

NGU



Norges geologiske
undersøkelse

Skrifter 69

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

Trondheim 1985

Forord

Den kvartærgeologiske kartleggingen på kartblad Kilebygd ble utført i 1979-1981 av NGU. De NØ-lige deler av kartbladet er kartlagt i større målestokker enn 1:50 000 av Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole ("Prosjekt Temakart, Telemark"), delvis i samarbeid med NGU.

Denne beskrivelsen til kartblad Kilebygd er delt i to hoveddeler. Den *generelle del* inneholder en kort innføring i kvartærgeologi med oversikt over løsmassenes danning. 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 og isbevegelser før de enkelte løsmasstyper beskrives. En kort 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. 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

Innledning

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 bruksmåtene 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 innlandsis 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 maktighet varierte ganske meget, og det har vært perioder da innlandsisen var delvis borte. Den største utbredelse i Weichsel nådde isen for 18-20 000 år siden da den dekket hele Skandinavia, og tykkelsen i de sentrale deler trolig var opp til 3 000 m (Fig. 1).

Under avsmeltingen 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 klimaforverringer førte til at iskanten stoppet opp eller rykket litt frem igjen og dannet karakteristiske randavsetninger (brerandtrinn). Det mest markerte brerandtrinnet 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 finnes også yngre markerte brerandtrinn dannet i Preboreal tid ca. 9 000-10 000

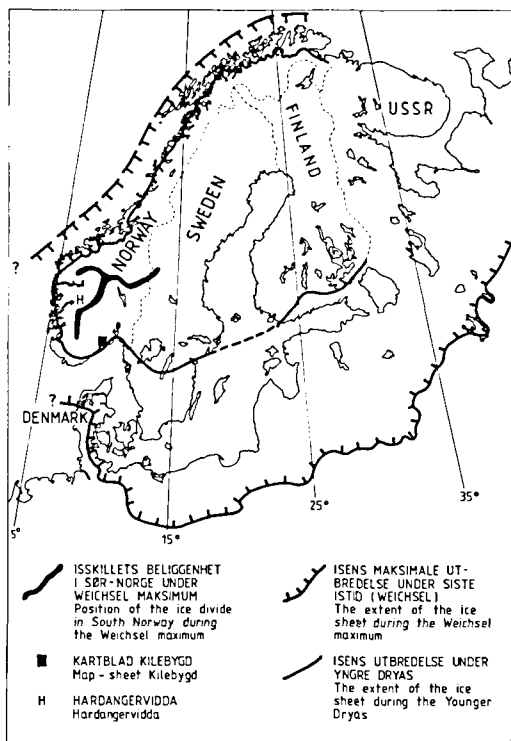


Fig. 1. Isens utbredelse under Weichsel maksimum og Yngre Dryas.

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

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 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 jordskorpa 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 jordskorpa har det tatt lang tid å gjenopprette likevekten. Selv i dag skjer det en 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 unntak 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 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 tilstede. 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 smeltevannsstrømmer 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 bretrandtrinnene, da iskanten lå mer eller mindre i ro, ble det dannet særlig store avsetninger av sand, grus og

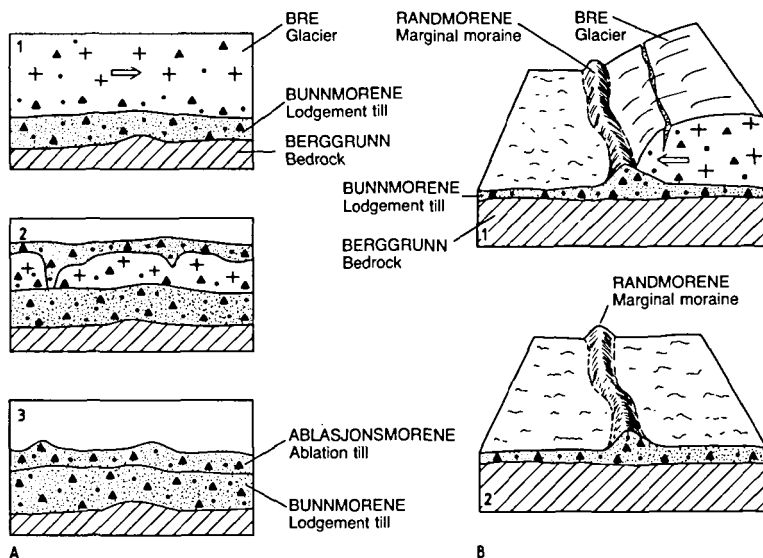


Fig. 2. A. Dannelse av morenemateriale.

1. Bre i bevegelse transporter/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 breens 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).

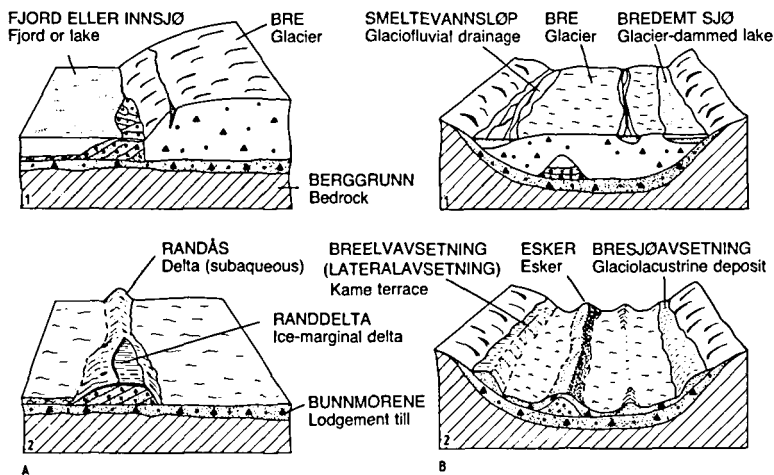
stein. Der breelvne munnet ut i havet fikk massene mange steder tid til å bygge seg opp som delta til datidens havnivå (MG). De grovste massene ble vanligvis avsatt i skrålag nærmest iskanten, mens de fineste silt- og leirkornene ble ført lengre ut i havet og avsatt i horisontale lag på bunnen (hav- og fjordavsetninger). De store brerandavsetningene er senere hevet, og de gamle breelvdeltaene fins i dag som terrasseformete avsetninger. Breelvvavsetningene som ikke rakk å bli bygget opp til MG fins som randåser på tvers av dalførene, Fig. 3. A. Breelvvavsetningenes beliggenhet er ikke bare knyttet til dagens vassdrag. Ved innlandsisens gradvise nedsmeltning ble vannets dreneringsveier

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

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

B. Dannelse av andre breelvvavsetninger.

1. Vanntransportert materiale blir avsatt på breoverflaten, langs brekanten og under breen.
2. Ulike typer breelvvavsetninger 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).

bestemt av samspillet mellom landformene og isoverflatens beliggenhet 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.

De postglasiale avsetningene er dannet etter at isen smeltet vekk ved at tidligere avsatte løsmasser ble utsatt for erosjon og omlagring. Landhevningen 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 overflatevann. Den opprinnelig jevne og relativt flate gamle havbunnen ble gjennomskåret av bekkedaler og raviner i et forgreinet mønster. Under landhevningen ble løsmassene i strandsonen mer eller mindre påvirket av bølgevasking og strømmer. Enkelte steder ble mye av finmaterialet skyllet vekk og avsatt i forsenkninger på havbunnen. *Marine strandavsetninger* fins i områder hvor bølgeerosjonen fikk virke ganske fritt. *Elve- og bekkeavsetninger* er dannet av rennende vann, og fins vesentlig som elvesletter, terrasser, vifter og delta. Eldre delta av sand og grus med tydelige skrålag fins som store, frittliggende 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 løsmasser dannet på stedet ved kjemisk eller mekanisk nedbrytning. I bratte dal- og fjellsider har skråningsprosesser 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 vanntilstrømningen er stor og undergrunnen er mettet opp til overflaten. Forskjellige typer av myrer dannes, avhengig av vann- og terrengforhold. Omvandlingsgraden for torven i myrene kan variere meget. 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 løsmassenes utbredelse og dannelsesmåte, delvis deres sammensetning, egenskaper og overflateformer. Dessuten gir kartene informasjoner av betydning for tolkningen av den geologiske historien. De er et nødvendig hjelpemiddel for å oppnå fornuftig arealdisponering og en best mulig forvaltning av løsmassene. I beskrivelsen og kartets tegnforklaring er det benyttet mest mulig norske betegnelser, mens internasjonale betegnelser ofte er oppført i parentes. 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 prosessene som avspeiles gjennom fargebruken på kartet. Eksempelvis gis alle løsmasser som er transportert og avsatt av rennende vann gule og orange farger, mens løsmasser som er transportert og avsatt av is gis grønne farger. Enkelte avsetningstyper, f.eks. morenemateriale, er i tillegg 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, stedvis med stor mektighet brukes for moreneområder med få eller ingen fjellblotninger. Berggrunnens 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 eller hvor det forekommer mange fjellblotninger. Berggrunnens småformer trer tydelig frem. I enkelte mindre berggrunnsforsenkninger kan mektigheten være mer enn en halv meter.

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

Breelvavsetninger (Glasifluviale avsetninger) er løsmasser avsatt av strømmende smeltevann 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.

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 løsmasser 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

strømkraft 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 består vesentlig av skarpkantede stein og blokker som er løst i fjellet ovenfor. Talus er en mer omfattende betegnelse på avsetninger av nedrast materiale på grunn av tyngdekraften i bratte dalsider.

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 avgrensbare avsetninger i områder dominert av andre løsmasser/bart fjell.

Disse avsetningene angis med bokstavssymboler. 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

Opptretter det flere avsetningstyper over hverandre i et område, er det 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 bokstavssymboler for henholdsvis dyp og kornstørrelse eller avsetningstype der hvor data foreligger. Dataene er oftest basert på studier av veiskjæringer, grustak, elvededskjæringer, 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 buedeformete riss (parabelriss) og bruddformer (sigdbrudd) i fjelloverflaten. Isen kan også utforme selve fjelloverflaten med langstrakte, ryggformete sva-berg (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 isavsmeltningstiden er angitt med røde symboler.

Overløp over passområde er erosjonsspor etter breelver i forbindelse med isavsmeltningen som kan være mer eller mindre tydelige løp enten i løsmasser eller i fjell.

Iskontaktskråning er en skråning i løsmateriale dannet mot en iskant.

Lite gjel er dannet i fjell hovedsakelig ved elve- eller bekkeerosjon.

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 finkornige løsmasser, men forekommer også i grovkornige avsetninger.

Nedskjæring av elv (eller breelv) er en bratt skråning i løsmasser dannet ved elve- eller breelverosjon.

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

Skredgrop brukes vesentlig om brattkanter dannet ved kvikkleireskred.

Markert haug eller rygg brukes om en enkelt større haug- eller ryggform i løsmasser.

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.

Kilde og kildehorisont/sone med grunnvannsutslag brukes for å angi grunnvannsutslag.

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.

Borehull angir lokaliteter hvor boringer i løsavsetningene er foretatt.

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. Kvartærgeologiske 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. Kvartærgeologiske kart er av grunnleggende betydning for malmleting i områder dekket av løsavsetninger. Blokkleting, tungmineralanalyser og geokjemiske analyser er vanlig benyttede letemetoder i løsmassene. Tolkning av resultatene er vesentlig for å kunne spore tilbake til malmforekomstene 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 oppbygningen av ressursoversikter og ressursregnskap.

Spesiell del

Innledning

Kartblad Kilebygd ligger i nedre del av Telemark fylke og dekker området sørvest for Skien. Kartbladet dekker deler av Skien, Nome, Drangedal og Bamble kommuner.

Berggrunnsgeologien i området er vist på berggrunnskart Skien, M 1:250 000, trykket i farger (Dons & Jorde 1978).

Kvartærgeologisk kartlegging i M 1:10 000 og 1:20 000 er tidligere utført i de nordøstlige deler av kartbladet (Jansen 1978, 1979, 1980 og 1982b, Østmo & Olsen 1979, Augedal 1981). Videre dekker kartblad Helgja i M 1:20 000 et område i nordvest på Kilebygd-bladet (Bergstrøm 1980). 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. Av annen litteratur som omtaler regionen omkring kartblad Kilebygd kan nevnes Dons (1975), Bering & Olsen (1978) og Jensen (1982a).

Berggrunnsoversikt

AV SVEN DAHLGREN OG BJØRN BERGSTRØM

Berggrunnen på kartblad Kilebygd og regionen omkring (Fig. 4) kan etter de tidsperio-

der bergartene er dannet i deles inn i 4 hovedgrupper (Dons og Jorde 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 hovedsakelig av gneiser, amfibolitter og kvartsitter. Disse har oppstått ved omdannelse av sedimentære og vulkanske bergarter 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 mineralene blitt orientert i plan. Dette gir bergartene et noe "stripete" utseende eller et skifrig preg. Grunnfjellet, som dekker omtrent hele kartblad Kilebygd (Fig. 4), kan

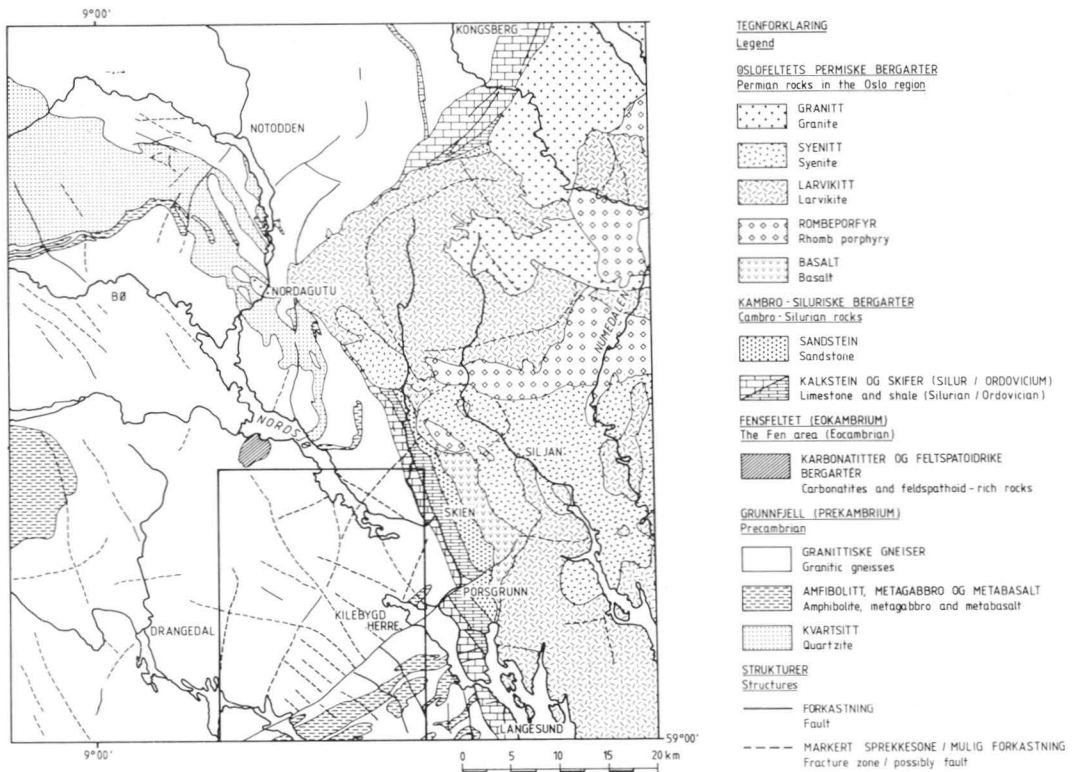


Fig. 4. Berggrunnsgeologisk oversiktskart, forenklet etter Dons & Jorde (1978). Kartblad Kilebygd er innrammet.
Regional geological map, simplified after Dons & Jorde (1978). The framed area is that of the map-sheet Kilebygd.

deles inn i to regioner: Telemarksområdet (i nord) og Bambleområdet (i sør). Disse områdene skilles av den lange forkastningen som strekker seg fra Porsgrunn-Herre og helt sørvest til Kristiansand. De mange knusningssonene i grunnfjellet er dannet til forskjellige tider, men særlig i forbindelse med den vulkanske aktiviteten i Fensfeltet (eokambrium) og Oslofeltet (perm).

Fensfeltet ligger SØ for Ulefoss på kartblad Nordagutu (Bergstrøm 1984), men en mengde mindre ganger og plugger med tilknytning til hovedfeltet forekommer også på kartblad Kilebygd, særlig i nordvest.

Kambro-siluriske bergarter består hovedsakelig av sandsteiner, leirskifre og kalk-

steiner. Bare en liten snipp av disse bergartene kommer med i det nordøstlige hjørnet av kartbladet. Lagene er stilt på skrå og heller 15-20° inn mot østnordøst.

