 år B.P. Pollenanalysen viser imidlertid at den daterte bunnprøven også har fått med litt yngre materiale

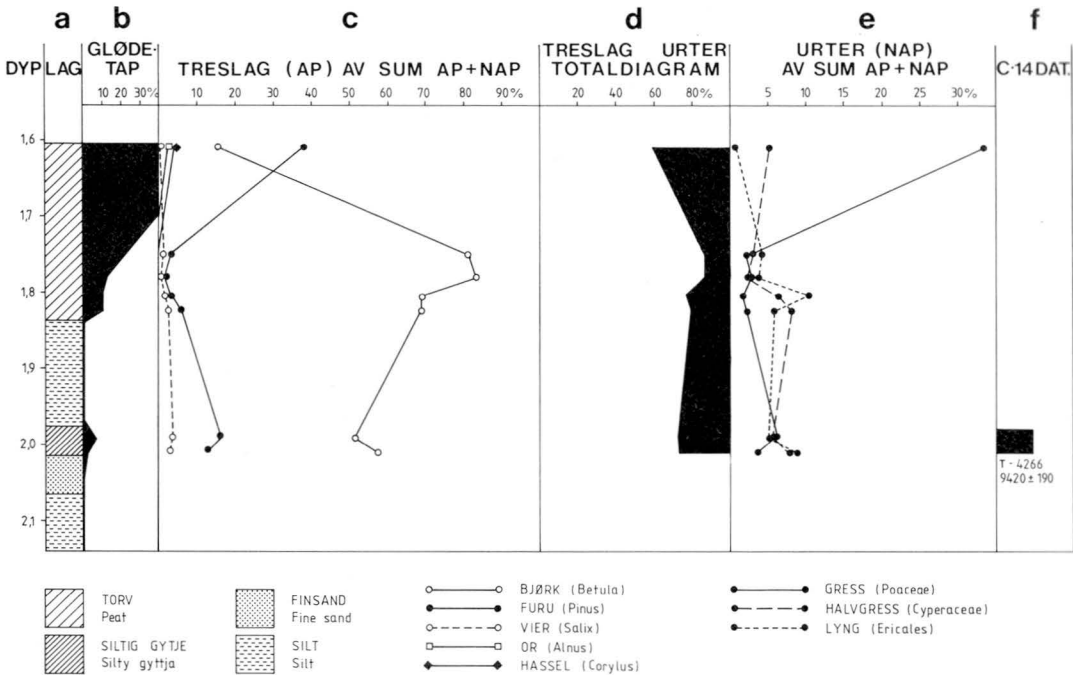


Fig. 31. Pollendiagram fra Furumyra (191878), Ø for Sundsmoen. Diagrammet viser fra venstre: a) Lagdeling, b) glødetap (vektprosent), c) innhold av forskjellige treslagspollen beregnet i prosent av det totale antall pollen fra trær (AP) og urter (NAP), d) totaldiagram som viser forholdet mellom treslagspollen (ikke skravert) og urtepollen (skravert), e) innhold av forskjellige urtepollen, f) C-14 datering.

Pollen diagram from Furumyra (191878), east of Sundsmoen. The diagram shows from the left: a) Stratigraphy, b) loss on ignition (weight percent), c) amount of different species of trees in percent of the sum of pollen from trees (AP) and herbs (NAP), d) diagram showing the relation between pollen from trees (not shaded) and herbs (shaded), e) amount of different species of herbs, f) C-14 dating.

ovenfor i profilet, noe som forklarer den lavere alder.

Alder og korrelasjoner – konklusjon

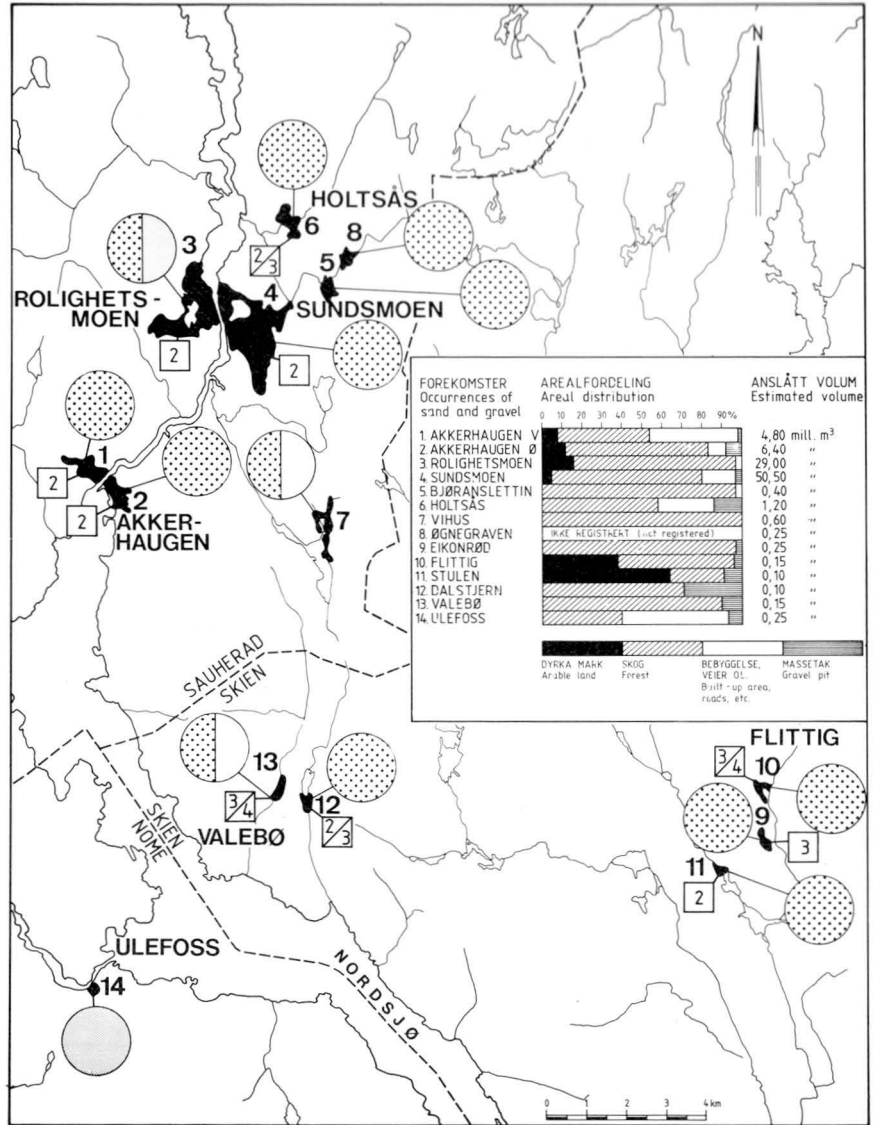
Før Geiteryggtrinet var områdene innen kartblad Nordagutu dekket av is. De eldste israndlinjene krysser over Hvaler-Tjøme og Onsøy-Slagen-Tjølling i Oslofjordområdet, og er datert til henholdsvis 12 300 år og 11 300 år B.P. (før nåtid), Fig. 27. De markerte Ra-morenene innenfor har en alder på 11 000–10 600 år B.P. Brebrandavsetningen ved Eidanger er forsøkt korrelert med Åstrinnet som er datert til ca. 10 400 år B.P.

Under Geiteryggtrinet begynte de første områdene på kartblad Nordagutu å smelte frem i de sørøstlige deler. Geiteryggtrinet er korrelert med Skitrinnet som er datert til ca. 10 000 år B.P. (Sørensen 1983).

Etter Geiteryggtrinet (ca. 10 000 år B.P.), trakk

brefronten seg tilbake med en hastighet på 75–150 m pr. år. Alderen på de yngre randavsetninger i forhold til Geiteryggtrinet er forsøkt beregnet på grunnlag av strandlinjer og strandforskynningen i området. Nøyaktigheten av de relative dateringene må sees i lys av de usikkerheter som er knyttet til disse.

