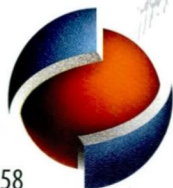


# NGU



Geologi for samfunnet siden 1858

SKRIFTER 115

## PORSGRUNN

Kvartærgeologisk kart

1713 II - M 1:50 000

Beskrivelse



# PORSGRUNN

## Kvartærgeologisk kart 1713 II

M 1:50 000

## Beskrivelse

*Bjørn Bergstrøm*

Bergstrøm, B. 1995: Porsgrunn. Quaternary geological map AMS M711 - 1713 II, scale 1:50,000 with description (in Norwegian).

*Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 114, 1-40.*

The superficial deposits within the map-sheet Porsgrunn southeastern Norway, are classified and described. Most of the hilly areas are dominated by exposed bedrock or a thin and discontinuous cover of till. Ice movements and the course of deglaciation are reconstructed. The oldest ice movements were towards the south, later turning towards SSE and SE. Features associated with glacial events marking small advances or halts of the ice-front during the deglaciation in the Younger Dryas time have been detected within the map-area. The Ra Moraines, dated to 11,000-10,600 years B.P., is the most marked end moraine complex. The Eidanger marginal deposit is tentatively correlated to the Ås Moraines, dated to 10,300-10,400 years B.P. The mapped area was ice-free about 10,000 years ago. Short accounts are given on shorelines, shorelevel displacement and the history of vegetation and climate in the postglacial period. The potential for different utilization of the superficial deposits is also briefly discussed.

*B. Bergstrøm, Norges geologiske undersøkelse, Postboks 3006, Lade, N-7002 Trondheim, Norway.*

*K. Henningsmoen, Geologisk Institutt, Universitetet i Oslo, Postboks 1047, 0316 Oslo 3, Norway.*

## Innhold

Forord	1	Isavsmeltning	23
<b>Generell del</b>	<b>2</b>	Landhevning (K. Henningsmoen og B. Bergstrøm)	27
Kvartærgeologi og løsmasser	2	Vegetasjon og klima etter siste istid (K. Henningsmoen)	28
Det kvartærgeologiske kartet	5	Løsmassenes egnethet til forskjellig bruk	32
<b>Spesiell del</b>	<b>9</b>	Summary	35
Berggrunnsoversikt	9	Etterord	36
Landformer	11	Litteratur	37
Løsmassebeskrivelse	12	Tillegg	39
Isbevegelse	23		

## Forord

Den kvartærgeologiske kartleggingen på kartblad Porsgrunn ble utført i 1980-1985 av NGU og Fylkeskartkontoret i Telemark. Strandforskyvning og vegetasjonshistorie er undersøkt og beskrevet av Kari Henningsmoen.

Beskrivelsen til kartblad Porsgrunn er delt i to hoveddeler. Den generelle delen gir en kort innføring i kvartærgeologi med oversikt over løsmassenes dannelse og en generell definisjon og beskrivelse av det kvartærgeologiske kartet. I den spesielle delen er det gitt en oversikt over berg-

grunn, landformer og isbevegelser før de enkelte løsmassetypene beskrives. Isavsmeltningen 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 Tillegg. Det er også tatt med en del eksempler på anvendelse av løsmassene.