Oslofeltets permiske bergarter ligger øst og nordøst for kartblad Kilebygd, men enkelte permiske ganger (opptil 1 m mektige) forekommer innenfor bladet.

Landformer

Bergartene og deres strukturer har i meget stor grad satt sitt preg på landskapet. De mange forkastninger, sprekker og knusningssoner som skjærer gjennom området, danner et nettverk av dype slukter og kløf-



Fig. 5. Flyfoto over de sentrale og sørlige deler av kartblad Kilebygd, tatt mot øst. Landskapet er preget av de mange forkastninger, sprekker og knusningssoner. Særlig markert er forkastningen som kan følges sørvestover fra Porsgrunn langs vatnene Flåte-Langen og videre helt til Kristiansand. Foto: Norsk Luftfoto og Fjernmåling I/S.

Aerial photo of the central and southern part of the mapsheet Kilebygd, looking east.
G = Geiteryggen, K = Kilebygd, P = Porsgrunn.

ter, hovedsakelig med en strøkretning mot nordvest-nordnordvest og nordøst-nordnordøst, (Fig. 4 og 5). Landskapet er kupert med skogkledte åser og koller som i de nordvestlige deler når opp i over 400 m o.h. (Vasslausfjellet 418 m o.h.), men som i sør er betydelig lavere (200-300 m o.h.). De større dalførene og forsenkningene er mer eller mindre avhengig av berggrunnsstrukturene. Både Vollsfjorden (indre del av Frierfjorden) og Nordsjø følger i hovedsak svakhetssoner i grunnfjellet. De fleste vatnene på kartbladet er lange og smale, ofte med et rettlinjert forløp, og er tydelig utformet langs sprekker og forkastningssoner, (Fig. 5). Den lengste og mest markerte forkastningssonen kan følges fra Herre (324523) og sørvestover Flåte, Langen og Rørholtfjorden til den forsvinner ut av kartbladet ved Djupe-dalsfjorden (147402).

I de kambro-siluriske bergartene ved Skien i nordøst er landskapet karakterisert av lange, parallelle fjellrygger som følger den dominerende NNV-lige strøkretningen.

Isbevegelse

Isbevegelsesretningene i det kartlagte området er hovedsakelig bestemt ved hjelp av skuringsstriper og i mindre grad av overflateformer i fast fjell, (Fig. 6). Den eldste påviste isbevegelse på kartblad Kilebygd er i sørsørøstlig retning (ca. 180°). Den sørlige isbevegelse som ble tolket til å være eldst på kartblad Nordagutu (Bergstrøm 1984), er ikke med sikkerhet observert på Kilebygd-bladet. Dette kan skyldes at det er få gode skuringsobservasjoner på høye, frittliggende lokaliteter (fjelltopper, koller). Mest sannsynlig er årsaken at den eldste isbevegelsen

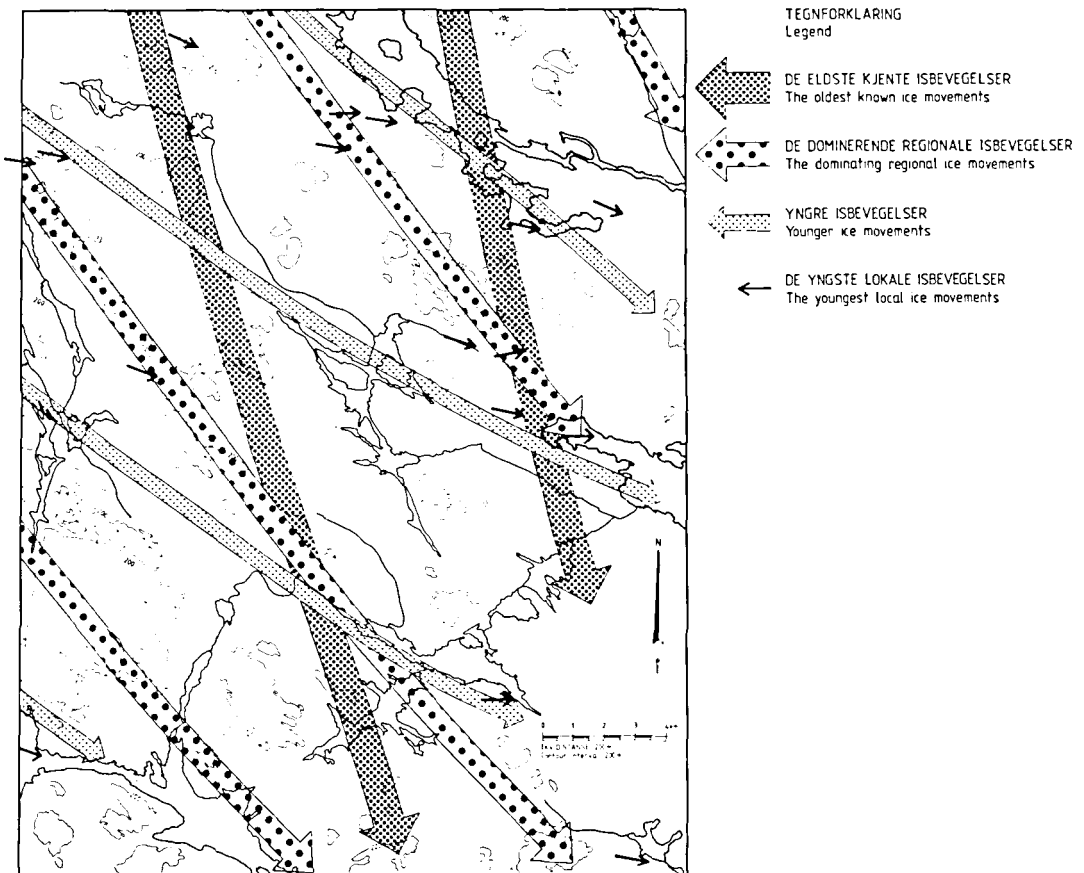


Fig. 6. Rekonstruksjon av isbevegelsene, hovedsakelig på grunnlag av skuringsstriper.

Reconstruction of the ice movements mainly on the basis of glacial striae.

begynte å dreie av mot sørsørøst i de mer kystnære strøkene. Hvis dette er tilfelle, stammer trolig denne eldste sørsørøstlige bevegelsen fra hovednedisningen 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 over Danmark (Fig. 1), trakk seg nå raskt tilbake over Skagerak mot kysten av Norge. En intens kalving fant sted langs brekanten og Oslofjorden ble tidlig et konfluensområde for isstrømmene. Dette forhold, sammen med isskillet mer vestlige beliggenhet på Hardangervidda, er nok hovedårsaken til den sørøstlige dreiningen av brestrømmene i østre Telemark og Vestfold.

Den sørøstlige isbevegelsesretningen har trolig vært dominerende i området under Yngre Dryas (Ra-tid). Etter hvert som isdekket tynnet ut, ble isbevegelsene i større grad styrt av den lokale topografi. Isstrømmene konvergente mot de store dalene og forsenkningene som fungerte som hoveddreneringsårer, f.eks. Nordsjø, Vollsfjorden og Gjerpandalen i øst. Østlige skuringsretninger er funnet flere steder og tyder på lokale avbøyninger av isbevegelsen nær fronten av den tilbakerykkende breen.

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 i støt- og lesider for isbevegelsene. Kollene og de høyereliggende områder er stort sett bart fjell med enkelte steiner og blokker. På grunn av det småkuperte landskapet er morenedekket meget usammenhengende og spredt i relativt små felter. Enkelte steder er de kartlagte moreneområdene særlig tynne og vekslar med humusdekke eller tynt torvdekke på fjell. Det er meget få områder med sammenhengende dekke av morenemateriale.

Disse er hovedsakelig avgrenset til små felter i det tynne, usammenhengende morenedekket.

Morenematerialets kornstørrelse

Innholdet av materiale mindre enn 19 mm i morenen er bestemt ved kornfordelingsanalyser, (Fig. 7A). På grunnlag av finstoffinnholdet (silt og leir) er morenematerialet klassifisert på følgende måte:

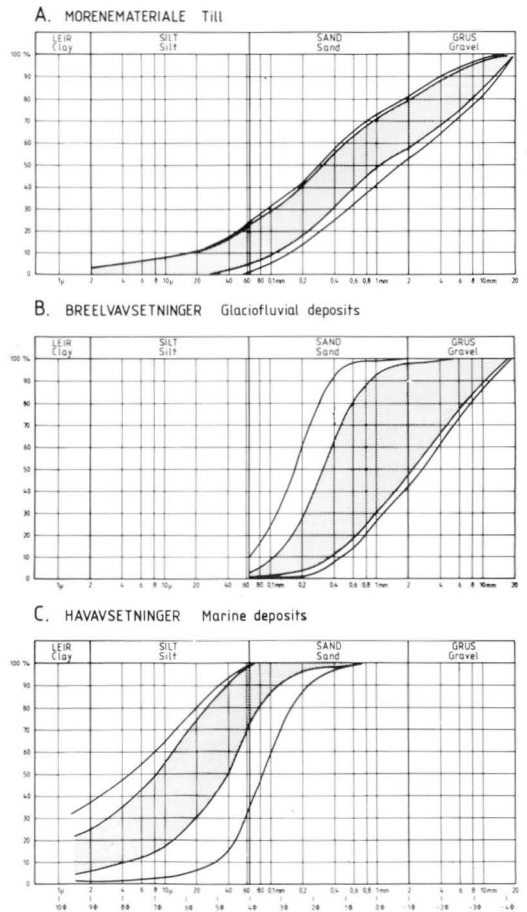


Fig. 7. Kornfordelingskurver for prøver av morenemateriale (A), brelvavsetninger (B) og hav- og fjordavsetninger (C). Samtlige kurver ligger innenfor de ytterste linjene, mens 80% av kurvene ligger innenfor det rasterte feltet.

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 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%.

Grusig morenemateriale er den dominerende morenetype, (Fig. 8), og er vanlig innen de middels- og grovkornete granittiske gneisene i grunnfjellsområdet. En del sandig morenemateriale fins i forsenkninger

og lavereliggende områder. Siltig morenemateriale er ikke observert, bortsett fra enkelte lommer i den grovere morenen. Innholdet av leir (mindre enn 0,002 mm) i morenematerialet er minimalt, sjelden mer enn 1 %. Kornfordelingskurvene (Fig. 7) viser relativt små forskjeller i kornstørrelse i morenematerialet innenfor kartblad Kilebygd. En av årsakene er at materialet hovedsakelig har sin opprinnelse i de granittiske gneisene som dominerer kartbladdområdet.

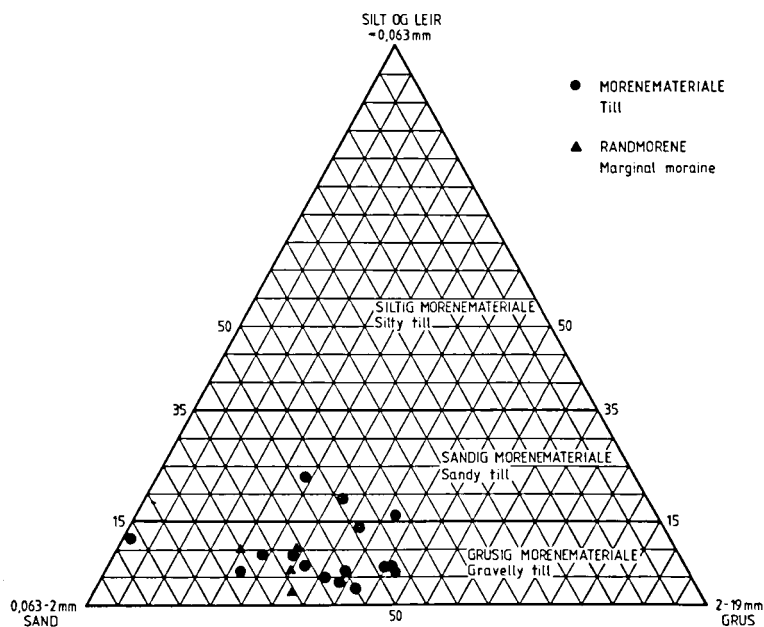


Fig 8. Trekantdiagram viser fordelingen av de analyserte prøvene av grusig, sandig og siltig morenemateriale.

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

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. 1B).

Granittiske gneiser er dominerende i alle moreneprøver fra kartbladet. Innholdet varierer stort sett mellom 60% og 95%. De

aller fleste er røde og stammer hovedsakelig fra grunnfjellsområdene innenfor kartbladet hvor disse bergartene er totalt dominerende. Kvartsitter fins i relativt små mengder, med unntak av randmorenene og enkelte støtsidmorener hvor innholdet kan nå opp i 20-25%. De fleste kvartsittkornene stammer trolig fra de kvartsittiske bergartsområdene nord for kartbladet (se Fig. 4). Dette tyder på at disse morenetypene inneholder noe mer langtransportert materiale enn det som er vanlig for morenematerialet i området.

Breelavsetninger

Breelavsetningene er viktige for tolkningen av smeltevannsdreneringen under avsmeltingen og for kartleggingen av israndens tilbaketrekking. Disse vil bli beskrevet områ-

devis. Volum og kvalitet til tekniske formål vil bli vurdert under kapitlet om byggeråstoff, side 28. En oversikt over kornfordelingsanalyser av breelvmateriale mindre enn 19 mm er gitt i Fig. 7B.



Fig. 9. Proksimalsiden (vestsiden) av Geiteryggen.

Proximal side of Geiteryggen, looking east.

Geiteryggen. Ved sørøstenden av Nordsjø ligger den største breelavsetningen på kartbladet og i Skien-Porsgrunnområdet (Fig. 9 og 10). Geiteryggen ble avsatt foran brefronten under et opphold i tilbakerykkingen og er i eldre litteratur omtalt som "Solummorænen" eller "Gjeiteryggen" (Helland 1900, Hansen 1910). Den er komplekst sammensatt og trolig bygget opp trinnvis.

De nordlige og midtre deler består av flere rygger som stort sett ikke når opp til marin grense (MG). Flyplassen er anlagt på toppen av den vestligste av disse ryggene som hovedsakelig består av relativt grove masser som steinholdig grus og grov sand. I forsenkningene mellom ryggene er det flere steder lag av silt og finsand (hav- og fjordavsetninger). Dette har lokalt ført til hengende grunnvannsspeil ved at vannet som siger ned i grunnen stopper opp mot de tette finstofflagene. Geiteryggmyra (328617) er trolig betinget av slike forhold. Under disse finstofflagene er det hovedsakelig grusige-sandige masser som i følge de seismiske profilene er tørre helt ned til fjellet (Fig. 10 og 13).

De sørlige deler av Geiteryggavsetningen er bygget opp som breelvdelta til datidens havnivå på ca. 145 m o.h. I Skyggesteinen grustak (327599) består materialet hovedsakelig sandige skrålag som heller 10-20° mot N-NØ. Enkelte tynne grusrike lag ligger inne mellom disse (Fig. 11). Et 1,5-2 m tykt stein- og grusrikt topplag med et tynt sandlag midt i kan følges over denne del av

terrassen. Innslag av silt over sand forekommer i de sørvestlige deler av grustaket. På terrasseflaten sørøst for Solum kirke ligger det en 2-4 m høy, markert rygg (325593) som består av en 0,5-1 m tykk kappe med grovt, steinrikt materiale over godt sortert sand. Partier med grusig sand fins også (prøve 35). Dannelsen av ryggen er noe uklar, men mest sannsynlig er den en esker som er dannet i en liten tunnel eller sprekk nær kanten av isfronten.

Geiteryggen er både på vestsiden (proksimalsiden) og østsiden (distalsiden) dekket av finkornige hav- og fjordavsetninger. I proksimalsiden ved Fjære er det et grustak (319613) hvor det er observert 7-8 m silt/leir over sand- og gruslag, Fig. 12. På toppen ligger 3-4 m med sortert sand som trolig er strandmateriale.

Seismiske profiler (Fig. 13) og andre geofysiske målinger (Johansen 1980) viser at Geiteryggen ligger på en vel 50 m høy fjellterskel (Fig. 10). Denne terskelen består av to fjellrygger. Den vestlige ryggen (hovedryggen) strekker seg fra Tangeråsen (315618) og under flyplassen i retning mot Hvitsteinåsen (330596). Den østlige ryggen er en utløper fra hovedryggen i sør og strekker seg nordover mot Faret (335625)-Elstrøm (325628). I forsenkningen mellom disse ryggene er mektigheten av Geiteryggen størst med en løsmassetykkelse på over 100 m (Fig. 10). Ellers varierer mektigheten i de sentrale deler av Geiteryggen mellom 50 og 100 m.