Brerandavsetningene innerst i Gjerpandalen ved Mo, Eikonrød og Stulen er beregnet til å være ca. 100 år yngre enn Geiteryggen. I Nordsjøbasenget skjedde det trolig ikke noen stans av brefronten før ved Rønnes-Valebø, 150–200 år senere enn Geiteryggtrinet, eller ca. 9850–9800 år B.P. Akkerhaugentrinnet kan ikke knyttes direkte til en bestemt strandlinje, men må ut fra sin beliggenhet mellom Valebø og Nordagutu ha en relativ alder på 9800–9750 år B.P. Dette skulle tilsvare Akertrinet i Oslo-området. Nordaguttrinnet er gitt en relativ alder på 9750–9700 år B.P. C-14 dateringer indikerer en alder mellom 9800 og 9500 år B.P., altså en alder mellom Akertrinet og Hauersettertrinet. Mest sannsynlig er brerandavsetningene på Sundsmoen og



SAND OG GRUSFOREKOMSTER
Occurrences of sand and gravel

KORNSTØRRELSE
Grain size

- HOVEDSAKLIG SAND (>80%)
Mainly sand (>80%)
- SAND OG GRUS (SAND <80%)
OFTE MED INNHOOLD AV STEIN OG BLOKK
Sand and gravel (sand <80%)
commonly with stones and boulders
- AVSETNING MED EN GROV SAND-/GRUSDEL
OG EN FINERE SANDEL
A deposit partly of coarse sand/gravel
and partly of finer sand

MEKANISK STYRKE (BASERT PÅ SPRØHETS- OG FLISIGHETSANALYSER)
Mechanical strength (Based on brittleness and flakiness analyses)

KVALITETSKLASSER
Classification

- MEGET GOD
Very good
- GOD
Good
- MIDDELS GOD
Moderately good
- MINDRE GOD / DÅRLIG
Relatively poor / low quality

Fig. 32. Sand- og grusressurser. Anslått volum, kornstørrelse, mekanisk styrke og arealfordeling. Modifisert etter Kleiven & Østmo (1982).
Sand and gravel resources. Estimated volume, grain-size, mechanical strength and areal distribution. Modified after Kleiven & Østmo (1982).

Rolighetsmoen avsatt en gang midt mellom disse to trinnene, ca. 9600–9700 år B.P.

Løsmassenes egnethet til forskjellig bruk

En generell beskrivelse av løsmassenes anvendelse er gitt i Appendiks. Videre gir Augedal & Olsen (1982) i sin veiledning om bruk av kvartærgeologiske kart en tabellarisk oversikt over løsmassenes egnethet til ulik bruk.

Dyrkningsjord

Det meste av dyrkningsjorda ligger på *hav- og fjordavsetninger*. I områder med oppskåret ravinlandskap har det mekaniserte jordbruket ført til at de bakkete arealene mer eller mindre er blitt liggende brakk eller plantet til med skog. Ved bakkeplanering kan disse områdene gjenvinnes for oppdyrking. Dette skjer i betydelig grad i Sauherad og i områdene langs Nordsjø. Slike inngrep virker imidlertid inn på stabilitetsforholdene slik at skredfaren må vurderes i de enkelte områder.

Arealer med *sammenhengende dekke av mor- enemateriale* er begrenset og er stort sett dyrket der disse fins i laveliggende områder som f.eks. i Sauherad.

Breelavsetningene er i varierende grad oppdyrket, Fig. 32. Udyrkete områder består gjerne av grovt materiale med stein og blokker som er tørkesvake og i liten grad har evne til å holde på plantenæringsstoffer. Store deler av Sundsmoen bl.a. har slike forhold og terrassen er derfor hovedsakelig skogbevakst.

Forvittringsmaterialet ("raujorda") innenfor Fensfeltet er i store deler dyrket opp. Konsentrasjonen av enkelte grunnstoffer som f.eks. niob (0,1–1%), barium (0,1–6%), cerium (0,1–7%), lantan (0,1–3%), thorium (0,06–0,3%) og til dels uran (<10–130 ppm) er meget høy i forhold til annen dyrkningsjord i området. Hvor mye av disse stoffene som blir konsentrert i jordbruksproduktene, og om dette har eventuelle helsemessige konsekvenser, burde undersøkes nærmere. I kambro-silurområdene er en del av forvittringsområdene godt egnet til dyrkning, blant annet på grunn av kalkinnholdet i flere av bergartene.

Myrene er i varierende grad oppdyrket. De fleste myrene ligger i høyereliggende områder med tynt løsmassedekke eller bart fjell og er derfor lite egnet som dyrkningsjord. I lavlandet er Fensmyra (177702) en av de større myrene som

er oppdyrket. I Gjerpandalen (N for Skien) er myrjorda av meget god kvalitet og førsteklasses dyrkningsjord er opparbeidet ved grøfting og drenering.

Byggegrunn

Store deler av kartbladet består av *bart fjell* eller et *tynt og usammenhengende løsmassedekke* som vanligvis gir gode grunnforhold. Også *breelavsetningene* er velegnet som byggegrunn, men nedbygging av slike områder kan ofte komme i konflikt med andre former for utnyttelse som f.eks. grusuttak, grunnvannsuttak, avfallsdeponering. Mindre gode eller dårlige grunnforhold fins hovedsakelig bare i områder med *hav- og fjordavsetninger*, spesielt i bratte leireområder med fare for utglidninger og skred. På kanten av bratte raviner som f.eks. på sørsiden av Nordsjø og i Sauherad kan stabiliteten være så dårlig at geotekniske undersøkelser bør utføres før eventuell utbygging. Innenfor Fensfeltet bør boligbygging over bart fjell eller *forvittringsjord* av Fensfeltbergarter vurderes i forhold til den radioaktive strålingen på stedet (Dahlgren 1983). *Tippmateriale* fra gruvene i Fensfeltet bør ikke brukes som pukk eller fyllmasser til veier eller under grunnmurer på grunn av faren for stråling og forurensning.

Byggeråstoff

I nedre Telemark har det gjennom tidene vært drevet en rekke teglverk, men som i dag er nedlagt. Bratsberg teglverk vest for Ulefoss (utenfor kartbladet) er fremdeles i drift.

De største og viktigste *sand- og grusforekomstene* er breelavsetninger som hovedsakelig ligger i de store dalførene, Fig. 32. På kartblad Nordagutu er det i dalføret mellom Nordsjø og Heddalsvatn at de betydeligste ressursene fins, men også i Valebø og Stulen-Flittigområdet er det forekomster som har lokal verdi. Breelavsetningene er beskrevet tidligere (side 16), slik at det i dette kapitlet hovedsakelig vil bli lagt vekt på vurderinger av størrelse og kvalitet av de viktigste forekomstene.

Det er utarbeidet et Grusregister for Telemark som både gir en oversikt over ressurs situasjonen i fylket og inneholder en del opplysninger om de enkelte forekomster (Kleiven & Østmo 1982, Lie 1983). Data fra grusregisteret kan fåes ved Fylkeskartkontoret i Telemark. Det er i forbindelse med den generelle geokjemiske kartleggingen i området gjort analyser av radioaktive grunnstof-

fer, samt målinger av gammastråling i en del massetak i breelvvavsetningene. Det ble ikke funnet radioaktiv stråling eller radonkonsentrasjoner som berettiger spesielle tiltak ved utnyttelse, selv innenfor områder hvor det er registrert relativt høyt innhold av uran og thorium i berggrunnen, bekkersedimenter m.m., Fig. 26.

Akkerhaugen. Den ryggformete israndavsetningen er delt i to deler av elva Saua.

Akkerhaugen vest er grovt beregnet til å ha et volum på ca. 5 mill. m³. Store deler av sørsiden er bygget ned, men en del skogarealer fins i de nordlige deler av åsen. Tre grustak er registrert her med sand og grus som de dominerende fraksjoner. Grove grus- og steinrike partier fins også. Den mekaniske kvaliteten på sand- og grusmaterialet er meget god, og sprøhets- og flisighetsanalyser viser at massene faller ut i klasse 2, dvs. den beste kvalitetsklassen, Fig. 32. Innholdet av kvartsitt er relativt høyt (>65%), mens gneis/granittinnholdet ligger på ca. 25%, Pl. 1C.

Akkerhaugen øst er størst med et beregnet volum på 6–7 mill. m³. Størstedelen av denne del av åsen er skogbevakst og i liten grad berørt av bebyggelse eller båndlagt på annet vis. Sprøhets- og flisighetsanalyser fra Ryntvedt grustak viser omtrent samme gode kvalitet som i den vestlige delen. De dominerende bergartene er gneis/granitt og kvartsitt med vel 40% av hver. Massene synes å være godt brukbare til både vei- og betongformål.

Rolighetsmoen. Denne breelvvavsetningen er med Sandenavsetningen den nest største sand- og grusressursen på kartblad Nordagutu med et volum på ca. 30 mill. m³. Vel 3/4 av arealet er skog, mens knappe 20% er jordbruksareal, Fig. 32. Materialet er grovest i nord ved Sanden grustak (172890) med dominerende lag av grov sand, grus og stein. I de midtre og sørlige deler er sandinnholdet større. Partier med finsand forekommer i dypere partier, særlig ved Saudar sandtak (173880). Sprøhets- og flisighetsanalyser viser gode resultater, Fig. 32. Det er en klar dominans av kvartsitter (55–65%), mens innholdet av gneis/granitt er 20–30%. Selv om kornsammensetningen varierer en del i de forskjellige deler av avsetningen, skulle forekomsten totalt sett være brukbar til de fleste vei- og betongformål.

Sundsmoen. Sundsmoen representerer den største sand- og grusressursen på kartblad Nordagutu. Størstedelen av Sundsmoen er skogareal (ca. 3/4) og er relativt lite bebygget. Volumet er

grovt anslått til ca. 50 mill. m³. Kornsammensetningen varierer naturlig nok en del i slik stor avsetning, men den normale oppbyggingen er vekslende sand- og gruslag med en tendens til grovere grus- og steinrike lag nær toppen av avsetningen. Sprøhets- og flisighetsanalyser gir de samme gode resultater som for Rolighetsmoen og Akkerhaugen. Innholdet av kvartsitt (finkornige, kvartsrike gneiser) er dominerende (60–75%), mens innholdet av gneis/granitt ligger mellom 12 og 25%. Massene synes å være egnet til vei- og betongformål.