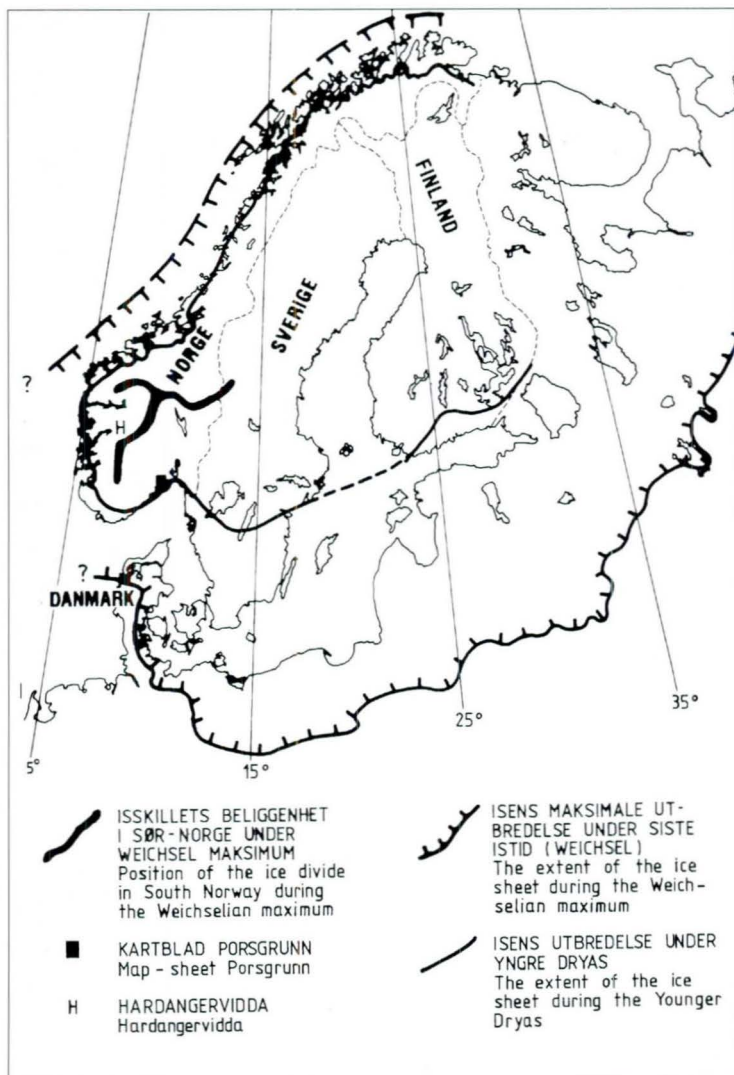
# Generell del

## Kvartærgeologi og løsmasser

*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, kommuni-

kasjonsnett, uttak av grunnvann, søppelplasser, resipient 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 115.000 år siden. Svingninger i klimaet under denne istid førte til at isens utbredelse og mektighet varierte ganske meget, og det har vært perioder da innlandsisen var delvis borte. Den største utbredelse i Weichsel nådde isen for 18-

Fig. 1. Isens utbredelse under Weichsel maksimum og yngre dryas.

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

20.000 år siden da den dekket hele Skandinavia, og tykkelsen i de sentrale deler trolig var opp til 3000 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 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 ØstFinmark (Fig. 1). Det finnes også yngre markerte brerandtrinn dannet i preboreal tid ca. 9000-10.000 år før nåtid. Den endelige avsmeltingen av de sentrale deler av isdekket skjedde hurtig, og for ca. 8500 år siden var stør-

stedelen 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 isavsmeltingen skyldes et samspill mellom disse faktorene. I Norge har den isostatiske hevingen hovedsakelig vært større enn den eustatiske, med unntak av enkelte ytre kystområder. Dette har ført til at mange områder, som under og etter isavsmeltingen var hav- og fjordbunn, nå er blitt tørt