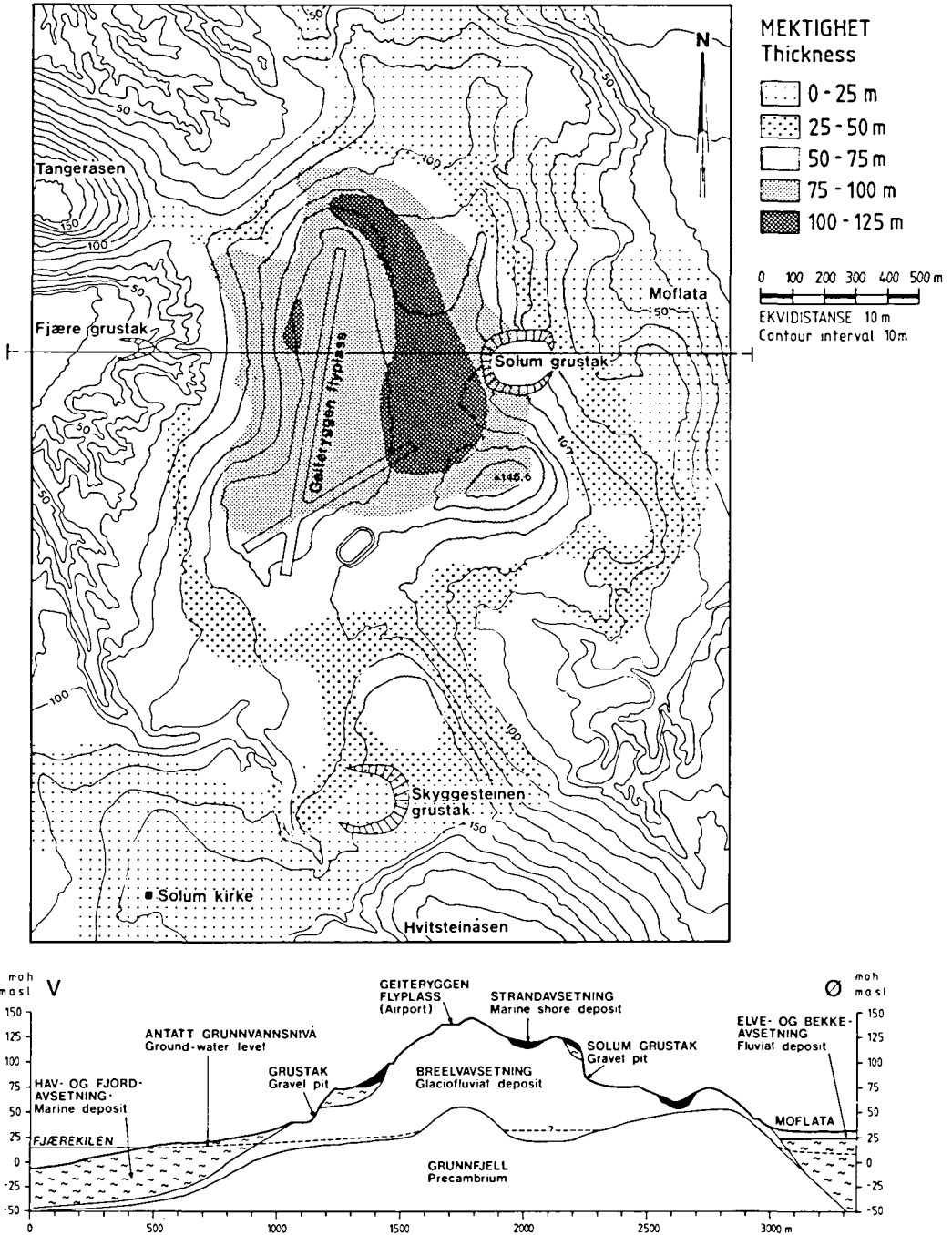


Fig. 10. Mektighetskart over Geiteryggen med tvrrprofil over avsetningen. Modifisert etter Jansen (1978, 1980) og Johansen (1980).

Thickness map of Geiteryggen with a cross-section from west to east. Modified after Jansen (1978, 1980) and Johansen (1980).



Fig. 11. Skyggesteinen grustak (327599), Geiteryggen, sett mot sør.

Skyggesteinen gravel pit (327599), Geiteryggen; view towards the south.

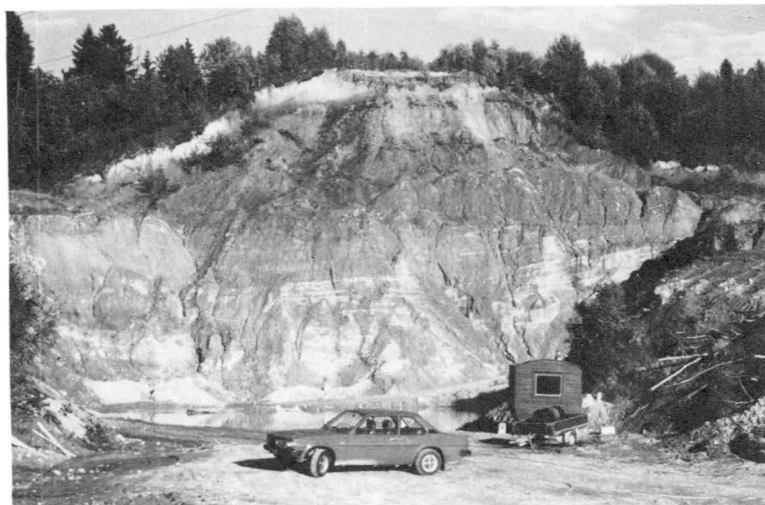


Fig. 12. Fjære grustak (319613), Geiteryggen, sett mot øst.

Fjære gravel pit (319613), Geiteryggen, looking east.

Rønningen. I forsenkningen mellom Latåsen og Hestefjell ligger en breelvavsetning (273562) som er bygget opp til ca. 120 m o.h. Avsetningen ligger på proksimalsiden (innsiden) av en randmorenerygge, og har en klar kant mot nord som trolig skyldes iskontakt. Et lite grustak viser her forstyrrede sandlag med et grovere og usortert topplag.

Dalføret mellom st Børtan (140580) og Kilevatn. I dette dalføret ligger det relativt mange breelvavsetninger. De fleste er avsatt i nær kontakt med iskanten under isavsmeltingen. Ved Høydal (153565) ligger det rester av små breelvterrasser som er bygget opp til 136-137 m o.h. Også på det lille flate

fjellpartiet vest for Høydal og mot Rønningen ligger det noen små terrasser (151563) med en toppflate omtrent i samme høyde. Materialet består vesentlig av lagdelt sand. Sør for Høydal er det avsatt et breelvdelta ved Nymoens-Moen (157552) med en indre toppflate på ca. 135-136 m o.h. (Fig. 14). Den ytre (sørvestlige) delen ligger ca. 132-134 m o.h. og ender i en markert skråning ned mot Mosvatnet. Boringer langs kanten viser en tykkelse på 9 m med sand over fjell. Deltaet er trolig avsatt av smelte vann som strømmet over passpunktet (162555) fra Høydalføret i nord. I dalen øst for Høydal ligger det en rekke terrasser i et nivå på ca. 155 m o.h. Disse nivåene tilsvarer høyden

GEITERYGGEN

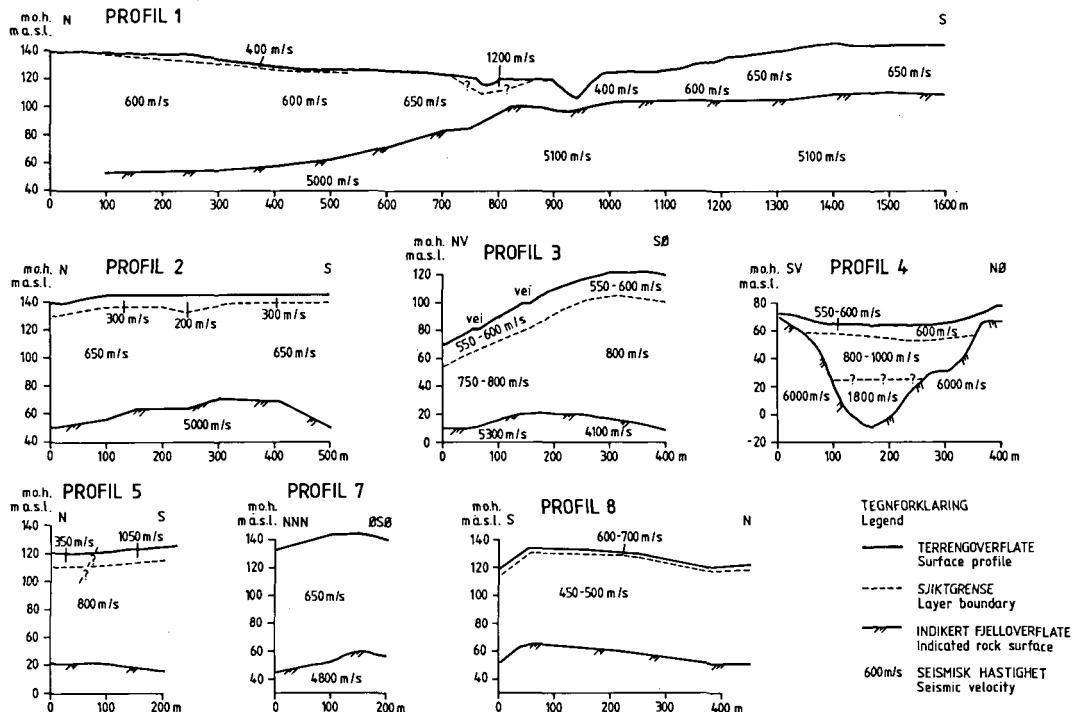


Fig. 13. Seismiske profiler (refraksjon) over Geiteryggen. For lokalisering, se det kvartærgeologiske kartet.

Seismic-refraction profiles of Geiteryggen. For location, see the Quaternary geological map.

på passet (185554) sørøstover mot Solstad, og vitner om at en bresjø ble dannet her under avsmeltningen. Noen få spor og rester etter høyere terrasser fins NV og NØ for øvre Haugtjern (177560).

Ved Solstad (195545) ligger det terrasser med toppflate 110-120 m o.h. Materialet består vesentlig av sand, men innslag av silt forekommer. Boringer viser at dybden til fjell er minst 38 m i de sentrale deler av bassenget. Høyere terrasser nord for Solstad og ved nedre Sandvatnet er bygget opp til 136-137 m o.h.

Henneseid. Ved munningen av den trange dalen fra Henneseidvatnet er det avsatt et breelvdelta (128490) opp til en høyde på 126-127 m o.h. Materialet består hovedsakelig av lagdelt sand og grus med en del stein og blokk. Boringer viser mektigheter på over 16 m.

Skogen-Stormyr. I dalføret mellom Flåte- vann og Bamble er det avsatt breelvmateri-

ale omkring passpunktområdet ved Skogen (305438) 110-115 m o.h. En boring her viser 13 m med sand/finsand over 8 m med grus over fjell. I et lite grustak (302443) ligger det 1-1,5 m med usortert morenelignende materiale over godt sortert sand. Ved Stormyr (311435) er det avsatt sand og grus opp til et nivå på ca. 132 m o.h. som omtrentlig tilsvare MG.

Rørholt. Ved Hesthagen, nord for Rørholt, ligger det en breelvvsetning (224407) på en fjellhulle inn mot den nordlige dalsiden. Et lite grustak viser sand- og gruslag med et tynt topplag av silt i de sørlige deler og finsand i nord. Et markert indre toppnivå ligger på ca. 120 m o.h. som trolig er litt lavere enn MG i området. Like sør for kartbladgrensen, ca. 1 km sør for Rørholt (228405), ligger det en sand- og grusterrasse (Mosmoen) som er bygget opp til ca. 126 m o.h. som trolig markerer MG.

Andre avsetninger. Det fins en rekke små breelvvsetninger spredt utover hele kart-

blad Kilebygd. Flere av disse er likevel av interesse fordi de gir gode indikasjoner på MG. Blant annet er det i de mange nord- til nordvestgående smådalene ofte bygget ut små vifter eller delta i MG-nivå. Eksempler på dette fins i området ved Klyve, ved (288579) og (274578), hvor toppflaten ligger 135-137 m o.h. Andre slike vifter fins bl.a. ved Livesplass (269487) målt til 136-137 m o.h., og i Spirdalen (175480)-Moen (179479) ca. 131 m o.h. Ved Fjellseter (182518) ligger det et lite breelvdelta bygget opp til ca. 130 m o.h. Et lite grustak viser skrålag av sand med enkelte silt- og gruslag som heller 10-20° mot ØSØ. Like øst for Kallestad (215504) ligger det en liten terrasse 132-133 m o.h. som hovedsakelig består av vekslende sandlag med et topplag av grov grus/stein. Ved Tekle (141642) og Rønjumstua (147639) er det avsatt breelvvifter som planer ut i ca. 138-139 m o.h.

Bredemte sjøer

I det småkuperte Kilebygdområdet har det under isavsmeltingen trolig vært demt opp enkelte små issjøer som bare har eksistert en meget kort tid. Spor etter en slik sjø fins ved Haugtjerna (165563). Her har brekanten under tilbaketrekkingen mot NV demmet opp forsinkingen i vest slik at dreneringen ble tvunget mot ØSØ over passet (185554) mellom Sandvasskollen og Rørtjernåsen. Passhøyden er ca. 155 m o.h. Små delta bygget seg opp til overflaten i den bredemte sjøen, og fins i dag som terrasserester ved øst- og vestenden av øvre Haugtjern. Disse består hovedsakelig av sand og grus. Finkornige bunnsedimenter er ikke observert.



Fig. 14. Breelvdelta ved Nymoer-Moen (158551), sett mot nordøst.

Glaciofluvial delta at Nymoer-Moen (158551), looking northeast.

Ved Høydal er det rester etter terrasser som indikerer et lavere bresjønivå på ca. 136-137 m o.h. Utløpet fra denne sjøen har trolig gått sørvestover passet ved Nymoer (161556) hvor det foran munningen bygget seg ut et delta i havet, (Fig. 14).

Elve- og bekkeavsetninger

De fleste elvene innen kartblad Kilebygd er relativt små med begrenset dreneringsområde. Under landhevningen var elveerosjonen og -transporten relativt liten. Elveavsetningene er derfor små og har begrenset betydning som sand- og grusressurs.

På elvesletten sør for Skien ligger det like utenfor Geiteryggen (335623) 4-5 m med elvesand over silt- og leirholdige havavsetninger. I det trange dalføret mellom Solstad (192547) og Dalane (220537) er det avsatt en del elvesand og grov silt som hovedsakelig er vasket ut fra breelvavsetningene. Materialet synes gjennomgående å bli mer finkornig mot munningen av dalen. Et borehull (217538) ved Dalane viser 4 m med siltig elvemateriale over grov sand/grus (muligens breelvmateriale). Også i andre trange dalfører er det avsatt elvemateriale i forbindelse med breelvavsetninger, som f.eks. NV for Bamble (317418).

Hav- og fjordavsetninger

Under isavsmeltingen fulgte havet etter iskanten og nådde ca. 126-145 m høyere enn dagens havnivå (Fig. 17). 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 isavsmeltingen, men de er meget sjelden bygget helt opp til datidens havnivå, Fig. 15.

Mektigheten av avsetningene varierer, avhengig av de topografiske forholdene og tilførselen av finkornig materiale. I Nordsjøbassenget er mektigheten størst langs Fjærekilen hvor tykkelsen stort sett varierer mellom 5 og 25 m. De største dyp fins ved østenden av Fjærekilen hvor boringer (313613) viser mer enn 35 m med hav- og fjordavsetninger. Den totale løsmassemek-tigheten er i følge seismikken tolket til å være over 60 m, (Fig. 22).



Fig. 15. Oppdyrkte hav- og fjordavsetninger ved Søvteit (302566), sett mot øst.

Cultivated marine deposits at Søvteit (302566), looking east.

I Skiensdalen ligger det på Moflata (337625) like øst for Geiteryggen 4-5 m med elvesand over tykke leirige siltlag som kan nå ned til dyp på over 20 m. Det seismiske profilet (Profil 9) viser at dybden ned til fjell er over 90 m i de dypeste partier (Fig. 22), og at den maksimale tykkelsen på havavsetningene sannsynligvis er langt større enn det boringene viser.

I det småkuperte landskapet langs Volls-fjorden (310543) er det sparsomt med havavsetninger, men i enkelte av fordypningene kan tykkelsen komme opp i over 20 m. Seismiske profiler i fjorden (profilene 14, 15 og 16) viser stort sett 10-15 m med fin-kornige bunnsedimenter (ingen figur).