Holtsås. Det vifteformede breelvdeltaet ved Holtsås er beregnet til å ha et volum på vel 1 mill. m³. Over halvparten av arealet er skog, mens ca. 1/4 av arealet er bebygget eller båndlagt av jernbanen. Massene er relativt grove med grov sand, grus og stein som de dominerende kornfraksjoner. Sprøhets- og flisighetsanalyser viser noe varierende resultater, men indikerer at materialet er litt sprøere enn breelvvavsetningene lenger sør i dalen, Fig. 32. Dette kan skyldes et høyere innhold av grovere gneis/granitt på ca. 45%. Selv om massene i Holtsåsavsetningene har en noe varierende sammensetning, må forekomstene totalt ansees å være brukbare til de fleste vei- og betongformål.

Andre avsetninger i Sauherad. Det fins en rekke mindre sand- og grusavsetninger i Sauherad som kan ha stor betydning lokalt, f.eks. Øgnegraven og Bjøranslettin, men som ikke representerer noen viktig ressurs regionalt (Fig. 32). Ved Vihus, NØ for Dalsvatn, er det enkelte partier med grove, sorterte masser som kan være brukbare til lokale veiformål, men stort sett inneholder avsetningene her for mye sortert sand/finsand til å være veilegnet til tekniske formål.

Eikonrød-Flittig. I dalbunnen ved Eikonrød er det en terrasset avsetning av sand med enkelte gruslag under et relativt grovt topplag. Volumet av massene i dalbunnen er ca. 0,25 mill. m³. Sprøhets- og flisighetsanalyser gir gode resultater (kl. 3). Over 50% av bergartene er Oslo-eruptiver, mens vel 20% er gneis/granitt. Ved Flittig (310766) er det en dalfylling av sand/grus og en del stein med et anslått volum på 0,15 mill. m³. Sprøhets- og flisighetsanalyser viser litt sprøere materiale enn Eikonrød og materialet faller ut i kl. 2 og 3, meget god/god kvalitet. Gneis/granitt og Oslo-eruptiver utgjør ca. 35% hver av bergartene, mens kvartsittinnholdet bare er ca. 10%.

Stulen. Ved Stulen gård ligger restene etter breelvdelta som består av sand og grus med et anslått volum på ca. 0,1 mill. m³. Sprøhets- og flisighetsanalysene viser meget gode resultater (kl. 2), dette til tross for at innholdet av gneis/granitt er 45% og Oslo-eruptiver er 15%. De finere fraksjonene inneholder en del skifer fra de lokale kambro-siluriske bergartene.

Valebø-Dalstjern. I dalen nord for Valebø ligger det erosjonsrester av et breelvdelta. Forekomsten er vanskelig å volumberegne, men er grovt anslått til ca. 0,15 mill. m³. Massene består hovedsakelig av sand og grus, men de indre, proksimale deler er noe grovere. Sprøhets- og flisighetsanalysene viser relativt sprøtt materiale (sprøhetstall godt over 50) som skyldes et høyt innhold av grov gneis/granitt (ca. 70%). Ved sørenden av Dalstjern er det rester etter en mindre breelvvsetning med et beregnet volum på ca. 0,1 mill. m³. De sandige-grusige massene består av nesten 70% kvartsitt og 25% gneis/granitt. Sprøhets- og flisighetsanalysene viser varierende resultater, men er gjennomgående noe bedre enn i Valebøavsetningen. Materialet faller stort sett ut i klasse 2 og 3, meget god/god kvalitet.

Ulefoss. I den lille del av Nome kommune som faller innenfor kartblad Nordagutu fins det ved slusene (145715), V for Ulefoss sentrum, en skjæring i en sand/grusavsetning som delvis er dekket av havavsetninger. Det totale volum er derfor vanskelig å anslå, men et overslag gir 0,2–0,3 mill. m³.

Grunnvann i løsmasser

Mulighetene for uttak av grunnvann innenfor kartblad Nordagutu er vurdert av Østmo (1978). De største uttakbare grunnvannsmagasiner fins i breelv- og elveavsetninger hvor grunnvannet står i forbindelse med hovedvassdragene. Mulighetene for store vannuttak fra rørbrønner (1000–4000 l/min. pr. brønn) synes gode i breelvvsetningene langs Saua mellom Nordsjø og Bråfjorden. Også breelvvsetningen ved Vihus, NØ for Dalsvatn (203825), synes gode. I områdene nord for Skien er trolig breelvvsetningene ved Eikonrød og Flittig gode grunnvannsgivere med naturlig infiltrasjon fra Moelva. De få analyser av vannkvaliteten som er gjort av Østmo (1978) gir relativt bra resultater. Imidlertid viser de analyser som er gjort i forbindelse med de geokjemiske undersøkelsene (Ryghaug 1984), at det innenfor de uran-anrikete områdene (Fig. 26) bør foretas

målinger av radoninnholdet i grunnvannet før eventuelle uttak. Er innholdet høyt, må det gjøres nødvendige tiltak, som f.eks. lufting av vannet, for å fjerne radongassen før bruk.

Infiltrasjon og rensing av avløpsvann. Avfallsdeponering.

Sorterte sand- og grusavsetninger av en viss mektighet og utbredelse er de beste masser for infiltrasjon og rensing av avløpsvann, se Appendiks. Flere av de større breelvvsetningene innen kartbladet er godt egnet til en slik utnyttelse. Elveavsetninger har vanligvis for liten mektighet og høyt grunnvannsnivå til å egne seg for infiltrasjon. Dette gjelder blant annet sand- og grusavsetningene langs Saua i Sauherad. Strandavsetningene i området er så små og tynne at de normalt ikke kan nyttes til slikt bruk. Finstoffattig morenemateriale med en viss tykkelse kan være brukbar, men fins bare som små, helt lokale forekomster. I de relativt mektige morenedekkerne i Åsedalen og på sørøstsiden av Sauadalen er finstoffinnholdet (<0,063 mm) gjennomgående for høyt (>40%) til å gi en tilfredsstillende infiltrasjonskapasitet. Avfallsdeponering ved fylling av fast avfall i nedlagte grustak, raviner etc. fører ofte til forurensningsproblemer, særlig på grunn av ukontrollert avrenning av sigevann fra avfallsplassen. I områder med tette havavsetninger eller finkornig morenemateriale kan kontrollert avrenning benyttes.

I flere av havavsetningene innen kartbladet fins det imidlertid tynne drenerende lag av sand som kan vanskeliggjøre dette, som f.eks. i deler av Sauherad.

Også ved anleggs- og driftstiltak kan sigevannet kontrolleres ved at det legges tetningslag (silt og leire) under og i sidene på avfallsfyllingen. Over avfallet legges grovere dekkmasser (sand og grus), samt et toppdekke med tette masser som sperresjikt ved avslutning av fyllingen (Røhr 1981). Områder med tilgang på egnede løsmasser fins f.eks. i flere av de større dalførene hvor hav- og fjordavsetninger er avsatt i nær tilknytning til breelv- og elveavsetninger.

Summary

Bedrock, landscape and vegetation

The area covered by map-sheet Nordagutu, 1713 IV, is situated in Telemark, southeastern Norway

(Fig. 1). The bedrock consists of four main units (Fig. 4, Pl. 1B): 1. Precambrian rocks, mainly gneiss, amphibolite and quartzite. 2. Vendian (Eocambrian) rocks of the Fen area, consisting of carbonatites and feldspathoid-rich rocks. 3. Cambro-Silurian rocks, mainly sandstone, shale and limestone. 4. Permian rocks in the Oslo region, mainly plutonic rocks (larvikite, alkali syenite). The topography is noticeably influenced by the bedrock and is characterized by U-shaped valleys surrounded by a hilly, undulating highland terrain dissected by narrow joint-controlled valleys. Different species of vegetation are represented, mainly influenced by the variations in bedrock and superficial deposits.

The ice movements

The oldest detectable ice movements in the area were directed towards the south (Fig. 7) and dated from the maximum extent of the last glaciation. The ice divide on Hardangervidda was situated east and southeast of the watershed (Fig. 1). During the deglaciation the ice flow gradually turned towards southeast and the ice divide on Hardangervidda migrated westward, nearer to the watershed. The final deglaciation (late Younger Dryas and early Preboreal) was characterized by ice flows converging towards the main valleys. The glaciers in the western areas were the most powerful and streams of ice found their way through mountain passes and valleys in an east-erly direction.

Till

Two types of till are distinguished on the map according to thickness and frequency of exposed bedrock:

- a) Till, continuous cover, locally of great thickness.
- b) Till, discontinuous or thin cover on bedrock.