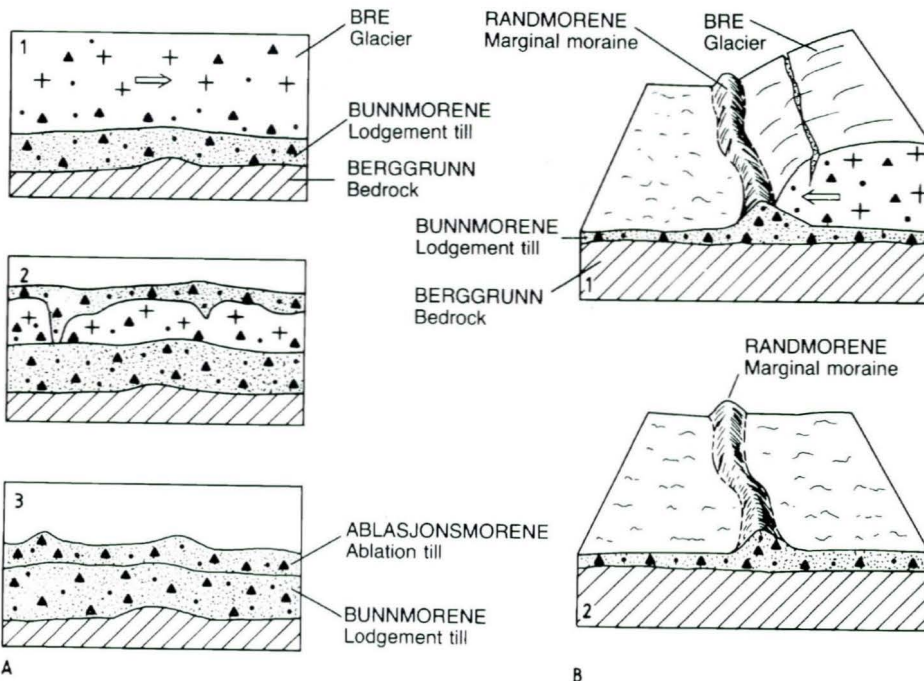


Fig. 2

A. Dannelse av morenemateriale.

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

B. Dannelse av randmorener.

1. Breen rykker frem og skyver sammen en rygg av morenemateriale.
  2. Randmorenen etter 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).

land. Det øverste nivå hvor havet har stått etter at isen smeltet vekk, kalles den *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 (glasiale 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 *glasiale 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 oppkussning 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 nedkussning. 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 smeltevannsløp