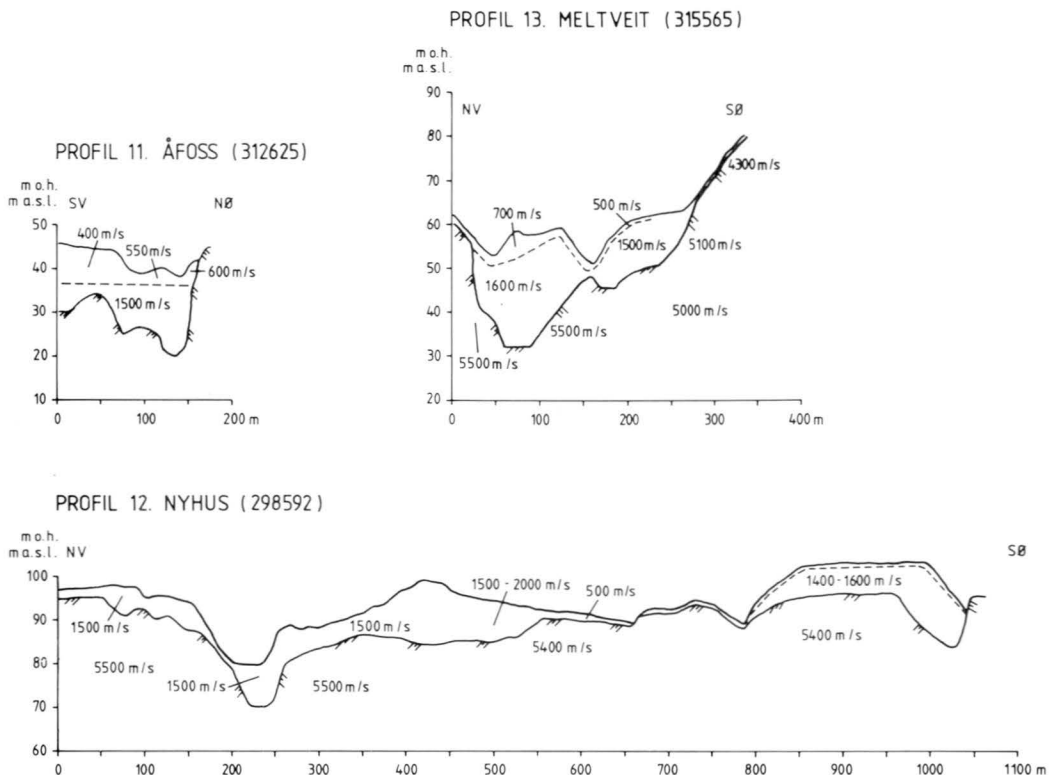
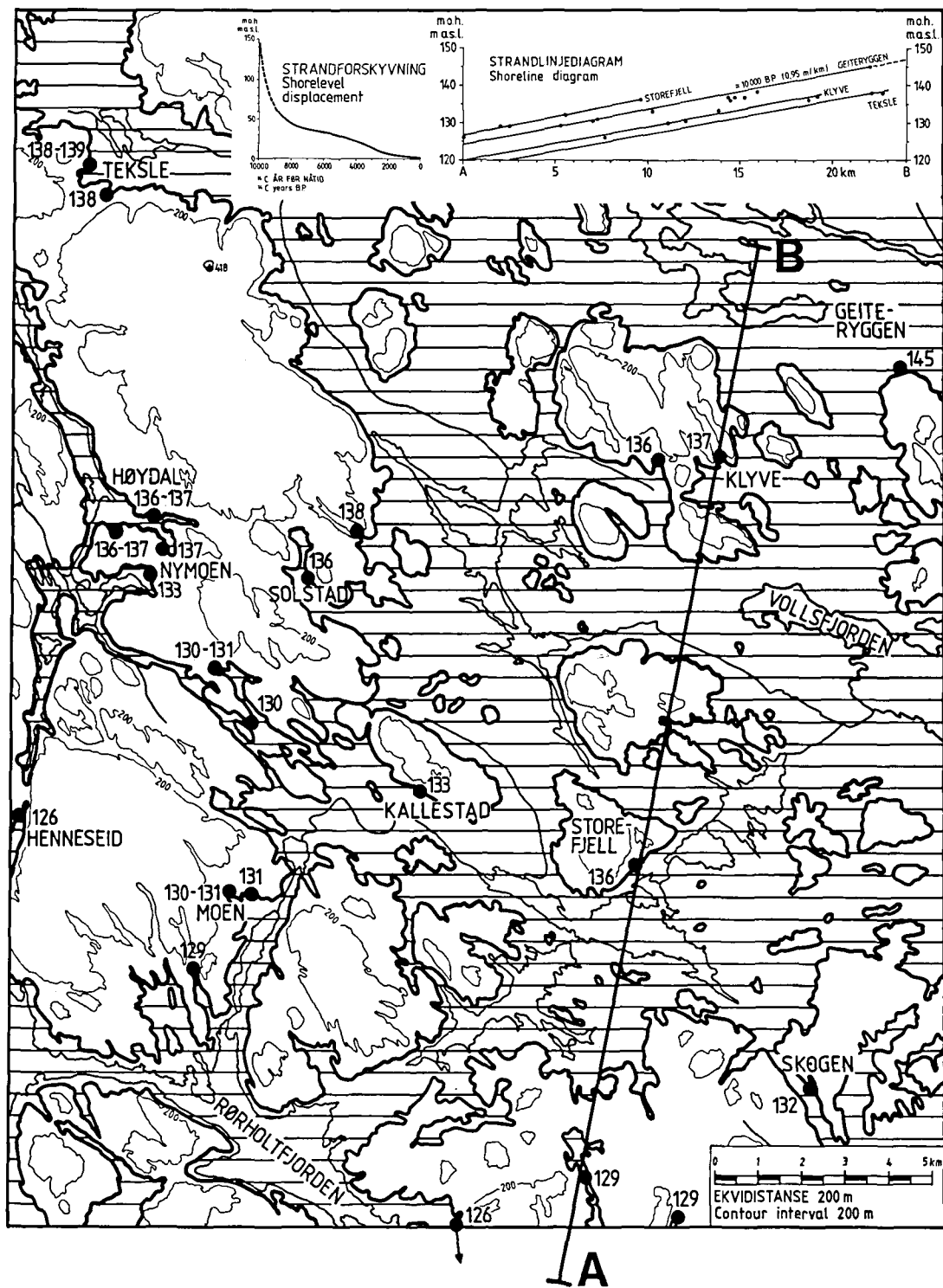


Fig. 16. Seismiske profiler (refraksjon) over hav- og fjordavsetninger ved Åfoss, Nyhus og Meltveit. For lokalisering, se det kvartærgeologiske kartet.

Seismic-refraction profiles of marine deposits. For location, see the Quaternary geological map.



HAVETS UTBREDELSE UNDER ISAVSMELTNINGEN
 The extent of the sea during the deglaciation

145 MARIN GRENSE, MOH.
 Marine limit, m.a.s.l.

Fig. 17. Havets utbredelse under isavsmeltingen med angivelse av MG-lokaliteter. Innfelt strandforskyvningskurve for Kilebygdområdet (modifisert etter Stabell 1980) og strandlinjediagram med projeksjonslinje AB.

The extent of the sea during the deglaciation with ML-localities marked. Inset: shore displacement diagram from the Kilebygd area (modified after Stabell 1980) and shoreline diagram with a projection line AB.

Utenom de store bassengene som er beskrevet ovenfor, fins det en rekke mindre dalsenkninger og fordypninger hvor de finkornige havavsetningene er relativt tynne. Lokalt kan det forekomme mektigheter på 15-20 m i de dypeste partiene, (Fig. 16).

Den opprinnelige fjordbunnen er enkelte steder bevart som flate, jevne leirsletter. Senere ravinedannelse og skred har imidlertid skåret opp og fjernet mye av de gamle landskapsformene. Ravinelandskapet er særlig utpreget proksimalt (vestsiden) av Geiteryggen og langs sørvestsiden av Nordsjø.

Kornfordeling og sortering i hav- og fjordavsetningene varierer en god del innen de forskjellige deler av kartbladet, (Fig. 7C). Mye av hav- og fjordavsetningene er dannet under isavsmeltingen da det var stor og vekslende tilstrømning av smeltevann og materiale til fjordbassengene. Under landhevningen førte elvenes graving, skred og andre massebevegelser til at hav- og fjordavsetningene på nytt ble transportert i suspensjon ut i fjordene og avsatt over sedimentene fra avsmeltingstiden.

I Nordsjøbassenget dominerer leirig silt med enkelte lag av finsand. Leirinnholdet varierer vanligvis mellom 10% og 25%. I kambro-silurområdene NØ på kartbladet (Gjerpen-Skiendalen) dominerer også leirig silt med et leirinnhold på 15-25 %. Skifer- og kalksteinsbergartene synes ikke å ha gitt opphav til noe mer leirholdige hav- og fjordavsetninger 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.

Forøvrig er hav- og fjordavsetningene i de mange små bassenger og dalsenkninger på kartbladet ofte preget av strandprosesser og nedvasking av materiale fra sidene. Dette har ført til høyere innslag av sand i materialet.

Strandavsetninger

Strandavsetninger ligger spredt i området. De er mest vanlig langs Nordsjø og Volls-fjorden hvor bølge- og strømkraften har fått virke. Mektigheten er vanligvis liten (mindre enn 2 m). Den dominerende kornstørrelse er sand, 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 er særlig utbredt i de småkuperte områdene, spesielt i de sentrale og nordøstlige deler av kartet. Mektigheten er liten, bortsett fra enkelte forsenkninger, og fjellblotningene er tallrike. Avsetningene er ofte påvirket av strandprosesser med innblanding av grovere materiale i finkornige havavsetninger. En blanding eller veksling med vasket morenemateriale kan også forekomme, særlig i mindre fordypninger og bassenger. På grunn av den varierende kornsammensetning er det vanskelig å angi kornstørrelsessymboler. Dette er derfor utelatt på kartet.

Forvittringsmateriale

Forvittringsmaterialet har liten utbredelse og fins hovedsakelig innen Oslofeltets kambrosiluriske bergarter i nordøst (Skiensdalen). Disse bergartene (skifer og kalkstein) forvitrer lett og gir et relativt usortert, finkornet forvittringsprodukt. Dette skyldes at opphavsbergartene smuldres ned til de opprinnelige kornene de er sammensatt av (leir-, silt- og sandpartikler). Kalksteinene er særlig utsatt for kjemisk forvitring og går lett i oppløsning. Næringsinnholdet i denne jorda er høyt og gir god grobunn for planter.

Innenfor grunnfjellsområdet, som dekker resten av kartbladet, er det meget sparsomt med forvittringsmateriale. De grovkrystallinske granittiske gneisene som dominerer området, gir et kantet, sandig-grusig forvittringsmateriale. Forvittringsblokker forekommer, særlig i svakhetssoner hvor bergarten er oppsprukket. Utbredelsen og mektigheten av forvittringsdekket i grunnfjellsområdet er så liten at det ikke er mulig å avgrense forvittringsmaterialet på kartet.

Ur (Talus)

Ur dekker små arealer, men forekommer ofte ved foten av bratte dalsider eller steile skråninger dannet langs de mange forkastnings- og sprekkesoner i området. De største urene fins i de nordlige deler av kartbladet, spesielt i nordvest, hvor relieffet er mest markert.

Torv- og myrdannelser

De fleste myrene er ganske små og fins hovedsakelig i de mange forsenkninger og bassenger i området. Formen av myrene avspeiler ofte berggrunnsstrukturene meget godt. Mange av myrene er lange og smale, og er med å fremheve det oppskårne landskapet med markerte strøk- og sprekkedaler. Myrene ligger vanligvis over et tynt løsmassedekke eller direkte på fjell i høyereliggende partier. I områder med hav- og fjordavsetninger er myrene stort sett oppdyrket. Dybdene av myrene er i liten grad undersøkt, men synes å variere fra 0,3 m til flere meter. Det er gjort pollenanalyser i to små myrer som er kalt Bergmyra (329591) og Langmyra (171562). Dybden i disse to var henholdsvis 2 og 7 m.

Under myrundersøkelsene som er gjort i forbindelse med utarbeidelsen av en landsplan for myrreservater i Norge (Flatberg 1971) er 3 myrer blitt kategorisert som særlig verneverdige. Disse myrene, Tveitstulmyra (138666), Orsjømyra (205635) og en myr nord for Gulset (317657), representerer sjeldne eller spesielle ombrotrofe myrtyper (myrer som i hovedsak får sin næringstilførsel på stedet fra nedbøren).

Fyllmasser

Fyllmasser er brukt om steintipper og andre fyllinger i forbindelse med bebyggelse, industri og flyplass (Geiteryggen). De største utfylte områdene ligger i Skien sentrum (337627) og ved Rafnes (335517).

Geokjemiske undersøkelser

AV PER RYGHGAUG OG BJØRN BERGSTRØM

Under den kvartærgeologiske kartleggingen ble det samlet inn 63 prøver fra forskjellige løsmassetyper, mens det i forbindelse med

den generelle geokjemiske kartleggingen er samlet inn bekkersedimenter og bekkemoser fra 196 lokaliteter. Prøvene er analysert på 20-29 grunnstoffer, og resultatene er lagret på magnetbånd ved NGU. Prepareringsmetodene er beskrevet i Ryghaug (1981) og Bergstrøm (1984).

Prøvetakingen og analyseringen av prøvene fra løsmassene er for ufullstendig til å gi et godt bilde av de geokjemiske forholdene på kartblad Kilebygd. I morenematerialet er de regionale variasjonene små, noe som blant annet skyldes den ensartede berggrunnsgeologien på kartbladet (Dons & Jorde 1978). Prøvene er for få og tatt for spredt til at lokale anomalier er fanget inn. For hav- og fjordavsetningene, hvor de fleste prøvene er tatt i Nordsjøbassenget, er det interessant å merke seg at disse inneholder de høyeste konsentrasjonene for flere av grunnstoffene (Al, Ba, Co, Fe, Mg, Mo, V og Zn). Det høyeste innholdet av molybden (Mo) er lokalisert omkring Mælum (243638). En lokal forekomst av molybden i fast fjell i dette området kan ha bidratt til disse høye verdiene. I så fall er dette noe overraskende, da hav- og fjordavsetningene i de nordlige deler av Nordsjøbassenget (Nordagutukartbladet) har en relativt homogen kjemisk sammensetning og i liten grad gjenspeiler de lokale forhold (Bergstrøm 1984).

Resultatet av bekkersedimentundersøkelsene er beskrevet av Ryghaug (1985). Flere geokjemiske anomaliområder fremkommer, men synes å ha sitt opphav i den underliggende berggrunnen mer enn i løsmassedekket. Gjennomsnittskonsentrasjonen for flere av grunnstoffene i bekkersedimentene er imidlertid tilnærmet lik de for løsmasseprøvene.

Radioaktivt avfallsmateriale fra gruvene i Fensfeltet har vært brukt som veimateriale på flere av skogsbilveiene i området mellom Henneseidvatnet (135530) og Ulefoss. Dette er registrert ved hjelp av radiometriske bilmålinger (Hatling 1984). Slikt avfallsmateriale er også registrert på veier ved Fossumgruven like ved Ulvsvatn (303677) (Ryghaug 1985). Dette kan helt lokalt ha miljømessige konsekvenser, uten at dette er undersøkt eller vurdert nærmere.

Isavsmelting og landhevning

De eldste brerandtrinnene

Under siste istids maksimum lå iskanten helt sør i Danmark, Fig. 1. Da avsmeltingen 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. 18) og er datert til ca. 12 300 år før nåtid (B.P.) (Sørensen 1979, 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. Randmorenene dukker opp igjen på Stråholmen og Jomfruland (Jansen 1982c). For ca. 10 600 år siden (Sørensen 1980, 1983) trakk breen seg hurtig tilbake fra Raet.