In (a) the deposits generally conceal the structure of the underlying bedrock. Till of type (a) is found only in a few valleys and mainly on slopes facing the direction of the ice movement. Till of type (b) is the predominating superficial deposit within the highland areas. The lithological composition of the fraction 4–8 mm usually reflects the nature of the local bedrock. Fragments of Precambrian rocks dominate in most of the till samples, except in the central and southeastern parts of the area with Permian rocks where the content of local

larvikite and syenite is very high (Pl. 1C). In the northern and northwestern parts of the Permian area, material transported from a distance of more than 5 km predominates.

The till deposits are divided into gravelly, sandy and silty till on the basis of the silt/clay contents of the fraction <19 mm (Figs. 9A, 10). Gravelly till is the most common type in the Permian area, while both gravelly and sandy till are widespread in the area of Precambrian rocks. Silty till (>35% silt and clay) occurs mainly in the stoss-side moraine in Sauherad where older fine sediments were picked up by the glacier and incorporated in the till. The clay content is usually less than 2%.

Glaciofluvial deposits

During the deglaciation large amounts of melt-water drained laterally and subglacially along the main valleys or in the direction of these valleys. The largest glaciofluvial deposits were formed in front of the valley glaciers during stagnations in the ice recession. Some of the deposits were built up to sea-level (about 150 m a.s.l., Fig. 20) as ice-front deltas such as those at Sundsmoen (185875) and Rolighetsmoen (165880), while others were formed as submarine frontal ridges, e.g. Akkerhaugen (140846). Subglacial deposits occur as eskers at Vihus (203825), northeast of Dalsvatn, and in Åsedalen (180842), northwest of the lake.

The glaciofluvial deposits consist mainly of sand and gravel (Fig. 9B). The lithological composition is generally comparable with the composition of the till (Pl. 1C).

Glaciolacustrine and lacustrine deposits

In Åsedalen, northwest of Dalsvatn, a thin and discontinuous cover of glaciolacustrine sediments (mainly coarse silt) are deposited on top of the till. During the deglaciation the Dalsvatn basin was dammed by an ice lobe from the main valley in the northwest. The ice lake drained towards the south and southeast through different overflow channels.

Fluvial deposits

Only a few and relatively small fluvial deposits are present in the area. Most of the fluvial sediments derived from glaciofluvial deposits and occur in the main valleys.

Marine deposits

During the deglaciation the sea followed the receding glaciers, and the fjords reached far up the valleys (Fig. 20). Fine-grained material was transported in suspension and sedimented distally to the glaciofluvial deposits. The thickness of the marine deposits exceeds 20 m in parts of Sauherad. In the Nordsjø basin thicknesses mostly vary between 1 and 20 m, but can locally reach 50 m (Søve in the Fen area). Generally, the marine sediments have no lamination as the individual grains flocculated during the sedimentation. In many of the narrow fjord valleys, as in Sauherad, there were brackish-water conditions, and laminae of silty clay, silt and fine sand were formed in these sediments. The clay content does not exceed 25%. Boulders, stones and gravel occur in some of the marine sediments, deposited by drifting icebergs and turbidity currents.

Marine shore deposits

During the uplift superficial deposits below the upper marine limit were influenced by waves and currents, and marine shore deposits were formed. Only a few and scattered occurrences of these sediments exist in the area. Most of them occur along the lake Nordsjø and the thickness is generally less than 2 m. The marine shore deposits consist mainly of sand and are usually underlain by fine-grained marine sediments or bedrock.

Weathering material

The weathering products of the Cambro-Silurian shales and limestones are mainly fine-grained material (clay, silt and fine sand). In the Permian larvikite, the weathering material is characterized by coarse sand and gravel. In some of the fracture zones the thickness exceeds 5 m. Exposures of the carbonatites in the Fen area are covered by rust-coloured weathering material, mainly of sand and silt.

Talus

Talus exists on steep slopes and consists mainly of frost-wedged stones and boulders.

Organic deposits

The bogs are generally small and most common in basins or depressions in the highland areas where they are underlain by till or bedrock. In areas with marine sediments the bogs are usually cultivated.

Geochemistry

Chemical analyses have been carried out on the <0.18 mm fraction of soil samples and stream sediments. Samples from the humus layer on top of these deposits were also collected and analysed. The contents of 33 elements have been determined.

In till, the geochemistry is closely related to the local rock types. This is illustrated in Fig. 22 showing a relative high content of Nb (niobium) in till from the Fen and the Permian areas where the concentration of this element in the rocks is relatively high. The frequency-distribution curves for Nb are shown in Fig. 23.

The geochemical composition of the marine deposits is relatively homogeneous and less influenced by the local rocks, due to the fact that the fine-grained sediments are normally transported in suspension over long distances (Fig. 24). In the Fen area the marine sediments give a very effective protection against the danger of radioactivity from the underlying bedrock.

The geochemistry of weathering material is almost completely related to the local rocks. A profile in the Fen area illustrates very clearly the difference in the content of thorium and niobium in weathering material and marine deposits (Fig. 25). The contrast in the level of radioactivity is also very clear.

The humus layer contains relatively higher concentrations of lead (Pb) (Fig. 23C) than the underlying sediments. This is thought to relate mainly to atmospheric long transport of pollutants.

The distribution of uranium (U) in stream sediments is shown in Fig. 26. A high content is noted in the areas east of Nordsjø in connection with dykes and pegmatites in the Precambrian rocks.

The deglaciation

During the last glacial (Weichsel) maximum, the ice margin in the south lay in Denmark (Fig. 1). When the ice-sheet thinned, the margin receded very rapidly across Skagerak to the Norwegian coast due to intensive calving. The oldest ice-marginal zones in the outer Oslofjord area are the Hvaler-Tjøme Moraine dated to c. 12,300 years B.P. (Fig. 27), and the Onsøy-Slagen Moraine c. 11,900 years B.P. The Ra Moraine is the most marked end moraine complex and consists of 1-5 separate ridges which can be followed continuously from the Swedish border to Langesundsfjorden, south of Skien (11,000-10,600

years B.P.). The Eidanger marginal deposit is tentatively correlated with the Ås Moraine, dated to c. 10,400 years B.P. In the valley between Skien and Porsgrunn, glaciofluvial deposits are localized at Nenset and Borgåsen, but there are no indications of any readvance or halt of the ice-front.

The deglaciation of the mapped area started during the Geiteryggen event when the ice-front was situated at the southeastern end of Nordsjø. The complex marginal delta at Geiteryggen indicates a marked halt and small oscillations of the ice-front during its formation. This event probably corresponds to the Ski Moraine, dated to c. 10,000 years B.P.

After the Geiteryggen event the ice-front retreated rapidly towards the north and northwest (75–150 m/year). In the valley Gjerpendalen, north of Skien, glaciofluvial ice-front terraces at Mo (316740) were formed and indicate a short halt in the ice recession. The position of these accumulations has been influenced mostly by topographic factors. Based on the shoreline diagram (marine limits) and shoreline displacement (Fig. 20), these deposits are dated to be about 100 years younger than the Geiteryggen event, i.e. 9,900 years B.P. In the Nordsjø basin the ice-front retreated to Romnes (153738) where a marginal moraine ridge was formed. Corresponding front deltas were deposited north of Valebø (190752) and are dated to 9,850–9,800 years B.P. (Fig. 28). The deposits may represent a short halt in the ice retreat, caused primarily by the topographic conditions.

A prominent ice-front accumulation, not built up to sea-level, extends across the valley at Akkerhaugen (140846) at the northern end of Nordsjø. It comprises two glaciofluvial ridges on either side of the river Saua. Corresponding lateral moraines are situated southeast of Akkerhaugen, and can be followed towards the southeast into the basin of Dalsvatn (198824) (Fig. 29A). The ice lobe in Dalsvatn dammed a lake and the main outlet was over the col in the south (203804) c. 190 m a.s.l. Glaciolacustrine fine sediments were deposited and glaciofluvial terraces of sand were built up to this level at Vihus (203833). The existence of lateral, ice-dammed lakes at higher levels (up to 275 m a.s.l.) is indicated by overflow channels (190822) across the mountain ridge west of Dalsvatn. The Akkerhaugen event is tentatively correlated with the Aker Moraine and dated 9,800–9,750 years B.P.

After the Akkerhaugen event the ice front retreated about 5 km northward to Nordagutu

where the large latero-frontal deltas Sundsmoen (185875) and Rolighetsmoen (165880) were deposited. On the top of the proximal part of Sundsmoen, a marginal moraine ridge (185878) crosses the terrace, indicating a short advance of the front at the end of the delta deposition. Lateral glaciofluvial erosion and deposits at Bjøranslettin (205888) and Øgnegraven (208897) were probably formed during the Nordagutu event. A reconstruction of the extent of the ice is shown in Fig. 29B. Radiocarbon datings of gyttja from two bogs indicate an age between 9,600 and 9,700 years B.P.

An equidistant shoreline diagram (Fig. 20) has been constructed on the basis of marine limits in the mapped area and data from the Oslofjord region. The age of the shorelines is based on the height of the extended Geiteryggen shoreline (reference level), which is dated to 10,000 years B.P. Approximate gradients of the younger lines are 0.9 m/km.

A shorelevel displacement curve for the Nordagutu area has been drawn (Fig. 20), based on data from the southern part of Telemark and Vestfold. The average shore displacement during the first 1,500 years after the deglaciation was about 7 m per century.

A pollen diagram with a C-14 dating is presented in Fig. 31.

Potential of superficial deposits for different utilization

A short account is given on the potential for cultivation, gravel and sand, groundwater, construction and waste disposal.

Etterord

Feltarbeidet er utført av H.O. Augedal, B. Bergstrøm, O. Furuhaug, A. Hiksodal, J. Hole, D. Ottesen, A.J. Reite, K. Riiber, H. Sveian og E. Sørensen.

Kartet er sammendregnet av B. Bergstrøm og O. Furuhaug. De seismiske undersøkelsene er foretatt av G. Hillestad, A. Sindre og J.F. Tønnesen, mens de geokjemiske undersøkelsene er utført av P. Ryghaug.

Kornfordelingsanalyser og kjemiske analyser er foretatt ved NGU's laboratorier. Pollenanalysene er utført av P.U. Sandvik, H. Selnes og S.F. Selvik. I. Lundquist har hatt ansvaret for tegning av illustrasjoner, mens A. Haugan og L. Holiløkk har stått for reproduksjon av kart og illustrasjoner.

Kapitlene om berggrunnsgeologi og vegetasjon og flora er skrevet av henholdsvis S. Dahlgren og J. Hofsten, mens kapitlet om geokjemiske undersøkelser er utarbeidet i samarbeid med P. Ryghaug.

K.S. Olsen, H. Sveian og R. Sørensen har lest manuskriptet og kommet med forslag til forbedringer, mens D. Roberts har

korrigeret den engelske teksten. G. Sandvik har renskrevet manuskriptet og D. Bøe har lest korrektur.

Alle som er nevnt her og andre som jeg har hatt hjelp av under dette arbeidet, takkes for godt samarbeid.

Litteratur

- Agedal, H.O. 1981: Jønnevall, Skien kommune, kvartærgeologisk kart BYCC 030-10. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Agedal, H.O. & Olsen, K.S. 1982: Kvartærgeologi og arealbruk. Veiledning i bruk av kvartærgeologiske kart. Prosjekt Temakart, Telemark. Fylkeskartkontoret i Telemark. Arbeidsrapp. nr. 10, 16 pp.
- Agedal, H.O. & Østmo, S.R. 1979: Helgja, Nome kommune, kvartærgeologisk kart BW 030-5-4. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Bergstrøm, B. 1980a: Bruk av ulike målestokker i kvartærgeologisk kartlegging. *Upubl. NGU rapport 1633/18*, 13 pp.
- Bergstrøm, B. 1980b: Helgja, kvartærgeologisk kart BWX 029.030.20. *Nor. geol. unders.*
- Bergstrøm, B. 1981: Helgja, kvartærgeologisk kart BW-030-10. *Nor. geol. unders.*
- Bering, B. & Olsen, R. 1978: Geologisk fører for Grenland. Telemark Geologiforening. Wergeland-Porsgrunn. 95 pp.
- Bølviken, B. & Gleeson, C.F. 1979: Focus on the use of soil for geochemical exploration in glaciated terrain. In Hood, P.J. (ed.): Geological Survey of Canada, Economic Geology Report 31, 295-326.
- Christensen, T. 1971: Gjerpen bygds historie. Utgitt av Skien kommune. Bind I, 15-45.
- Dahlgren, S. 1978: Nordagutu. Berggrunnsgeologisk kart 1713 IV - M 1:50 000, preliminær utgave. *Nor. geol. unders.*
- Dahlgren, S. 1983: Naturlig radioaktivitet i berggrunnen. Gammestralingskart. Fensfeltet, Telemark, M 1:10 000. Prosjekt temakart, Telemark. Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark distriktshøgskole.
- Dons, J.A. 1975: Telemarks geologi - fylket som har alt. Bygd og by i Norge, Telemark. *Gyldendal Norsk Forlag*, 34-70.
- Dons, J.A. & Jorde, K. 1978: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Skien 1:250 000. *Nor. geol. unders.*
- Helland, A. 1900: Beskrivelse over Bratsberg Amt. Norges Land og Folk, 8, bind 1 og 2. *Forlagt af H. Aschehoug & Co.*
- Henningsmoen, K. 1979: En karbondatert strandforskyvningskurve fra søndre Vestfold. *Fortiden i søkelyset*. Laboratoriet for Radiologisk Datering, 239-247.
- Hyvärinen, H. 1975: Absolute and relative pollen diagrams from northernmost Fennoscandia. *Fennia 142*, 23 pp.
- Jansen, I.J. 1980a: Telemark, Gvarv, jordartskart BUV 033034-20. Fylkeskartkontoret i Telemark og Jordregisterinstituttet.
- Jansen, I.J. 1980b: Telemark, Lunde, jordartskart BUV 031032-20. Fylkeskartkontoret i Telemark og Jordregisterinstituttet.
- Jansen, I.J. 1982: Lifjellområdet - kvartærgeologisk og geomorfologisk oversikt. *Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, rapport 44*, 51 pp.
- Jansen, I.J. 1983: Telemark, kvartærgeologisk kart. Geo 01. 1:250 000. Naturatlas for Telemark. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Jørgensen, P. & Sørensen, R. 1979: Late Glacial and Holocene deglaciation and sedimentation in Lågandalen, southeastern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 59, 337-343.
- Kleiven, A. & Østmo, S.R. 1982: Grusregisterkart Nordagutu 1713 IV M 1:50 000. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Lie, K.T. 1983: Grusregisteret for Telemark. Fylkeskartkontoret i Telemark, 1-67.
- Låg, J. 1979: Berggrunn, jord og jordsmonn. *Landbruksforlaget*. 170 pp.
- Rejste, A.J. 1983: Trondheim. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1621 IV - M 1:50 000 (med fargetrykt kart). *Nor. geol. unders.* 391, 1-44.
- Ryghaug, P. 1981: Geokjemi i løsmasser. *Upubl. NGU-rapport 1633/05*, 45 pp + bilag.
- Ryghaug, P. 1983: Geokjemisk tolkningskart - en mulig presentasjon av geokjemiske data for planleggingsformål? NGU årsmelding 1982, 37-42.
- Ryghaug, P. 1984: En urananomali i Telemark og dens innvirkning på radoninnholdet i drikkevann. *Vann 2*, 172-181.
- Røhr, P.K. 1981: Geologiske forhold ved lokalisering av avfallsfyllinger. Institutt for geologi, NLH. Rapp. nr. 13, 35 pp.
- Stabell, B. 1980: Holocene shorelevel displacement in Telemark, southern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 60, 71-81.
- Steinnes, E. 1977: Atmospheric deposition of trace elements in Norway studied by means of moss analysis. *Kjeller report 154*, 13 pp. Institutt for Atomenergi, Kjeller.
- Stranden, E. 1981: Radon som strålingsproblem. Statens Institutt for strålehygiene, rapport 1981:3, 15 pp.
- Sørensen, R. 1979: Late Weichselian deglaciation in the Oslofjord area, south Norway. *Boreas 8*, 241-246.
- Sørensen, R. 1980: Geologien i Vestfold. Bygd og by i Norge, Vestfold. *Gyldendal Norsk Forlag*, 122-151.
- Sørensen, R. 1983: Glacial deposits in the Oslofjord area. In Ehlers, J. (ed.): Glacial deposits in North-West Europe, 19-28. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Trømborg, D. 1974: Løsmasseformer og marine nivåer i Sauherad. *Nor. Geogr. Tidsskr.* 28, 127-139.
- Tønnesen, J.F. 1981: Seismiske målinger ved Nordagutu og Kolstad. *NGU-rapport 1759*, 7 pp.
- Vorren, T.O. 1977: Weichselian ice movement in South Norway and adjacent areas. *Boreas 6*, 247-257.
- Østmo, S.R. 1978: Beskrivelse til vannressurskart "Grunnvann i løsavsetninger" - blad 1713 IV Nordagutu M 1:50 000. Spesiell rapport nr. 10. *Nor. geol. unders.*

Appendiks

Utførelse

Det kvartærgeologiske kartet med beskrivelse er et resultat av litteratur- og flybildestudier, feltarbeide og laboratorieanalyser av innsamlet materiale.

Litteratur- og flybildestudier

Litteratur- og flybildestudier tar til før feltarbeidet og utføres kontinuerlig inntil kart og beskrivelse har fått sin endelige form. En oversikt over anvendt litteratur finnes i referanselisten. De benyttede flybilder er vertikalfoto i målestokk 1:20 000, bilde-serie 5426, som er fotografert av Fjellanger-Widerøe A/S i 1977.