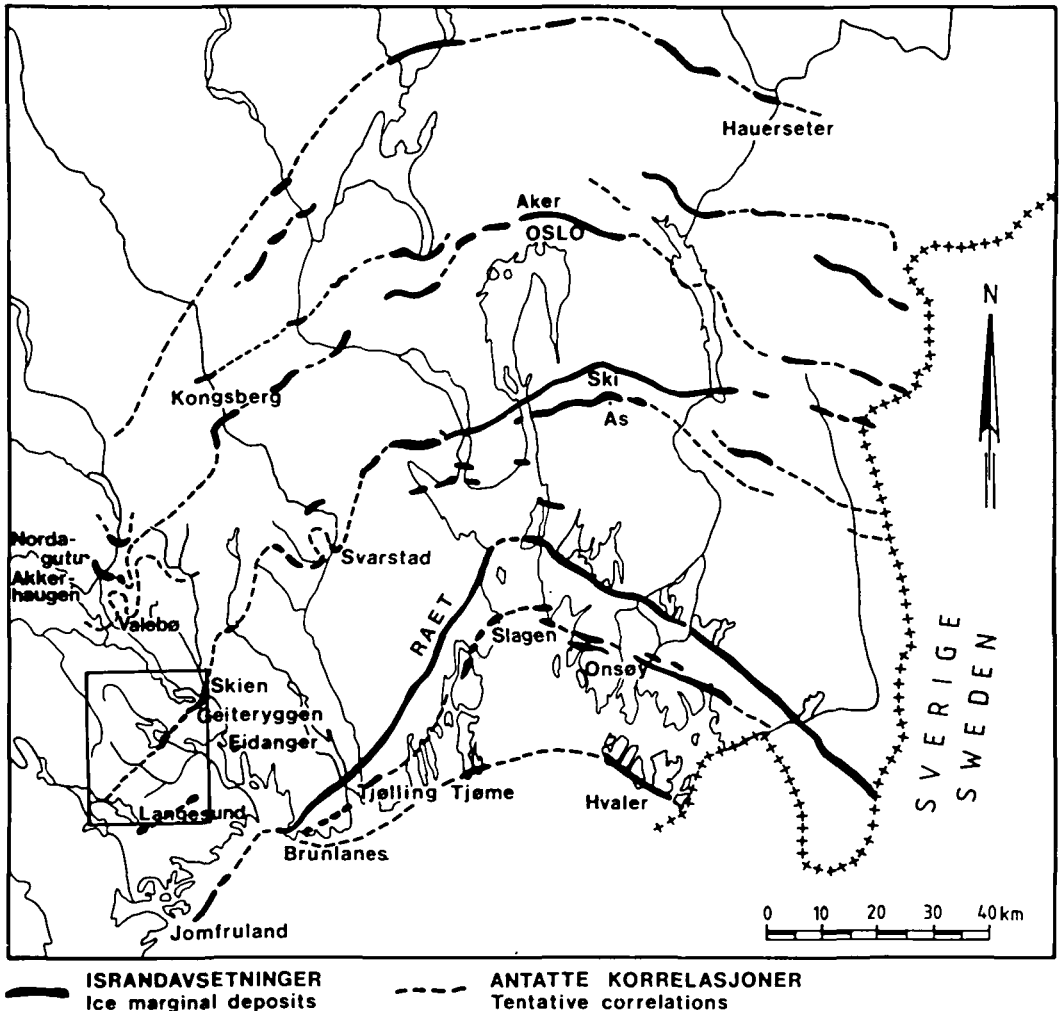


Fig. 18. Isavsmeltningsforløpet i Oslofjordområdet og den østlige del av Telemark. Modifisert etter Sørensen (1979, 1983). Kartblad Kilebygd er innrammet.

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 Kilebygd.

Eidangertrinn

Ved Eidanger, like sør for Porsgrunn, stoppet breen trolig opp en stund og en brerandavsetning ble dannet. Randlinjen er vanskelig å følge sørvestover inn på kartblad Kilebygd, men sannsynligvis er breelavsetningene ved Skogen (302438) og Mo (230400), like sør for Rørholt og kartbladgrensen (Fig. 18), dannet omtrent samtidig med Eidangeravsetningen.

Eidangertrinn er antatt å være 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.

Geiteryggtrinn

Etter Eidangertrinn trakk brekanten seg videre nordvestover til Geiteryggen ved sørenden av Nordsjø, Fig. 18. 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 liggende relativt lenge i ro og rykket muligens også noe frem igjen. Et stort og delvis komplekst delta ble avsatt her. Geiteryggtrinn er tidligere forsøkt korrelert med Skitrinn (Fig. 18) som er datert til ca. 10 000 år B.P. (Sørensen 1983).

På tvers av dalen, nord for Klyve (295580), ligger det en rygg av morenemateriale som delvis er dekket av hav- og fjordavsetninger. Ryggen er tolket til å være en randmorene som korresponderer med Geiteryggen. Også videre sørvestover ligger det randmorener som sannsynligvis tilhører samme randlinjen, som f.eks. øst og sør for Latåsen (260562).

Like øst for Kilevatn krysser en bueforment, relativt markert randmorene (258538) dalen ved Haugen, med den konkave siden vendt mot vest. Randmorenen er til dels ganske blokkrik i overflaten, særlig på sørsiden av dalen, og har stedvis ganske klar ryggform. En skjæring på tvers gjennom den 3-4 m høye moreneryggen på nordsiden av veien viser sandig/grusig morenemateriale med en del stein (Fig. 19). Materialet er ganske hardpakket, men enkelte løsere og bedre sorterte partier med en del innbakt stein og blokk viser at en del breelvmateriale er innblandet i ryggen.



Fig. 19. Randmorenerygg (258538) øst for Kilevatn, sett mot vest.

Marginal moraine ridge (258538) east of Kilevatn, looking west.

Randlinjens videre forløp sørvestover fra Kilevatn er vanskelig å spore da det ikke fins klare brerandavsetninger i dette området. En del små breelvterrasser ligger spredt i de mange smådaler i området, men beliggenhet og form tyder på at disse ikke nødvendigvis er avsatt i direkte kontakt med brefronten. Fronten kan i mange tilfelle ha ligget et stykke innenfor i dalen, men ikke lenger vekk enn at smeltevannet herfra kunne følge dalen ut til havet og bygge opp et delta der til MG-nivå.

En liten morenerygg (218468), 4-5 m høy, ligger på tvers av den trange dalen sør for Krokvatnet. Et lite massetak viser usortert morenemateriale med en del stein og blokk. Ryggen kan muligens være en indikasjon på frontens beliggenhet under Geiteryggtrinn i de sørvestlige deler av kartbladet. Det samme gjelder en breelvvifte (200443) og noe tykk morene som ligger ved Åmundtjern (197442), selv om det her ikke er noen spor etter iskontakt. Strandlinjeundersøkelsene i området tyder imidlertid på at disse avsetningene er litt eldre enn Geiteryggtrinn eller at de er dannet i en tidlig fase av dette trinnet.

Avsmeltingen etter Geiteryggtrinn

Etter Geiteryggtrinn trakk brefronten i Nordsjøbassenget seg tilbake til Valebø, nord for Kilebygd (Fig. 18) med en hastighet på 75-150 m pr. år. Her ble det igjen dannet randavsetninger som kan tyde på et opphold i tilbaketrekkingen (Bergstrøm 1984). I området sør for Nordsjø ligger det derimot enkelte breelavsetninger

som må være dannet i denne første perioden etter Geiteryggtrinnnet, som f.eks. ved Henneseid, Høydal-Moen og Solstad. Ingen av disse gir imidlertid noen klare indikasjoner på markerte opphold i tilbakesmeltingen. Lokalt har det sannsynligvis vært kortvarige opphold eller minking i hastigheten betinget av topografiske forhold, som f.eks. ved Henneseid (128490) hvor en plutselig avsmalning av dalen skulle tilsi at fronten ble hengende en kort stund her før den trakk seg videre tilbake. Også i dalen ved Høydal (155564), hvor breen demte opp små bresjøer, er en slik kortvarig stans mulig.

Den videre avsmeltingen av den nordvestlige del av kartbladet foregikk raskt. Da brefronten i Nordsjøbassenget hadde trukket seg tilbake til Romnes-Valebø (9 850-9 900 år B.P.), var trolig hele kartblad Kilebygd isfritt.

Yngre brerandavsetninger ved Akkerhaugen og Nordagutu er datert henholdsvis til 9 800-9 750 år og 9 600-9 700 år før nåtid (Bergstrøm 1984). Akkerhaugentrinnnet er forsøkt korrelert med Akertrinnnet i Osloområdet (Fig. 18), mens Nordagututrinnnet har en sannsynlig alder mellom Akertrinnnet og Hauersettertrinnnet.

Strandlinjediagram

Etter som breene smeltet ned og iskanten trakk seg tilbake innover i landet, fulgte havet etter og oversvømte de områder som lå under marin grense (MG), Fig. 17. De fleste spor etter MG i det kartlagte området er små brelveldeltaer og vifter som ble bygget opp til datidens havnivå. Høyden på MG i de forskjellige områder er av interesse for datering og korrelering av israndavsetningene og til hjelp ved rekonstruksjonen av isavsmeltningsforløpet. Metoden forutsetter at avsetningene brukt til bestemmelse av MG ble dannet umiddelbart etter avsmeltingen og at nivåer som korreleres representerer samtidige havnivå.

For det kartlagte området er det forsøkt å konstruere et diagram over de høyeste strandlinjene (Fig. 17) basert på egne data fra nedre Telemark (Bergstrøm 1984), samt strandlinjemålinger fra Lågendalen og Oslofjordområdet (Jørgensen & Sørensen 1979, Sørensen 1979). Strandlinjediagrammet er lagt langs et profil A-B på Fig. 17 på tvers av isobasene (linjer gjennom punkter med lik

hevning). Da landhevningen har vært større innover i landet, får strandlinjene en helning sørover mot kysten. Gradienten for Geiteryggtrinnets strandlinje er beregnet til 0,95 m/km.

Under isavsmeltingen ble de sørøstlige områdene på kartbladet først isfrie, og strandlinjen herfra er derfor eldst og ligger høyest i diagrammet, 2,5-3 m høyere enn Geiteryggtrinnets strandlinje. Med en beregnet strandforskyvning (landhevning) på ca. 6 m pr. 100 år (se strandforskyvningskurven, Fig. 17), betyr dette at den eldste strandlinjen er ca. 50 år eldre.

Geiteryggtrinnets strandlinje indikerer at MG-terrassene ved Moen (157552) og Kallestad (218503) kan korreleres med Geiteryggen. Derimot er de relativt høye terrassenivåene ved Høydal (155565), som ligger like under Geiteryggtrinnets linje, trolig noe yngre. Dette høye strandlinjenivået skyldes sannsynligvis en lokal oppdemning av en bresjø (se side 19).

De yngre strandlinjene ved Klyve (288578) og Teksle (141642) er henholdsvis 5 og 7 m lavere enn Geiteryggtrinnets linje, det vil si ca. 80 og 120 år yngre. En sammenligning med strandlinjediagrammet fra kartblad Nordagutu (Bergstrøm 1984) viser at viftene ved Teksle er dannet noenlunde samtidig med brelvavsetningene ved Mo, nord for Skien. Det har tatt 200-250 år fra de første områdene i SØ på kartbladet smeltet frem til hele kartblad Kilebygd var isfritt (9 850-9 900 år siden).

Strandforskyvning

På grunnlag av data fra søndre Vestfold (Henningsmoen 1979) og Porsgrunn-Kragerøområdet (Stabell 1980) er det konstruert en strandforskyvningskurve som tilnærmet skulle være gyldig innen kartblad Kilebygd (Fig. 17). I følge denne kurven sank havnivået jevnt og hurtig de første 1 500 år med en gjennomsnittlig hastighet på ca. 6 m pr. 100 år. For ca. 8 000 år siden flatet kurven ut og den gjennomsnittlige senkningen fra da av og frem til i dag har bare vært 0,5-0,6 m pr. 100 år. I dag er senkningen av havnivået eller landhevnningen ca. 2 mm pr. år (0,2 m pr. 100 år).

Spor etter tidligere havnivåer fins fra MG og ned til dagens nivå. Ved sørøstenden av Nordsjø, langs kilen inn til Løveid (294638), er det funnet marine skjellbanker i en høyde

mellom 25 og 35 m o.h., beskrevet av blant annet Brøgger (1900) og Øyen (1906). Trømborg (1974) antok at disse bankene ble avsatt omtrent samtidig med molluskskalene i Sauherad som ble C-14 datert til $7\ 620 \pm 160$ og $7\ 910 \pm 120$ år før nåtid. I følge strandforskyvningskurven (Fig. 17) er dette en for høy alder på når havet sto i denne høyden. Dette kan skyldes at skallene er 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

I et forsøk på å få en sikrere aldersbestemmelse av isavsmeltingen i det kartlagte området, er det foretatt pollenanalyser og C-14 dateringer av organisk materiale fra bunnen av to myrer, Langmyra (170562) og Bergmyra (329591). Pollendiagrammene i de to myrene viser i hovedtrekk den samme vegetasjonsutvikling i perioden like etter at isen smeltet vekk. Bare ett diagram (Lang-

myra) er derfor valgt presentert i denne beskrivelse, Fig. 20.

Langmyra ligger sørvest for øvre Hautgjern ca. 155 m o.h. I bunnen er det avsatt sandig grus under sortert sand som trolig er avsatt i forbindelse med den brede sjøen (se side 19) og i perioden like etter. De øverste sandlagene inneholder en del pollen som viser at da disse lagene ble avsatt, hadde bjørkeskogen vandret inn og allerede begynt å etablere seg i området. Det relativt lave innhold av urter (23%) tyder på at bjørkeskogen var blitt så tett at den skygget for den lyskrevende flora. Innslag av furu (Pinus) skyldes fjerntransport av pollenkorn med vinden.

I gytjelaget over sanden øker innholdet av bjørk (Betula) noe, og når sin maksimale prosentverdi på ca. 6,5 m dyp. Videre oppover i profilet skjer det en nedgang i verdiene, og den øverste del av pollenprofilen viser at den tette bjørkeskogen gradvis blir redusert og delvis erstattet av furuskog.

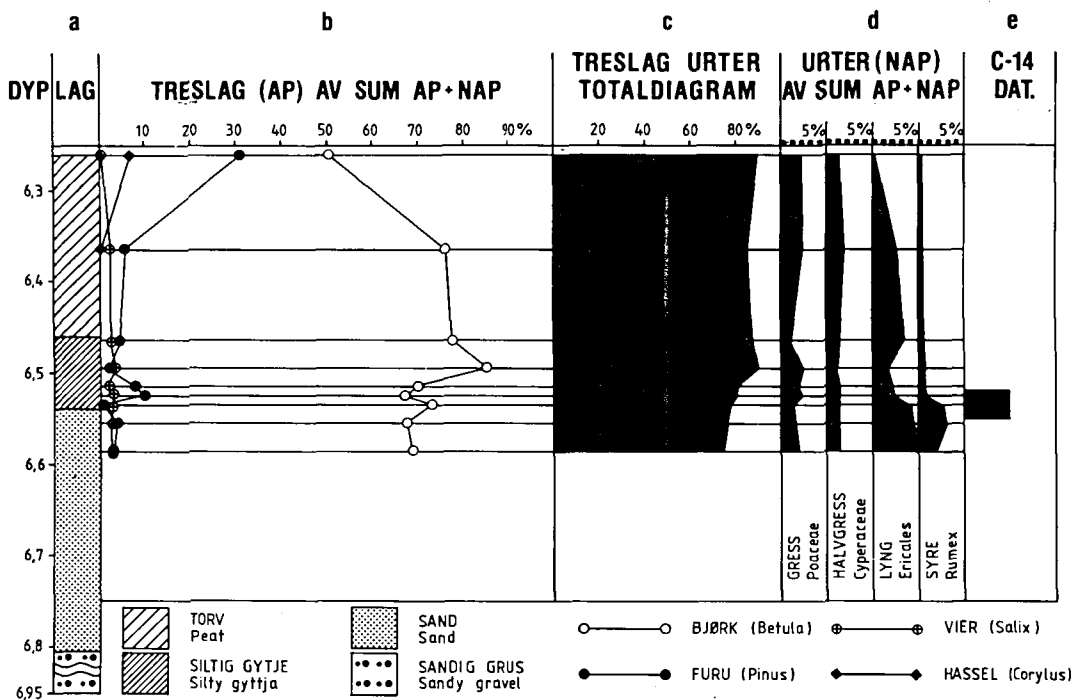


Fig. 20. Pollendiagram fra Langmyra (170562). Diagrammet viser fra venstre: a) Lagdeling, b) innhold av forskjellige treslagspollen beregnet i prosent av det totale antall pollen fra trær (AP) og urter (NAP), c) totaldiagram som viser forholdet mellom treslagspollen (skravert) og urtepollen (ikke skravert), d) innhold av forskjellige urtepollen, e) C-14 datering.

Pollen diagram from Langmyra (170562). The diagram shows from the left: a) Stratigraphy; b) the content of different species of trees as a percentage of the sum of pollen from trees (AP) and herbs (NAP); c) diagram showing the relation between pollen from trees (shaded) and herbs (not shaded); d) content of different of herbs; e) C-14 dating.