Feltarbeide

Kartleggingen er foretatt etter retningslinjer utarbeidet ved NGU i perioden 1970-1980. Feltregistreringene er for det meste inntegnet på flybilder og manuelt overført til kart. Under feltarbeidet er det samlet inn opplysninger om avsetningenes karakteristiske overflateformer og oppbygning i den grad dette fremgår på overflaten og i skjæringene. Den øvre del av løsmassene er dessuten vurdert ved hjelp av stikkbor og spade. Opplysninger om mektighet og lagfølge har en fått fra elvened-skjæringer, veiskjæringer, massetak, borer og seismiske målinger. Myrdyp er hovedsakelig bestemt med stikkbor. Til høydemålinger er benyttet et Paulin høydebarometer.

Boringer

Sonderboringer i løsmassene er utført med en Pionjär støtbor-maskin med 25 mm sonderstenger og til prøvetakingen er anvendt gruskannebor. Boringer som er utført innenfor kartblad Nordagutu er ikke avmerket på det kvartærgeologiske kartet med eget symbol, men som et punkt med angivelse av mektighet og lagfølge.

Seismiske målinger

Impulser fra sprengladninger eller kraftige slag forplanter seg med ulik hastighet i løsmasser og bergarter. Ved å plassere geofoner (spesielle mikrofoner) i forskjellige avstander fra skuddpunktet langs en profilinje kan bølgenes gang gjennom avsetningene bestemmes. De seismiske hastighetene i løsmasser øker med økende vanninnhold og pakningsgrad. Det er derfor relativt enkelt å bestemme dyp til grunnvannspeil og til fjell. Løsmasser under grunnvannspeilet vil i vannmettet tilstand gi omtrent samme hastighetsområde for nesten alle avsetningstyper. Til orientering er det gitt noen generelle hastighetsgrenser for vanlige avsetningstyper:

Under grunnvannspeilet:		Over grunnvannspeilet:	
Sand	1 400–1 700 m/s	Sand	200–1 400 m/s
Grus	1 100–1 700 m/s	Grus	300–1 100 m/s
		Morene	700–1 500 m/s
Leire	1 100–1 800 m/s		
Morene	1 500–2 800 m/s		
Fjell	4 000–6 000 m/s		

Seismiske profiler er inntegnet på kartblad Nordagutu og Fig. 13, 19 og 21 viser resultatene fra disse målingene. Tolkning av profilene fins i teksten.

Kornfordelingsanalyser

På de innsamlede 216 jordartsprøvene (Pl. 1A) er det utført kornfordelingsanalyser. Av praktiske årsaker er kun materiale mindre enn 19 mm analysert. Statistiske parametre og kornfordelingskurver er beregnet for alle prøvene. Dette materialet ligger lagret i NGU's databank i Trondheim, serienr. 002-80, 009-80 og 012-80.

Bergartsbestemmelser

Bergartsinnholdet i fingrusfraksjonen 4–8 mm er bestemt i en del utvalgte prøver av morene- og breelvmateriale. 100–150 fragmenter er telt i hver prøve og resultatene er gitt i prosent av totalantallet, Pl. 1C.

Sprøhet og flisighet

Et steinmateriales motstandsdyktighet mot mekaniske påkjenninger (slag) uttrykkes ved sprøhetstallet som bestemmes ved hjelp av fallprøven. Metoden anvendes både for naturlig rundet grus og skarpkantet pukk. En bestemt fraksjon av materialet, oftest 8,0–11,2 mm, knuses i en morter av et 14 kgs lodd som faller en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korgrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles for sprøhetstallet. Dess lavere sprøhetstallet er, desto bedre er kvaliteten.

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform kan beskrives ved angivelse av et flisighetstall. Dette defineres som forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisigheten bestemmes i samme fraksjon som sprøheten, vanligvis 8,0–11,2 mm. Bestemmelsen av bredden skjer ved sikting på sikt med kvadratiske åpninger, og tilsvarende for tykkelsen ved å bruke rektangulære (stavformede) åpninger.

Sprøhetstallet er avhengig av materialets kornform. Økende

flisighetstall gir økende sprøhetstall. Sprøhets- og flisighetstallene brukes sammen og gir et orienterende bilde av materialets brukbarhet til veiformål. Imidlertid er usikkerheten ved metoden relativt stor. Ved å måle abrasjonen (mål for gjennomsnittlig ripemotstand) i tillegg til sprøhetstallet oppnås en større sikkerhet for å angi kvaliteten på materialet, spesielt som tilslag til asfaltdekker. Det er ikke gjort i denne undersøkelsen.

Geokjemiske analyser

Det er på kartblad Nordagutu utført geokjemiske analyser på 216 jordartsprøver (fortrinnsvis C-horisont) og 145 prøver av humuslaget over. Videre er 264 bekkesedimentprøver analysert, samt 160 prøver av mose samlet inn fra stein i bekken. I tillegg er det tatt noen flere prøver i Fensfeltet i forbindelse med detaljundersøkelsene her. Prepareringen av de forskjellige prøvene varierer en del (Rygghaug 1981). Bekkesedimentene ble våtsiktet på prøvetakingsstedet og to fraksjoner, en grovfraksjon (0,6–0,18 mm) og en finfraksjon (mindre enn 0,18 mm), ble tatt ut. I laboratoriet ble prøvene tørket og siktet på nytt. Av jordartsprøvene ble materiale mindre enn 0,18 mm siktet ut for geokjemisk analyse. Humusprøvene og bekkemosene ble etter tørking siktet ± 2 mm og forasket før analyse.

Prøvene ble så behandlet med salpetersyre (HNO_3). I den løselige delen av prøvene ble følgende grunnstoffer bestemt med plasmaspektrometer: Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Si, Sr, Ti, V og Zn. Grunnstoffene Ag, Be, Cd, Li og Mo ble bestemt med atomabsorpsjonsspektrometer. Totalinnholdet av Nb, Zr, Y, Sr, Rb, U, Th, Ba, Ce og La ble bestemt med røntgenfluorescens. Analyseresultatene er lagret på magnetbånd ved NGU.

Pollenanalyse

Pollenkorn (blomsterstøv) kan oppbevares i tusenvis av år i oksygenfattige miljøer som myrer og tjern uten å bli ødelagt. Ved å analysere mengdeforholdet mellom de forskjellige pollentypene i de enkelte lag nedover i myra eller bunnsedimentene i tjernet, kan en beregne vegetasjonssammensetningen i området til forskjellige tider. Dette gir muligheter til å rekonstruere innvandringshistorien til forskjellige trær og planter og indirekte få indikasjoner på klimautviklingen etter at isen forsvant og frem til i dag.

Til myrprøvetakingen i Nordagutu ble det benyttet et 54 mm stempelbor. Glødetap er beregnet i prosent av vekten til den tørre uttatte prøve. Pollenprepareringen av det gjetyholdige materiale er foretatt etter Erdman's acetolyse metode, mens de minerogene prøvene også er behandlet etter HF-metoden.

C-14 dateringer

I luft og vann finnes det en liten, bestemt mengde radioaktivt karbon (C-14) som dannes i atmosfæren. Levende planter og dyr tar opp radioaktivt karbon i omtrent samme mengdeforhold til normalt karbon som i atmosfæren. Når organismen dør, stopper opptaket og det foregår en gradvis nedbrytning og minskning av C-14 slik at det etter ca. 5570 år bare er halvparten igjen. Ved å måle mengden av C-14 som er igjen i dødt organisk materiale kan en beregne den omtrentlige alder. Slike målinger og aldersbestemmelser blir i Norge foretatt på Laboratoriet for radiologisk datering, NTH, Trondheim.

Løsmassenes anvendelse

Løsmassenes bruksegenskaper avhenger av flere faktorer. De enkelte partiklene kan bestå av bergartsstykker, mineraler eller organisk materiale. Partiklenes kornstørrelser, kornform og forvitningsgrad er av stor betydning for bruksegenskapene. I tillegg virker løsmassenes mektighet, pakningsgrad, bæreevne og de hydrologiske forhold inn på anvendelsesmulighetene. For

å få god oversikt over alle disse faktorenes betydning er det som regel nødvendig med oppfølgende detaljundersøkelser.

Landbruk

Bare 3% av Norges landareal er dyrket, og beregninger går ut på at vi har omtrent like lite dyrkningsreserver. Størsteparten av de dyrkbare områdene er i dag høyproduktive skogsarealer.

Begrepet "dyrkbare jord" endrer innhold i takt med den tekniske utvikling, men visse fundamentale data om løsmassene utgjør likevel et nødvendig bakgrunnsmateriale for vurdering av dyrkningsjord. Tilstrekkelig jorddybde er en helt avgjørende forutsetning for dyrkning. Dyrket og dyrkbare mark er derfor knyttet til arealer med sammenhengende eller tykt løsmassedecke, men enkelte arealer med tynt dekke av næringsrik forvitningsjord er også egnet til dyrkning. I de nordlige landsdeler og i høyereliggende strøk er de klimatiske betingelsene særlig viktig for dyrkningsmulighetene.

De rikeste jordbruksdistriktene ligger i områder med finstoffrike løsmasser som har evne til å holde på fuktighet og plantenæringsstoffer. Under marin grense er de finkornige havavsetningene de viktigste. Over marin grense er morenematerialet viktigst. Grovere sorterte avsetninger, f.eks. elveavsetninger og strandavsetninger er ofte god dyrkningsjord, men er generelt tørkesvake og har mindre evne til å holde på plantenæringsstoffene. Elvesletter har ofte et lag av finkornig flommateriale øverst, og disse utgjør betydelige jordbruksarealer. Myr kan være god dyrkningsjord hvis den ligger på andre løsmasser.

Store deler av våre landarealer har et tynt, sammenhengende løsmassedecke. Generelt er disse grunnlendte områdene langt mindre produktive enn områder med sammenhengende dekke. De utnyttes imidlertid til beitemarker og seterdrift, og fremfor alt kan de ha stor skogproduksjon i lavlandet.

Byggegrunn

Løsmassene er vår mest benyttede byggegrunn. Grunnforholdene varierer meget, og brukbarheten som byggegrunn er særlig avhengig av løsmassenes tykkelse, telefarlighet, bæreevne, stabilitet og dreneringsforhold. Telefare er begrepet til silt- og finsandrike løsmassetypene. Særlig er bresjø- og innsjøavsetninger (kvabb) og siltrike hav- og fjordavsetninger utsatt for telehiv. Bunnmorene er også telefarlig når finstoffinnholdet er tilstrekkelig høyt.

Avsetninger med god bæreevne og stabilitet tåler store belastninger uten at det oppstår setninger eller utrasninger. Normalt er morenemateriale og grovere sorterte avsetninger som f.eks. breelvavsetninger, et godt fundament for bebyggelse, veibygging m.m. Finkornige avsetninger som f.eks. hav- og fjordavsetninger er ofte ustabile og særlig utsatt for utglidninger i skråninger og erosjonskanter. I områder med kvikkleire kan erosjon, gravearbeid og tunge belastninger føre til store leirskred. Tung belastning på markoverflaten vil dessuten føre til setninger i leirmassene. I myr er setningsproblemene særlig store da torv og gytje har høyt vanninnhold og kan komprimeres sterkt. Senkes grunnvannsstanden blir det setninger selv om myra ikke belastes.

Byggeråstoff

Løsmasser er et viktig råstoff for bygge- og anleggsvirksomhet. Uttak av sand og grus til betong- og veiformål dominerer. Praktisk utnyttelse av sand- og grusforekomster er avhengig av

tilfredsstillende kvalitet og mengde. Brukbare forekomster fins ofte i breelvavsetninger. Særlig store og viktige er mange av forekomstene dannet i forbindelse med brerandtrinnene. Andre sorterte avsetninger som elve- og strandavsetninger kan også være viktige ressurser. Det samme gjelder sandig-grusig morenemateriale med lite finstoffinnhold (ablasjonsmorene).

Finstoffholdig bunnmorene med liten vanngjennomtrengelighet kan være godt egnet som tetningskjerner i jordfyllingsdammer.

Leire er et råstoff for teglindustrien og for lett betongtilslag, og fins hovedsakelig i de finkornige hav- og fjordavsetningene.

Grunnvann i løsmasser

Under grunnvannsspeilet er alle hulrom (porene) mellom partiklene i løsavsetningene fylt med vann. Om en avsetning er egnet for grunnvannsuttak er bestemt av grunnvannsspeilets beliggenhet og løsmassenes effektive porøsitet (hvor mye uttagbart vann en avsetning kan inneholde) og permeabilitet (avsetningens evne til å slippe vann gjennom). En avsetnings effektive porøsitet og permeabilitet er bestemt av partiklenes form, størrelse, fordeling og pakning (den geologiske dannelseshistorie). Gunstig effektiv porøsitet og permeabilitet for uttak av vann forekommer normalt i sorterte og ikke for finkornige breelv- og elveavsetninger. Mindre grunnvannsuttak kan også skje fra andre løsavsetninger som f.eks. ablasjonsmorene.

For at en avsetning skal kunne utnyttes med varige grunnvannsuttak må det dannes nytt grunnvann av akseptabel kvalitet til erstatning for det som tas ut. Dette kan skje ved tilførsel fra nedbør, ved at grunnvannet står i forbindelse med vann og vassdrag, og ved kunstig tilførsel av vann (kunstig infiltrasjon).

Avfallsdeponering

I mange tilfelle er løsmassene godt egnet til deponering av flytende og fast avfall. Prinsipielt kan to metoder benyttes: Infiltrasjon i porøse masser eller kontrollert avrenning på tette masser.

Ved infiltrasjon benytter en seg av massenes evne til å binde enkelte kjemiske stoffer og å filtrere bort partikler som fins i avløpsvann. Det foregår også en biologisk nedbrytning og omsetning av organisk materiale. Allerede ved korte oppholdstider i løsmasser vil bakterieinnholdet i utslipp kunne reduseres vesentlig. I praksis vil mange avsetningstyper være egnet for infiltrasjon, men dette er avhengig av hvilken kapasitet det er behov for. Løsmassene bør ha stor tykkelse, tilstrekkelig utbredelse og gunstig permeabilitet. Grunnvannsspeilet bør ligge dypt og ha minst mulig gradient. Avstanden fra deponeringssted til åpent vann og grunnvannsbrønner må være over en viss grense, avhengig av bl.a. løsmassenes korntørrelse og lagdeling. De beste masser vil kjennes for infiltrasjon er sorterte sand- og grusavsetninger. Tette masser som f.eks. enkelte bunnmorener og finkornige havavsetninger egner seg dårlig p.g.a. liten kapasitet.

Kontrollert avrenning kan benyttes i områder med tette masser, f.eks. finkornige bunnmorener eller havavsetninger. Ved hensiktsmessige anleggs- og driftstiltak vil sigevannet kunne samles opp og eventuelt renses.

Annen bruk

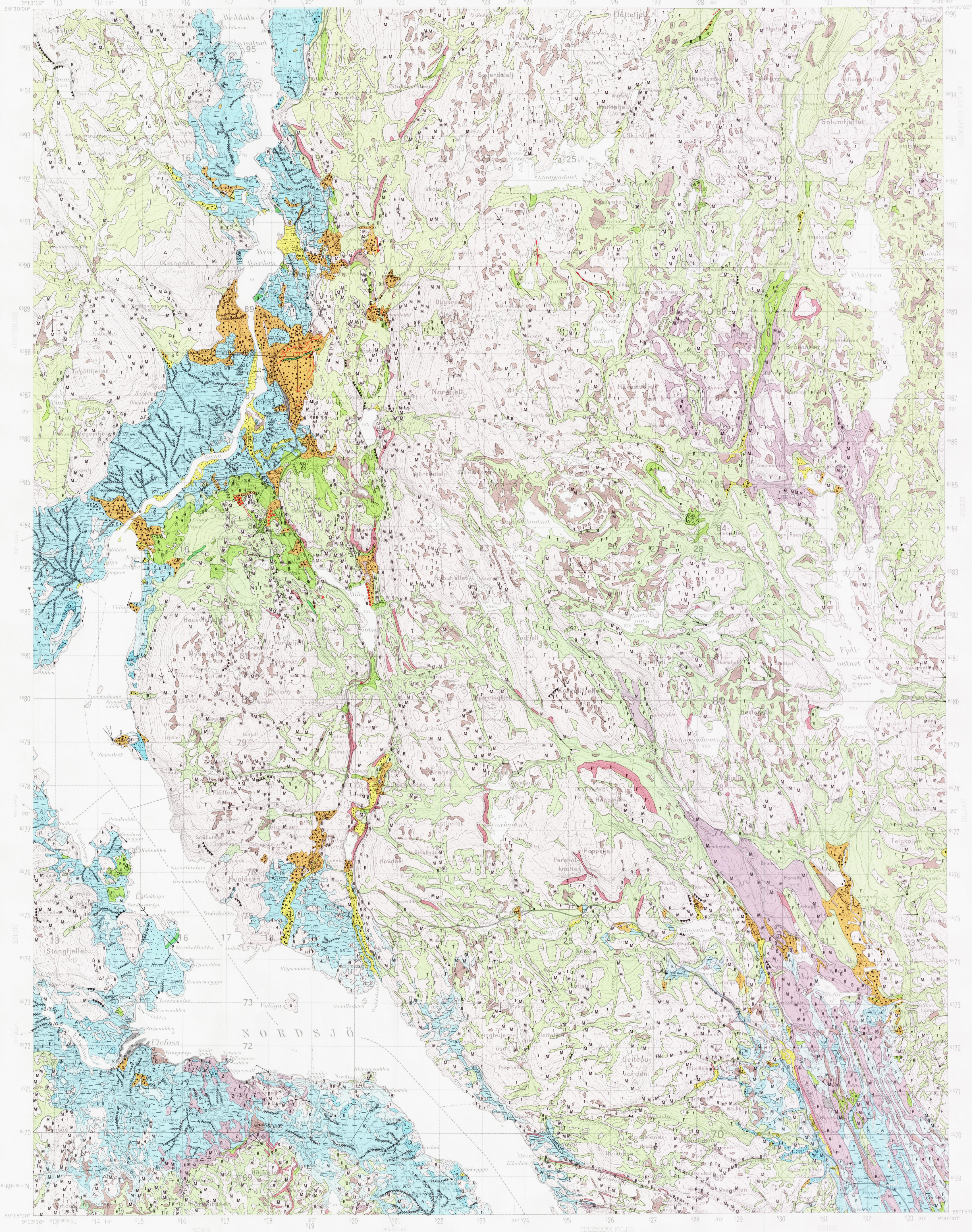
Torv er anvendt til brensel, torvstrø, jordforbedringsmiddel m.m. Skjellsand benyttes som jordforbedringsmiddel. Kvartsrisk sand brukes blant annet til sandblåsing.