C-14 datering av siltig gytje på 6,55 m dyp ga en alder på $9\,090 \pm 170$ år før nåtid (B.P.). Dette gir en minimumsdatering for når isen forsvant fra området ved Langmyra. Imidlertid mangler det aller eldste organiske materiale, 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 den omtrentlige alder på når bjørkeskogen hadde sin maksimale utbredelse.

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 tabellrisk oversikt over løsmassenes egnethet til forskjellig bruk.

Dyrkningsjord

De begrensede jordbruksarealer som fins på kartblad Kilebygd er hovedsakelig knyttet til hav- og fjordavsetningene. I området langs Nordsjø er en del av ravinlandskapet blitt liggende brakk eller plantet til med skog på grunn av mekaniseringen i jordbruket. Ved bakkeplanering kan disse arealene gjenvinnes for oppdyrking. Slike inngrep virker imidlertid inn på stabilitetsforholdene og skredfaren må derfor vurderes i de enkelte områder.

Byggegrunn

Størstedelen av kartbladet består av bart fjell eller tynt og usammenhengende løsmassedecke som vanligvis gir gode grunnforhold. Breelavsetningene er også velegnet som byggegrunn, men nedbygging av slike områder kommer ofte i konflikt med andre former for utnyttelse, som f.eks. grusuttak, grunnvannsutttak, avfalldeponering, friluftsområder m.m. Geiteryggen er et godt eksempel på dette (se side 15). Den nære beliggenhet til Skien og de gode grunnforhold gjør området meget attraktivt som bolig- og utbyggingsområde. Det er derfor viktig med en fornuftig arealplanlegging og forvaltning

av denne betydningsfulle sand- og grusforekomsten, slik at den kan disponeres på en ressursmessig best mulig måte.

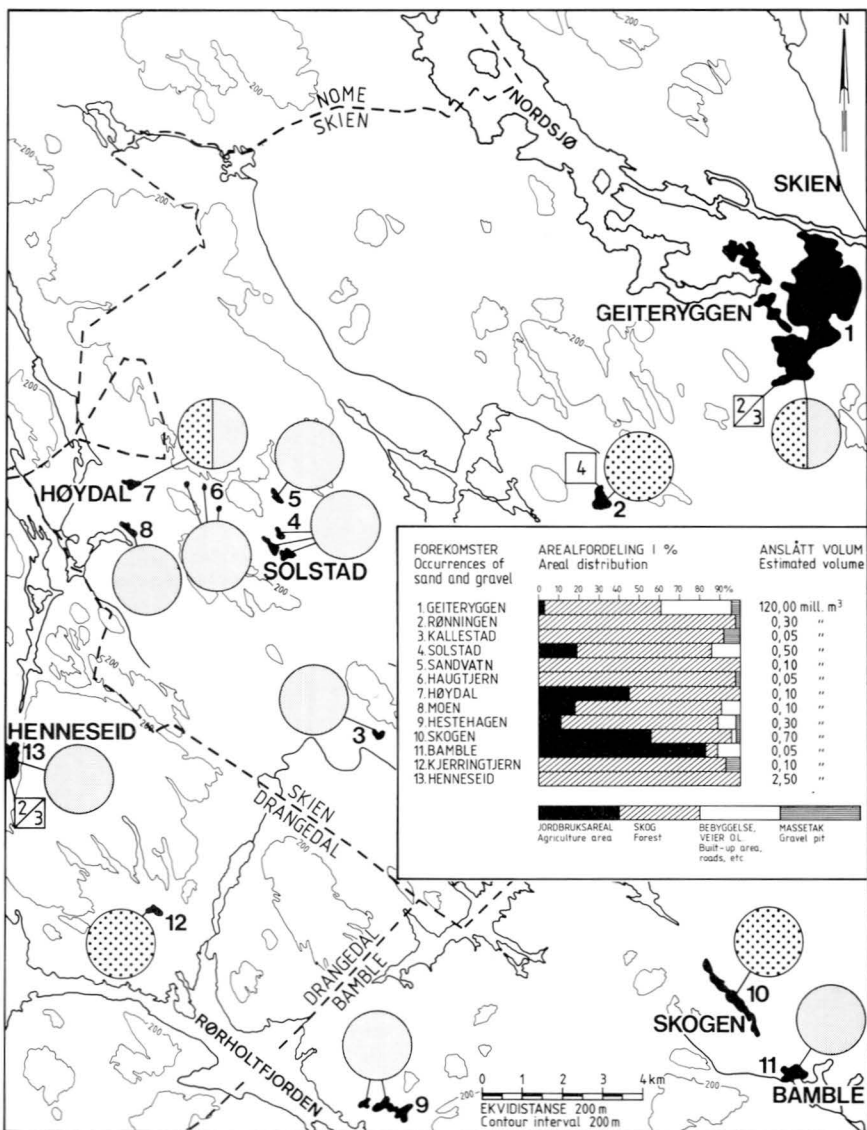
Mindre gode eller dårlige grunnforhold fins hovedsakelig bare i områder med hav- og fjordavsetninger, spesielt i bratte leireområder med fare for utglidninger eller skred. Langs Nordsjø kan stabiliteten i steile raviner være så dårlig at geotekniske undersøkelser bør utføres før eventuell utbygging.

Byggeråstoff

De største og viktigste sand- og grusforekomstene i området er breelavsetninger som hovedsakelig ligger i de store dalførene. På kartblad Kilebygd er forekomstene, bortsett fra Geiteryggen, stort sett meget små og bare av lokal interesse.

Breelavsetningene er tidligere beskrevet (side 15), og det vil derfor i dette kapitlet hovedsakelig bli lagt vekt på vurderinger av størrelse og kvalitet av de viktigste forekomstene (Fig. 21). Det er utarbeidet et Grusregister for Telemark som både gir en oversikt over ressurssituasjonen i fylket (Lie 1983) og inneholder en del opplysninger om de enkelte forekomster (Kleiven et al. 1982). Data fra grusregisteret kan fåes ved Fylkeskartkontoret i Telemark.

Geiteryggen. Denne brerandavsetningen ved enden av Nordsjø representerer den største og viktigste sand- og grusressursen i den nedre del av Telemark. Volumet er grovt beregnet til å være ca. 120 mill. m³ basert på data fra Johansen (1980) og seismiske målinger utført av Noteby A/S og A/S Geoteam (A/S O. Kjøseth), Fig. 21. Et mektighetskart og tverrprofil over Geiteryggen viser at tykkelsen av sand og grus over fjell kan komme opp i over 100 m (Fig. 10). Geiteryggen er komplekst oppbygget, og kornsammensetningen varierer en god del innen de forskjellige delene av avsetningen (side 15). Lag av sand og grus med noe stein er dominerende, men innslag av finkornig materiale som silt og finsand forekommer, særlig i de midtre og nordlige deler (side 15). Den mekaniske kvaliteten på sand- og grusmaterialet er god og sprøhets- og flisighetsanalyser viser at massene faller innenfor klassene 2 og 3, dvs. den beste og nestbeste kvalitetsklassen (Fig. 21). Innholdet av kvartsitt i fraksjon 32-64 mm er ca. 40%, mens gneis-/granittinnholdet ligger på ca.



SAND OG GRUSFOREKOMSTER
Occurrences of sand and gravel

KORNSTØRRELSE
Grain size

- HOVEDSAKLIG SAND (~80%)
Mainly sand (~80%)
- SAND OG GRUS (SAND ~80%)
OFTE MED INNHOLD 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)

KVALITETSKLASSE
Classification

- 2 MEGET GOD
Very good
- 3 GOD
Good
- 4 MIDDELS GOD
Moderately good
- 5 MINDRE GOD / DÅRLIG
Relatively poor / low quality

Fig. 21. Sand- og grusressurser. Anslått volum, kornstørrelse, mekanisk styrke og arealfordeling. Modifisert etter Kleiven et al. (1982).

Sand and gravel resources. Estimated volume, grain-size, mechanical strength and areal distribution. Modified after Kleiven et al. (1982).

50%. Betongprøvestøpning med tilslagsmateriale fra Skyggestein grustak (327600) har også gitt gode resultater. Dette tyder på at massene i Geiteryggen stort sett er godt egnet til både vei- og betongformål, bortsett fra partiene med relativt høyt innslag av fin-kornig materiale.

Over halvparten av Geiteryggen er skogbevokest, men store deler av øst- og nordøst-siden er bygget ned. Flyplassen dekker nærmere 15% av arealet og båndlegger store deler av de mektige sentrale partier av ryggen. Grustakene dekker ikke så store arealer (3-4%), men de som er i drift utgjør en direkte ulempe for områdene omkring (støy- og støvplage). I tillegg fins det en rekke andre former for anvendelse av Geiteryggavsetningen som f.eks. bil- og speedwaybane, veier, søppelplass, kraftlinje, fri-luftsliv og kirke med gravplass. Med så mange forskjellige interesser knyttet til en forekomst, kan det lett oppstå arealbrukskonflikter.

Rønningen. Breelevterrassen (273562) består hovedsakelig av sand med en del sandige gruslag i mellom. Volumet er beregnet til ca. 0,3 mill. m³ (Fig. 21). Sprøhets- og flisighetsanalysene viser at materialet er relativt sprøtt (sprøhetstall 58) som gjør at materialet faller innenfor klasse 4, middels kvalitet. Innholdet av gneis/granitt i fraksjon 32-64 mm er ca. 75% og kvartsitt 25%.

Kallestad. Terrasseformet avsetning (218503) som hovedsakelig består av sand med enkelte gruslag. Partier med silt forekommer. Volumet er beregnet til ca. 0,05 mill. m³

Solstad-nedre Sandvatnet. Breelevterrassene ved Solstad (195545) består vesentlig av sortert sand med en del silt/ finsandlag. Volumet er anslått til å være ca. 0,5 mill. m³. Ca. 20% av området nærmest gården er jordbruksareal.

Terrassene ved nedre Sandvatn er også hovedsakelig bygget opp av sand. Volumet er beregnet til ca. 0,1 mill. m³.

Øvre Haugtjern-Høydal. I dalen (155563) ligger det en del spredte erosjonsrester av sandige-grusige breelevavsetninger. Volumet er vanskelig å beregne, men anslått til å

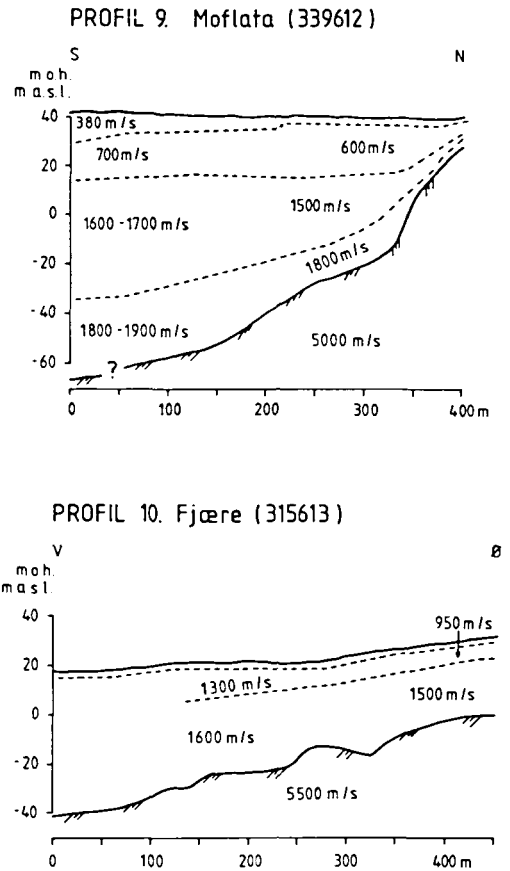


Fig. 22. Seismisk profiler (refraksjon) over Moflata og Fjære, henholdsvis øst og vest for Geiteryggen. For lokalisering, se det kvartærgeologiske kartet. Tegnforklaring på Fig. 13.

Seismic-refraction profiles of Moflata and Fjære, east and west of Geiteryggen, respectively. For location, see the Quaternary geological map. Legend, see Fig. 13.

være ca. 0,15 mill. m³. Forekomstene er bare av lokal interesse til bruk på veier og fyllmasser.

Moen. Moenterrassen (Fig. 14) består hovedsakelig av sortert sand (middels sand). Boringer viser at terrassen ligger på en fjellhulle og har en mektighet på 9-10 m i de sentrale deler. Volumet er beregnet til ca. 0,1 mill. m³.

Rørholt. Ved Hesthagen (223408) ligger det en breelevavsetning som inneholder mye sand med grovere lag av grus i enkelte partier. I topplaget dominerer silt og finsand. Mektigheten er relativt liten, men er størst øst for Hesthagen hvor tykkelsen er mer enn

3 m enkelte steder. Volumet er anslått til å være ca. 0,3 mill. m³. Massene er kun av lokal interesse.

Skogen. Breelvmateriale er avsatt i dalen mellom Nennset (301452) og Bamble (317418) og synes å være grovest i de nordlige deler hvor sand/grusig sand er dominerende. Grustak i sør viser mer finstoffholdig materiale med dominerende finsandlag. En boring ved Skogen viser 13 m med sand/finsand over 8 m med grov sand/grus over fjell. Innholdet av gneis/granitt er nesten 70%, mens innholdet av kvartsitt bare er ca. 10%. Volumet er beregnet til ca. 0,7 mill. m³.

Henneseid. Breelvdeltaet (128490) er beregnet til å ha et volum på ca. 2,5 mill. m³. Materialet består vesentlig av sand og sandig grus, men innslag av silt i enkelte partier forekommer. Boringer viser mektigheter på over 18 m. Sprøhets- og flisighetsanalysene (Fig. 21) viser relativt gode resultater (klassene 2 og 3), men det høye innholdet av granittiske bergarter (90%) gjør at materialet er noe sprøtt.

Andre avsetninger. I tillegg til de beskrevne lokalitetene er det en del små forekomster av sand og grus spredt utover kartbladet som er så små og ubetydelige at de har liten interesse for praktisk utnyttelse, unntatt til lokalt bruk. To av disse er tatt med på Fig. 21, Bamble (317418) og Kjerringtjern (163457).

Tippmateriale fra gruvene i Fensfeltet bør ikke brukes som pukk eller fyllmasser til veier eller under grunnmurer på grunn av faren for radioaktiv stråling og forurensning (Bergstrøm 1984).

Grunnvann i løsmasser

Mulighetene for uttak av grunnvann fra løsmasser innenfor kartblad Kilebygd er vurdert av Østmo (1979). Den største muligheten for store vannuttak (1000-5000 l/min) fra enkle rørbrønner er i Geiteryggområdet ved Skien. Selve Geiteryggen synes å være tørr, bortsett fra en forsenkning i fjelloverflaten under de nordøstlige deler av flyplassen hvor grunnvannet trolig drenerer nordvestover til dalføret mot Åfoss (312626) (Johansen 1980). Ellers drenerer grunnvannet ned

til hver sin side av Geiteryggen, henholdsvis mot Fjære (316613) ved Nordsjø i vest og elvesletten (Moflata) (338615) i øst. Boringer og seismikk ved Fjære tyder på at det under de finkornige hav- og fjordavsetningene fins permeable sand- og grusmasser som står i forbindelse med både Geiteryggavsetningen og vannet i Fjærekilen (Nordsjø). Mulighetene for store uttakbare grunnvannsmagasiner med direkte infiltrasjon fra Nordsjø skulle da være gode. Også på østsiden av Geiteryggen, nede på elvesletten, skulle betingelsen for grunnvannsuttak være til stede, men grunnvannsspeilet ligger i følge Johansen (1980) her langt dypere (30-35 m) enn ved Fjærekilen (3-5 m).

Mulighetene for store grunnvannsreservoarer innen kartbladet forøvrig er begrenset. Det er få steder med breelv- og elveavsetninger av noen størrelse hvor grunnvannet står i forbindelse med vassdrag med mulighet for naturlig infiltrasjon fra disse. Mulige forekomster fins blant annet ved Solstad (195545), nedre Sandvatnet (192560) og Høydal (155565). En breelvvavsetning med selvmatende grunnvannsmagasin (Østmo 1979) ligger ved Henneseid og kan være egnet til uttak av grunnvann ved gravde brønner eller grøfter i ytterkant av avsetningen (Østmo 1979).

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. Da de fleste breelvvavsetningene innen kartbladet er små og har liten utbredelse, er mulighetene for en slik utnyttelse begrenset. Geiteryggen er godt egnet til et slikt formål, men ulempene ved avfallsdeponering fører lett til konflikter med de mange andre bruksinteressene. Elveavsetninger har vanligvis for liten mektighet og høyt grunnvannsnivå til å egne seg for infiltrasjon. Strandavsetningene i området er for små og tynne til slikt bruk. Finstoffattig morenemateriale med en viss tykkelse kan være brukbar, men forekommer bare som meget få og spredte forekomster.

I områder med tette hav- og fjordavsetninger, som f.eks. deler av Nordsjøområdet, kan kontrollert avrenning benyttes. Drenerende lag av sand kan imidlertid vanskeliggjøre en slik utnyttelse.

Summary

Bedrock and landscape

The area covered by map-sheet Kilebygd 1713 III is situated in Telemark, southeastern Norway (Fig. 1). The bedrock in the region consists of four main units (Fig. 4): 1. Precambrian rocks, mainly gneiss, amphibolite and quartzite. 2. Vendian (Eocambrian) rocks of the Fen area, consisting of carbonates and feldspathoid-rich rocks. 3. Cambro-Silurian rocks, mainly sandstone, shale and limestone. 4. Permian rocks in the Oslo region, mainly plutonic rocks (Iarvikite, alkali syenite). The topography is noticeably influenced by the bedrock and its structure is characterized by a hilly, undulating terrain dissected by narrow joint-controlled valleys.

The ice movements

The oldest detectable ice movements in the area were directed towards SSE (Fig. 6) and dated from the maximum extent of the last glaciation. The ice divide on Hardangervidda was situated east to southeast of the watershed (Fig. 1). During the deglaciation the ice flow gradually turned towards the 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.

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 till deposits are divided into gravelly, sandy and silty till on the basis of the silt/clay contents of the fraction <19 mm (Figs. 7A and 8). Gravelly till is the most

common type in the area. The clay content is usually less than 2%. The lithological composition of the fraction 4-8 mm usually reflects the nature of the local bedrock. Fragments of Precambrian rocks dominate in the till samples (Pl. 1B).

Glaciofluvial deposits

During the deglaciation large amounts of meltwater drained laterally and subglacially along the main valleys or in the direction of these valleys. The largest glaciofluvial deposit, Geiteryggen, developed in front of the valley glacier in Nordsjø during a phase of stagnation in the ice recession. Geiteryggen is a complex ice marginal ridge, partly built up to sea-level (about 145 m a.s.l., Fig. 10). Most of the other glaciofluvial deposits in the area are very small, but of interest, due to the fact that they often give good indications of the marine level during their formation (Fig. 17). The glaciofluvial deposits consist mainly of sand and gravel (Fig. 7B) and their lithological compositions are generally comparable with those of the tills (Pl. 1B).

Ice-dammed lakes

During the deglaciation the Haugtjerna basin was dammed by an ice lobe from the valley in the west. The ice lake drained towards the southeast through an overflow channel c. 155 m a.s.l. A lower ice lake in the Høydal basin, west of Haugtjerna, drained southward to Nymoen with a pass-point about 136-137 m a.s.l. Fine-grained sediments are absent.

Fluvial deposits

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

Marine deposits

During the deglaciation the sea followed the receding glaciers, and the fiords reached far up the valleys (Fig. 17). Fine-grained material was transported in suspension and sedimented distally to the glaciofluvial deposits. In the Nordsjø basin thicknesses mostly vary

between 1 and 25 m, but can locally reach 60 m at the eastern end of Nordsjø. Generally, the marine sediments have no lamination as the individual grains flocculated during the sedimentation. In many of the narrow fiord valleys, as in Nordsjø basin, 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 their thickness is generally less than 2 m. The marine shore deposits consist mainly of sand and are usually underlain either by fine-grained marine sediments or by bedrock.

Weathering material

The weathering products of the Cambro-Silurian shales and limestones are mainly fine-grained material (clay, silt and fine sand). In areas of Precambrian rocks weathering material occurs in some of the fracture zones and consist mainly of gravel and stones.

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 hilly areas. 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. The contents of 20-29 elements have been determined.

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 *Tjøme-Hvaler Moraine* dated to c. 12,300 years B.P. (Fig. 18), and the *Onsøy-Slagen Moraine* c. 11,300 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. The deglaciation of the mapped area started probably during this period and the first ice-free areas were in the southeast.

After the Eidanger event, the general direction of the ice recession was towards the northwest. 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.

During the *Geiteryggen event*, 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. Small marginal moraines southwest of Geiteryggen and east of Kilevatn are correlated with the Geiteryggen delta, which probably corresponds to the Ski Moraine, dated to c. 10,000 years B.P. (Fig. 18).

After the Geiteryggen event, the ice-front retreated rapidly towards the north and northwest (75-150 m/year). Small ice-front terraces in the western and northwestern part of the mapped area indicate only short, local halts in the ice recession. The position of these accumulations has been influenced mostly by topographic factors. Based on the shoreline diagram and shoreline displacement (Fig. 17), the youngest MG-terraces at Tekle are dated to be about 80-120 years younger than the Geiteryggen event, i.e. 9,900 years B.P. This indicate that the mapped area was ice-free about 9,850-9,900 years ago.

The subsequent ice recession in the north-

hern areas (map-sheet Nordagutu) is discussed in Bergstrøm (1984). In the Nordsjø basin there was a short halt in the ice retreat at Romnes-Valebø, dated to 9,850-9,800 years B.P. At Akkerhaugen, at the northern end of Nordsjø, a prominent ice-front accumulation with corresponding lateral moraines is tentatively correlated with the Aker Moraine and dated 9,800-9,750 years B.P. After the Akkerhaugen event the ice-front retreated to *Nordagutu* where the large latero-frontal deltas were deposited about 9,600- 9,700 years ago.

An *equidistant shoreline diagram* (Fig. 17) has been constructed on the basis of marine limits in the mapped area and data from the Oslofjord region. Approximate gradients of the younger lines are 0,9 m/km.

A *shorelevel displacement curve* for the Kilebygd area has been drawn (Fig. 17) 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 6 m per century.

A *pollen diagram* with a C-14 dating is presented in Fig. 20.

Potential of superficial deposits for different utilization

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

Etterord

Kornfordelingsanalyser og kjemiske analyser er foretatt ved NGU's laboratorier. Pollenanalysene er utført av P.U. Sandvik 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 geokjemiske undersøkelser er utarbeidet i samarbeid med henholdsvis S. Dahlgren og P. Ryghaug. A. Reite, K. Bakkejord og O. Longva har lest manuskriptet og kommet med forslag til forbedringer, mens D. Roberts har korrigert den engelske teksten. L. Øverby har renskrevet deler av 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

- Augedal, H.O. 1981: Jønnevall, Skien kommune, kvartærgeologisk kart BYCC 030-10. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Augedal, 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.
- Bergstrøm, B. 1980: Helgja, kvartærgeologisk kart BWX 029.030.20. *Nor. geol. unders.*
- Bergstrøm, B. 1984: Nordagutu. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1713 IV - M 1:50 000 (med farge trykt kart). *Nor. geol. unders. Skr. 57*, 1-44.
- Bering, B. & Olsen, R. 1978: Geologisk fører for Grenland. Telemark Geologiforening. Wergeland-Porsgrunn. 95 pp.
- Brøgger, W.C. 1900: Om de sen-glaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet (Mollusk-faunaen). *Nor. geol. unders. 31*, 1-731.
- 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.*
- Flatberg, K.I. 1971: Myrundersøkelser i fylkene Vestfold, Buskerud, Telemark og Oppland. Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, rapport, 62 pp.
- Hansen, A.M. 1910: Fra Istidene. Vest-Raet. *Nor. geol. unders. 54*, 265 pp.
- Hatling, H. 1985: Radiometriske bilmålinger i Vestfold og Telemark. *Upubl. NGU-rapport 85. 132* (i trykk).
- 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 strandfor-skyvningskurve fra søndre Vestfold. *Fortiden i søkelyset*. Laboratoriet for Radiologisk Datering, 239-247.
- Jansen, I.J. 1978: Skien kommune, Geiteryggen, kvartærgeologisk kart BYCC 028-10. Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole.
- Jansen, I.J. 1979: Skien kommune, Voll, kvartærgeologisk kart BYCC 027-10. Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole.
- Jansen, I.J. 1980: Skien kommune, Geiteryggen, kvartærgeologisk kart BYCC 028-10. Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole.
- Jansen, I.J. 1982a: Lifjellområdet - kvartærgeologisk og geomorfologisk oversikt. *Kontaktutvalget for vass-dragsreguleringer, rapport 44*, 51 pp.
- Jansen, I.J. 1982b: Solum, Skien og Bamble kommuner, kvartærgeologisk kart BYCC 027028-20. Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole.
- Jansen, I. J. 1982c: Jomfruland og Stråholmen, kvartærgeologisk kart 1:10 000. Telemark Distriktshøgskole.
- Jansen, I.J. 1983: Telemark, kvartærgeologisk kart. Geo 01. 1:250 000. Naturatlas for Telemark. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Johansen, T.E. 1980: Geofysiske undersøkelser av kvartære sedimenter i Geiteryggen-Nenset-området ved Skien, Telemark. Hovedoppgave Univ. i Oslo, 167 pp. Upubl.
- Jørgensen, P. & Sørensen, R. 1979: Late Glacial and Holocene deglaciation and sedimentation in Lågendalen, southeastern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr. 59*, 337-343.
- Kleiven, A., Lie, K.T. & Olsen, K.S. 1982: Grusregisterkart Kilebygd 1713 III-M 1 : 50 000. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Lie, K.T. 1983: Grusregisteret for Telemark. Fylkeskartkontoret i Telemark, 1-67.
- Reite, A.J. 1983: Trondheim. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1621 IV - M 1:50 000 (med farge trykt kart). *Nor. geol. unders. 391*, 1-44.
- Ryghaug, P. 1981: Geokjemi i løsmasser. *NGU-rapport 1633/05*, 45 pp + bilag.
- Ryghaug, P. 1985: Sporelementer og hovedelementer i bekkessedimenter. Kartblad Kilebygd 1713 III. *NGU-rapport 85.060*, 13 pp + bilag.
- Stabell, B. 1980: Holocene shorelevel displacement in Telemark, southern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr. 60*, 71-81.
- 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.
- Vorren, T.O. 1977: Weichselian ice movement in South Norway and adjacent areas. *Boreas 6*, 247-257.
- Østmo, S.R. 1979: Beskrivelse til vannressurskart "Grunnvann i løsavsetninger" -blad 1713 III Kilebygd M 1:50 000. Spesiell rapport nr. 15. *Nor. geol. unders.*
- Østmo, S.R. & Olsen, K.S. 1979: Skotfoss, Skien kommune, kvartærgeologisk kart BYCC 029-10. Fylkeskartkontoret i Telemark.
- Øyen, P.A. 1906: Det sydlige Norges "boreale" strandlinje. *Forh. Vidensk. Selsk. Krist. 1906.1*, 1-39.

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 1:15 000. Bildeseriene er nr. 245, 329, 427 og 470, fotografert av Nor-Fly A/S i årene 1964-1967, og nr. 5557, 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. Til høydemålinger er benyttet et Paulin høydebarometer.

Boringer

Sonderboringer i løsmassene er utført med en Pionjær støtbormaskin med 25 mm sonderstenger og til prøvetakingen er anvendt gruskannebor.

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 skuddpunkter langs en profillinje kan bølgenes gang gjennom avsetningene bestemmes. De seismiske hastighetene i løsmasser øker med økende vanninnhold og pakningsgrad. Det er derfor mulig 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
Leire 1 100-1 800 m/s	Morene 700-1 500 m/s
Morene 1 500-2 800 m/s	
Fjell 4 000-6 000 m/s	

Kornfordelingsanalyser

På de innsamlede 75 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 database for sedimentologiske analyser i Trondheim, seri-

enr. 001-80, 008-80, 013-80, 017-81, 130-81, 132-81, 133-81, 135-81, 136-81 og 037-84.

Bergartsbestemmelser

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

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. Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform kan beskrives ved angivelse av et flisighetstall. Dette defineres som forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Sprøhets- og flisighetstallene brukes sammen og gir et orienterende bilde av materialets brukbarhet til veiformål.

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 ble det benyttet et 54 mm stempelbor. Pollenprepareringen av det gytjeholdige 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. 5 570 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 høy-

produktive 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 løsmassedekke, men enkelte arealer med tynt dekke av næringsrik forvitningsjord er også egnet til dyrkning. I de nordlige landsdeler og i høyreliggende 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. Stor deler av våre landarealer har et tynt, sammenhengende løsmassedekke. 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 begrenset til silt- og finsandrike løsmasstyper. 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. breelvasetninger, 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 breelvasetninger. 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 tet-

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

Grunnvann i løsmasser

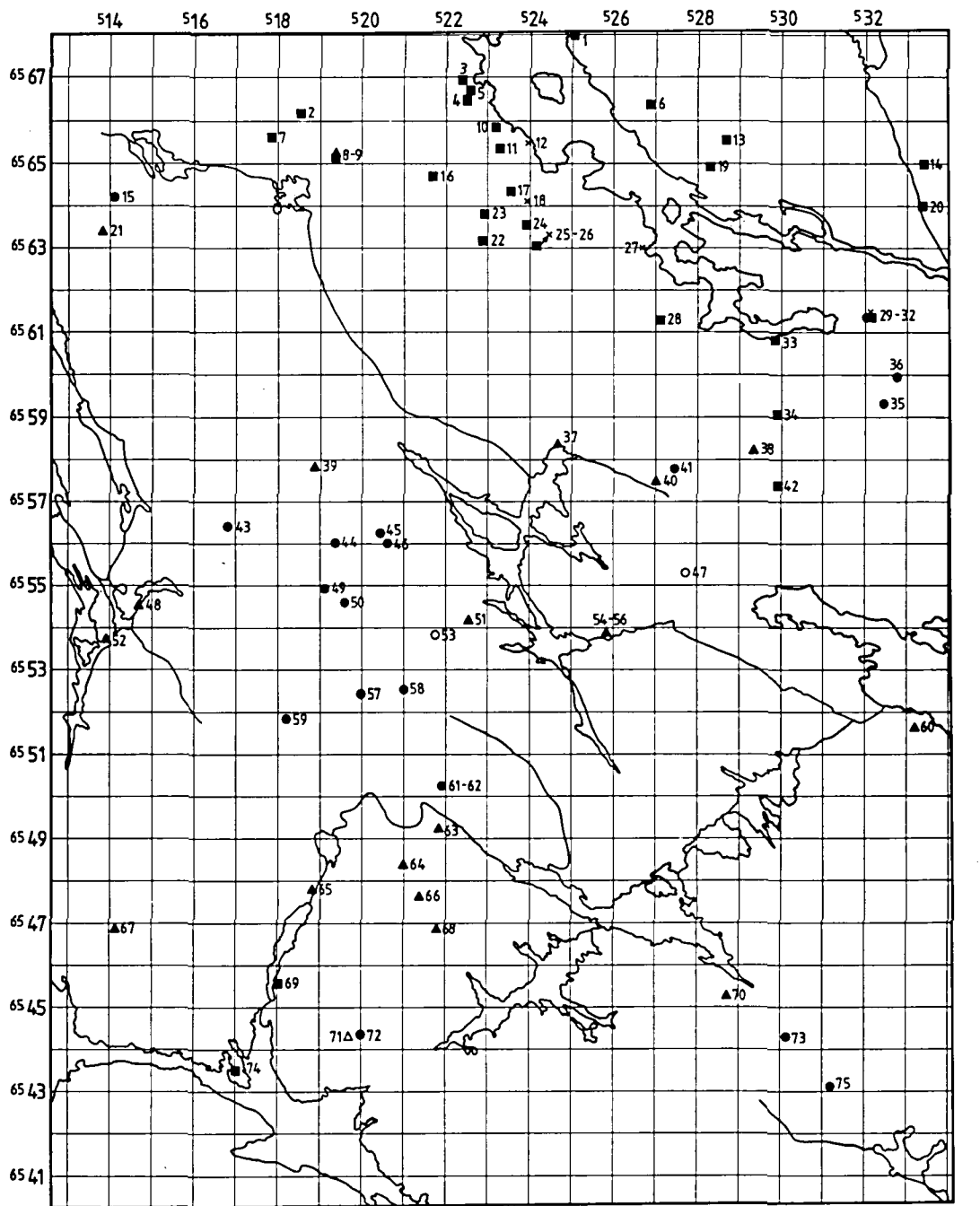
Under grunnvannspeilet er alle hulrom (porene) mellom partiklene i løsavsetningene fylt med vann. Om en avsetning er egnet for grunnvannsuttak er bestemt av grunnvannspeilets beliggenhet og løsmassenes effektive porøsitet (hvor mye uttagbart vann en avsetning kan inneholde) og permeabilitet (avsetningens evne til å slippe vann gjennom). En avsetnings effektive porøsitet og permeabilitet er bestemt av partikkelens 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 benyttes 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. Grunnvannspeilet 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 kornstørrelse og lagdeling. De beste masser vi kjenner 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.