NORDAGUTU

1713 IV

KVARTÆRGEOLOGISK KART 1:50000

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE



TEGNFORKLARING Legend

- ### LOSMASSER Superficial deposits
- MORENEMATERIALE, SAMMENHENGENDE DEKKE, STEDVIS MED STOR MEKTHIGHET
Till, continuous cover, locally of great thickness
 - MORENEMATERIALE, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN
Till, discontinuous or thin cover on bedrock
 - RANDMORENE
Marginal moraine
 - BREELVAVSETNINGER (GLASIFLUVIALE AVSETNINGER)
Glacioluvial deposits
 - RYGGFORMET BREELVAVSETNING, DANNET I TUNNELL ELLER SPREKK I ISEN (ESKER)
Esker
 - INNSJØAVSETNINGER (LAKUSTRINE AVSETNINGER)
Fluvial deposits
 - ELVE- OG BEKKAVSETNINGER (FLUVIALE AVSETNINGER)
Fluvial deposits
 - HAV- OG FJORDAVSETNINGER (MARINE AVSETNINGER BORTSETT FRA STRANDAVSETNINGER)
Marine deposits, shore deposits not included
 - STRANDAVSETNINGER (MARINE STRANDAVSETNINGER)
Marine shore deposits
 - HAV- OG FJORDAVSETNINGER OG STRANDAVSETNINGER, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN
Marine deposits, discontinuous or thin cover on bedrock
 - FORVITRINGSMATERIALE
Weathering material
 - UR (TALUS)
Talus
 - LITEN UR
Talus, small
 - TORV- OG MYRDANNELSER (ORGANISKE MATERIALE)
Organic deposits
 - FYLLMASSER (LOSMASSER TILFØRT ELLER STERKT PAVIRKET AV MENNESKER)
Anthropogenic material
- ### BART FJELL Exposed bedrock
- BART FJELL
Exposed bedrock
 - LITEN FJELLBLØTNING
Small exposure of solid bedrock
- ### SMA OG VANSKELIG AVGRENSBARE AVSETNINGER I OMRÅDER DOMINERT AV ANDRE LOSMASSER/BART FJELL Sporadic deposits in areas dominated by other superficial deposits or exposed bedrock
- M MORENEMATERIALE
 - Til
 - B BREELVAVSETNINGER
Glacioluvial deposits
 - B BRESJØ- OG INNSJØAVSETNINGER
Glaciolacustrine and lacustrine deposits
 - E ELVE- OG BEKKAVSETNINGER
Fluvial deposits
 - H HAV- OG FJORDAVSETNINGER BORTSETT FRA STRANDAVSETNINGER
Marine deposits, shore deposits not included
 - U STRANDAVSETNINGER
Marine shore deposits
 - F FORVITRINGSMATERIALE
Weathering material
 - R LOSMASSER AVSATT VED STEINSPRANG
Rock fall material
 - T TORV- OG MYRDANNELSER
Organic deposits
 - I HUMUSDEKKE/TYNT TORVDEKKE OVER BERGRUNNEN
Humus, thin cover of peat on bedrock
 - Z FYLLMASSER
Anthropogenic material
- ### KORNSTØRRELSE Grain size
- BLOKK
Block >256 mm
 - STEIN
Stone 256 mm – 64 mm
 - GRUS
Gravel 64 mm – 2 mm
 - SAND
Sand 2 mm – 0,063 mm
 - SILT
Silt 0,063 mm – 0,002 mm
 - LEIR
Clay <0,002 mm

LOSMASSENES MEKTHIGHET OG LAGFØLGE Thickness and stratigraphy of superficial deposits

G = Grus (Gravel), S = Sand (Sand), Si = Silt (Silt) L = LEIR (Clay) M = MORENE (Till)

- +2 DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 2M MEKTHIG
The thickness of the mapped deposit is 2m
- +3 DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER MEKTIGERE ENN 3M
The thickness of the mapped deposit exceeds 3m
- +2/G1 DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 2M MEKTHIG, UNDER ER DET GRUS MEKTIGERE ENN 1M
The thickness of the mapped deposit is 2m, this is underlain by gravel which exceeds 1m

- ### ISBEVEGELSESTRETTING Direction of ice movement
- SKURINGSSTRİPE, BEVEGELSE MOT OBSERVASJONSPUNKET
Glacial striae, movement towards the observation point
 - KRYSSENDE SKURINGSSTRİPER, ØKENDE ANTALL HAKER MED ØKENDE RELATIV ALDER
RELATIV ALDER UBESTEMT
Crossing glacial striae, increasing number of ticks with increasing relative age
 - Relative age undetermined
 - SKOGBRUDD
Clastic gullies
 - DRUMLIN
Drumlin
 - RUNDSVA
Röche moutonnée
- ### ANDRE SYMBOLER Other features
- BREELVNEDESKJÆRING (GLASIFLUVIAL NEDSKJÆRING)
Glacioluvial erosion bank
 - SMELTEVANNSLØP I LOSMASSER (GLASIFLUVIAL DRENERINGSSPOR)
Glacioluvial drainage channel
 - OVERLOP OVER PASSOMRADE
Drainage channel crossing the water-divide
 - QUEL
Canyon
 - DODISGRUP
Kettlehole
 - LITEN DODISGRUP
Small kettlehole
 - ISKONTAKTSKRÅNING
Ice-contact slope
 - RAVINE
Gully
 - NEDSKJÆRING AV ELVER (ELLER BREELVER)
Fluvial (or glacioluvial) erosion bank
 - TERRASSEKANT
Terrace
 - VIFTEFORM
Fan
 - SKREDGRUP
Slide depression
 - HAUG- OG RYGGFORMET OVERFLATE
Surface with mounds and ridges
 - RYGG I LOSMASSER
Ridge in superficial deposits
 - HOYT BLOKKINNHOLD I OVERFLATEN
High frequency of blocks
 - STOR BLOKK (>5 m)
Large block
 - KILDE
Spring
 - SKJELLFØREKOMST
Shell deposit
 - SEISMISK PROFIL
Seismic profile
 - MASSETAK
Gravel pit

Kvartærgeologisk kartlagt 1978–79 av H. O. Auggedal, B. Bergström, O. Furuhaug, A. Hiskald, J. Høle, D. Ottesen, K. Ribber, H. Svein og E. Sørensen.
Sammen tegnet av B. Bergström og O. Furuhaug.

Referanse til dette kartet: BERGSTRÖM B – 1981
NORDAGUTU, kvartærgeologisk kart 1713 IV-M 1:50000
Norges geologiske undersøkelse.

Kartgrunnlag: Norges geografiske oppmålings kart etter bilatelle
Preprograff: Norges geologiske undersøkelse
Trykk: A/S Adresseavisen, Trondheim – 1981
Fotograf: Universitetsforlaget

BRUK AV UTM RUTENETT FOR REFERANSEPUNKTER Instruction in using UTM grid for reference points

SONEBETE GRID ZONE IDENTIFICATION	KARTFØRINGS 100 M RUTE	LANDMÅL SAMPLE POINT	HOLT	TO GIVE A STANDARD REFERENCE ON THIS SHEET TO NEAREST 100 METERS
32 V	100 km rate (Gr. 10 venter)	NL		Read letters identifying 100,000 meter square in which the point lies
100 KM RUTE 100,000 METER IDENTIFICATION	Første rutenett til venstre for punktet. Årsnede derfra 100 km av rute	30	4	Locate first VERTICAL grid line to LEFT of point and read LARGE figures showing the line either in the top or bottom margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point.
	Første rutenett under punktet. Årsnede derfra 100 km av rute	73	3	Locate first HORIZONTAL grid line BELOW point and read LARGE figures labeling the line either in the left or right margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point.
	RUTETILVISING	NL30473		SAMPLE REFERENCE
	Det er 10' til neste punkt med lik tilvising Reference to SONEBETE eller Rutenett Følger det	32VNL30473		Grid Zone Designation
	SMA viser på full koordinat Book have STORE net tilvising	656900		INDRE DE SMALLER figures of any grid number. None are for finding the full coordinate. Use ONLY the LARGER figures of the grid number