TEGNFORKLARING
Legend

▲ MORENEMATERIALE
Till

● BREELVAVSETNINGER
Glaciofluvial sediments

○ ELVEAVSETNINGER
Fluvial sediments

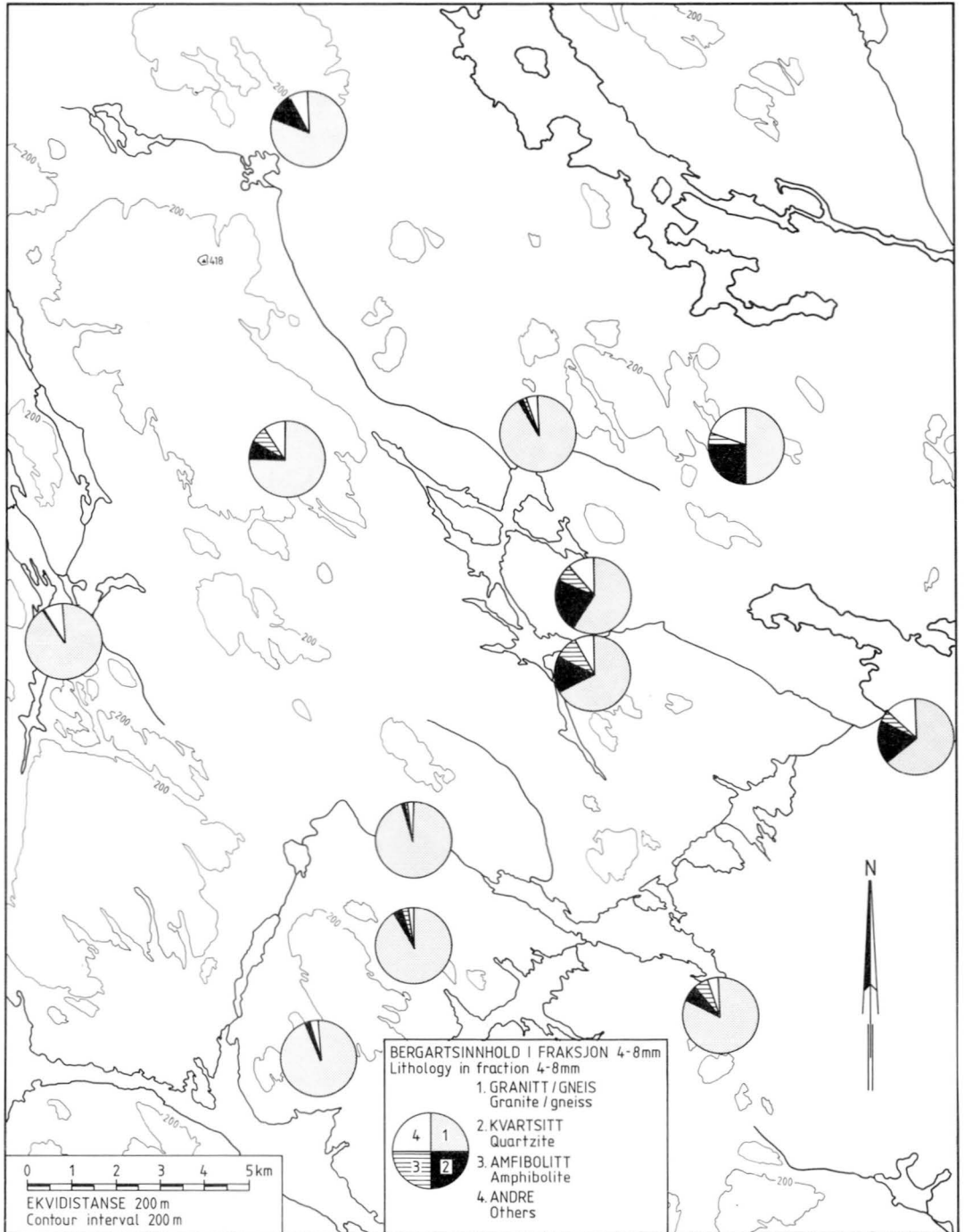
■ HAVAVSETNINGER
Marine sediments

* STRANDAVSETNINGER
Marine shore deposits



Plansje 1

A. Prøvelokaliteter
Sample localities



B. Bergartsinnhold i morenemateriale

Lithological content of the till.

KILEBYGD

1713 III

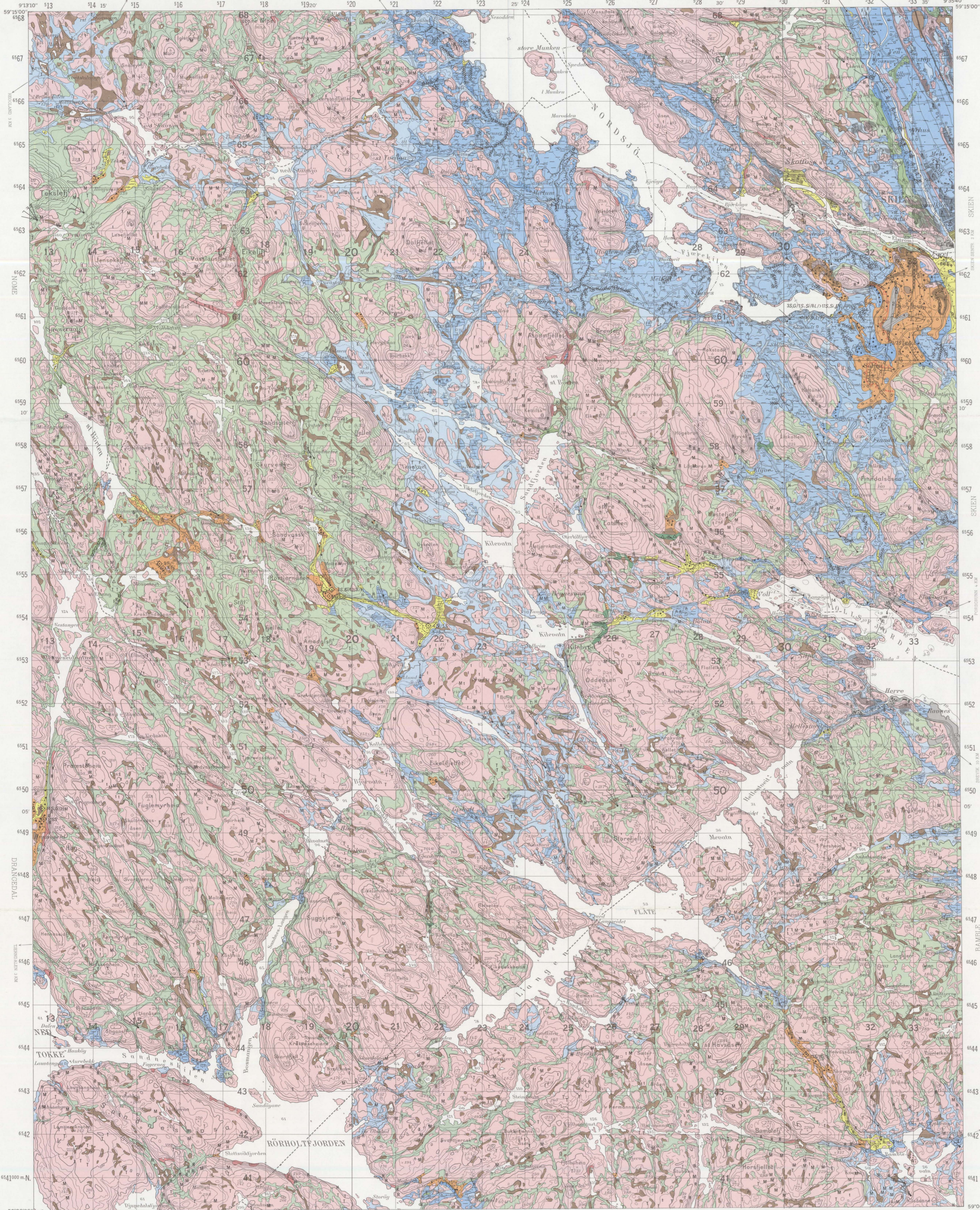
KVARTERGEOLOGISK KART 1:50.000

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

TELEMARK FYLKE

NOME

SKIEN



TEGNFORKLARING Legend

- LØSMASSER**
Superficial deposits
MORÆNEMATERIALE SAMMENHENGENDE DEKKE, STEDVIS MED STOR MEKTIGHET
Till, continuous cover, locally of great thickness
MORÆNEMATERIALE USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGGRUNNEN
Till, discontinuous or thin cover on bedrock
RANDMORÆNE RANDSONE
Marginal moraine/Marginal zone
BREELVAVSETNINGER (GLASFLUVIALE AVSETNINGER)
Glacial/fluviol deposits
RYGGFORMET BREELVAVSETNING, DANNET I TUNNELL ELLER SPREKK I ISEN (ESKER)
Esker
ELVE- OG BEKKEAVSETNINGER (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 BERGGRUNNEN
Marine deposits, discontinuous or thin cover on bedrock
FORVITTRINGSMATERIALE
Weathering material
UR (TALUS)
Talus
TORV- OG MYRDANNELSER (ORGANISKE MATERIALE)
Organic deposits
FYLLMASSER (LØSMASSER TILFØRT ELLER STERKT PÅVIRKET AV MENNESKER)
Anthropogenic material

BART FJELL Exposed bedrock

- BART FJELL
Exposed bedrock
LITEN FJELLBLØTNING
Small exposure of bedrock

SMÅ ELLER VANSKELIG AVGRENNBARE AVSETNINGER I OMRÅDER DOMINERT AV ANDRE LØSMASSER/BART FJELL Sporadic deposits in areas dominated by other superficial deposits or exposed bedrock

- M MORÆNEMATERIALE
Till
B BREELVAVSETNINGER
Glacial/fluviol deposits
E ELVE- OG BEKKEAVSETNINGER
Fluvial deposits
H HAV- OG FJORDAVSETNINGER BORTSETT FRA STRANDAVSETNINGER
Marine deposits, shore deposits not included
U STRANDAVSETNINGER
Marine shore deposits
F FORVITTRINGSMATERIALE
Weathering material
R LØSMASSER AVSATT VED STEINSPRANG
Rock fall material
T TORV- OG MYRDANNELSER
Organic deposits
I HUMUSDEKKE TYNT TORVDEKKE OVER BERGGRUNNEN
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

LØSMASSENES MEKTIGHET OG LAGFØLGE Thickness and stratigraphy of superficial deposits

- G = Grus (Gravel), S = Sand (Sand), Sl = Silt (Silt), L = Leir (Clay) M = Morene (Till), Fj = Fjell (Bedrock)
DEN KARTLAGTE AVSETNING ER 2 M MEKTIG
The thickness of the mapped deposit is 2 m
DEN KARTLAGTE AVSETNING ER MEKTIGERE ENN 3 M
The thickness of the mapped deposit exceeds 3 m
DEN KARTLAGTE AVSETNING ER 2 M MEKTIG, UNDER ER DET GRUS MEKTIGERE ENN 1 M
The thickness of the mapped deposit is 2 m, this is underlain by gravel which exceeds 1 m

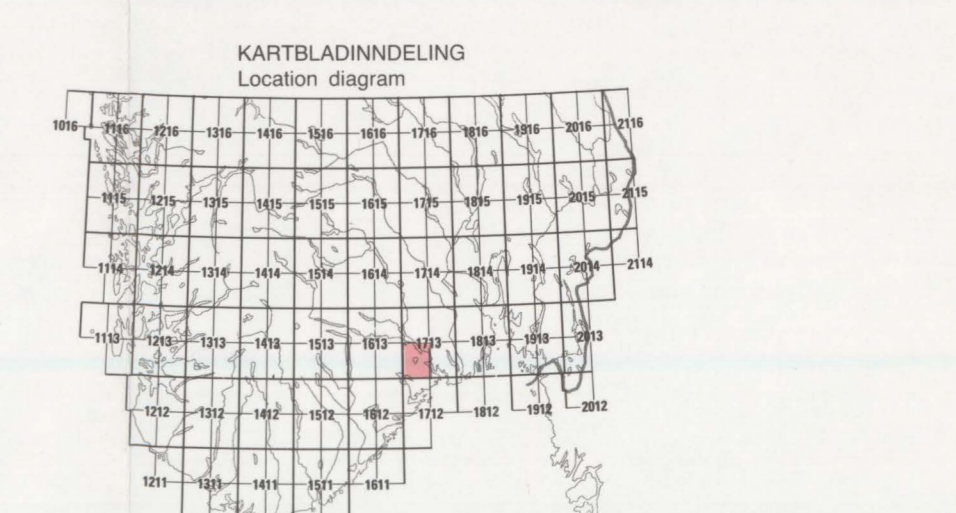
ISBEVEGELSESTRETTNING Direction of ice movement

- SKURINGSSTRİPE, BEVEGELSE MOT OBSERVASJONSPUNKET
Glacial striae, movement towards the observation point
KRYSSENDE SKURINGSSTRİPER, ØKENDE ANTALL HAKER MED ØKENDE RELATIV ALDER
Crossing glacial striae, increasing number of ticks with increasing relative age
RELATIV ALDER UDETERMINERT
Relative age undetermined
ISSKURINGSSTRİPER INNENFOR EN SEKTOR
Glacial striae within a sector
SIGDBRUDD
Crescentic gouges

ANDRE SYMBOLER Other symbols

- OVERLØP OVER PASSOMRÅDE
Drainage channel crossing a water-divide
ISKONTAKTSKRÅNING
Ice-contact slope
LITE GJEL
Small canyon
RAVINE
Gully
NEDSKJÆRING AV ELV (ELLER BREELV)
Fluvial (or glacial/fluviol) erosion brink
TERRASSEKANT
Terrace
SKREDGRØP
Slide depression
MARKERT HAUG ELLER RYGG
Prominent hump or ridge
HAUG OG RYGGFORMET OVERFLATE
Surface with mounds and ridges
RYGG I LØSMASSER
Ridge in superficial deposits
HOYT BLOKKNHOLD I OVERFLATEN
High frequency of blocks
KILDE
Spring
KILDEHØRSØNNE-SØNE MED GRUNNVANNsutSLAG
Filtration spring
SEISMISK PROFIL
Seismic profile
MASSETAK
Gravel pit
BOREHULL
Borehole

Kvartergesologisk kartlag 1979-81 av H. O. Augedal, B. Bergström, A. Hvalby, J. Hole, J. Jansen, K. S. Olsen, K. Ribber, H. Svein, E. Sørensen, M. Thoresen og S. R. Østmo.
De nordvestre deler av kartet er utarbejdet på grunnlag av de kvartergesologiske kartbladene VOLL BYCC 027, GETTERRYGGEN BYCC 028, SKOTTFOS BYCC 029 og JØNNEVALL BYCC 030, M. 1:10.000. Disse kartene er laget i samarbeid mellom Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark distrikthøgskole, som en del av 'Prosjekt telemark', Telemark.
Sammenlignet av K. Ribber og B. Bergström.
Prosjektleder: B. Bergström



Kartgrunnlag
Reprografi
Trykk
Forlag

Norges geografiske oppmålings kart etter tilretteleggelse
Norges geologiske undersøkelse
A.S. Adresseveien, Trondheim 1984
Universitetsforlaget

KRAGERØ

RÖRHOLTJORDEN

BAMBLE

SKIEN

Målestokk 1 : 50.000

Ekvidistanse 20 m

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

SONEBELTE	MÅSTREKKE	ESKEMÅL	ÅSKILLING	TO GIVE A STANDARD REFERENCE ON THIS SHEET TO NEAREST 100 METERS
32 V	100 km rute (Op. 10 km ruter)	NL		Read letters identifying 100.000 meter square in which the point lies
100 KM RUTE	Faste ruter i 100 km ruter Avstand derhelt i sider av rute	2	9	Locate first VERTICAL grid line to LEFT of 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
100.000 M SQUARE IDENTIFICATION	Faste ruter i 100 km ruter Avstand derhelt i sider av rute	5	0	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
MUTTELINJE	Den 100 m ruten punkt med 100 m skilning Referanse til SONEBELTE og RUTENETT	NL30502		SAMPLE REFERENCE If reporting beyond 10' in any direction, prefix Grid Zone Designation
SMÅ RUTENETT	SMÅ ruter i 100 km ruter Avstand derhelt i sider av rute	33VNL30502		INDICATE THE SMALLER SQUARE of any grid number; these are for linking the full coordinates. Use ONLY THE LARGER square of the grid number