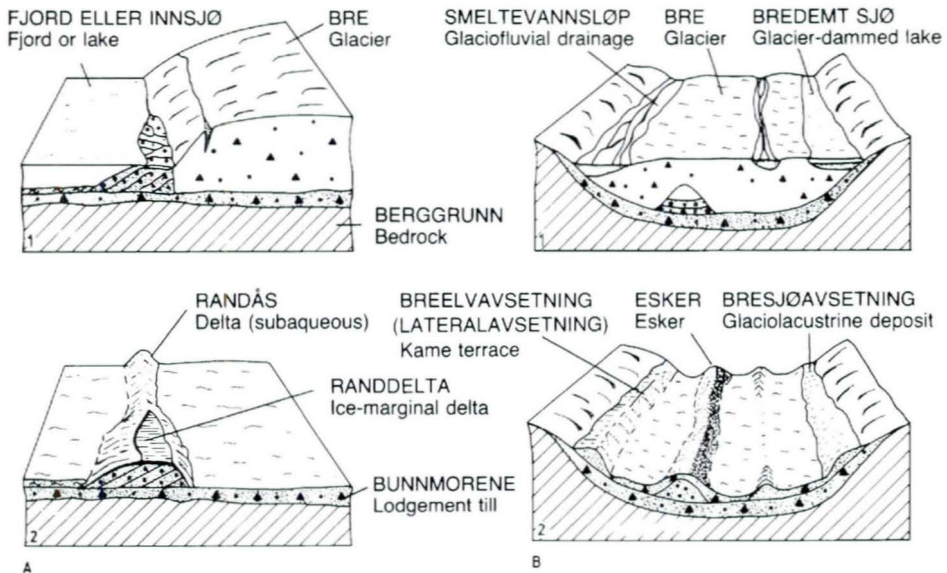


Fig. 3

A. Dannelse av breelavsetninger i fjorder og innsjøer.

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

B. Dannelse av andre breelavsetninger.

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

A. *Glaciofluvial sediments deposited in fjords and lakes.*

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

B. *Other glaciofluvial deposits.*

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

pene (esker, kame, lateralterrasser), mens en stor del ble ført med smeltevannsstrømmene helt ut til brefronten og spylt ut der. I forbindelse med bretrandrinnene, da iskanten lå mer eller mindre i ro, ble det dannet særlig store avsetninger av sand, grus og stein. Der breelvene munnet ut i havet fikk massene mange steder tid til å bygge seg opp som delta til datidens havnivå (MG). De groveste massene ble vanligvis avsatt i skrålag nærmest iskanten, mens de fineste silt- og leirkornene ble ført lengere ut i havet og avsatt i horisontale lag på bunnen (hav- og fjordavsetninger). De store bretrandavsetningene er senere hevet, og de gamle breelvdeltaene fins i dag som terrasseformete avsetninger. Breelvavsetningene som ikke rakk å bli bygget opp til MG fins som randåser på tvers av dalførene, Fig. 3A. Breelvavsetningenes beliggenhet er ikke bare knyttet til dagens vassdrag. Ved innlandsisens gradvise nedsmelting ble vannets dreneringsveier 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 høgfjellet 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. Landhevingen 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 landhevingen ble løsmassene i strandsonen mer eller mindre påvirket av bølgevasking og strømmer. Enkelte steder ble mye av finmaterialet skyllet vekk og avsatt i forskninger på havbunnen. Marine strandavsetninger fins i områder hvor bølgeerosjonen fikk virke ganske fritt. Elve- og bekeavsetninger 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.

Forviringsmateriale er løsmasser dannet på stedet ved kjemisk eller mekanisk nedbrytning. I bratte dal- og fjellsider har det gått ras, steinsprang og skred som har gitt opphav til skredmateriale. 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

Kvartærgeologiske kart med beskrivelser viser løsmassenes utbredelse og dannelsesmåte, delvis deres sammensetning, egenskaper og overflateformer. Dessuten gir kartene informasjon om 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, sammenhengende 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 berggrunnsforskninger kan mektigheten være mer enn en halv meter.

*Randmorenerygg* brukes som betegnelse på ryggformete israndavsetninger (endomorener og sidemorener), Fig. 2B. Kornfordelingen i randmo-

rener kan variere meget. Avsetningene består vesentlig av morenemateriale. Stedvis opptrer breelavsetninger i vekslning med morenemateriale, særlig i endemorenene.

*Breelavsetning* (Glasifluvial avsetning) består av løsmasser avsatt av strømmende smeltevann fra isbreer. Den 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.

*Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet*, 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 uforstyrrete leiravsetninger ved en overflatekartlegging.

*Marin strandavsetning, sammenhengende dekke* 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 fjordavsetning og strandavsetning, 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.

*Elve- og bekkeavsetning* (Fluvial avsetning) er dannet etter istiden ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt materiale. Disse avsetningene har mange fellestrekk med breelavsetningene, 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.

*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.

*Skredmateriale (rasmateriale), sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet* brukes om steinsprangmateriale som ur (talus) eller vifter av steinskred-, flomskred- og snøskredmateriale. Ur består vesentlig av skarpkantede stein og blokker som er løsnet i fjellet ovenfor. Talus er en mer omfattende betegnelse på avsetninger av nedrast

materiale på grunn av tyngdekraften i bratte dalsider (Holmsen 1979).

*Skredmateriale (rasmateriale), usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen* brukes i bratte fjell- og dalsider om et blandingsmateriale av nedrast forvittrings- og morenemateriale med innslag av ur (talus) og organisk materiale. Som regel fins tallrike blotninger.

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

*Fyllmasse* (antropogent materiale) 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 eller vanskelig avgrensbare avsetninger i områder dominert av andre løsmasser/bart fjell

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

## Kornstørrelse

Kornstørrelse for sorterte avsetninger er angitt etter visuell bedømmelse i felt. Det foretas en skjønnsmessig helhetsvurdering, og det er den dominerende kornstørrelse nær markoverflaten som er vist. Symbolene representerer derfor ikke punktobservasjoner. Ofte vil kornstørrelsen variere mot dypet. Inndelingen av kornstørrelsene i fraksjoner er oppgitt i kartets tegnforklaring. Ved omtalen av sorterte avsetninger angis den dominerende fraksjon i substantivform. Dersom andre fraksjoner inngår med mer enn 10%, er disse omtalt i adjektivform, f.eks. sandig grus (grus dominerer, sand utgjør mer enn 10 %, andre fraksjoner mindre enn 10 %). For usorterte avsetninger (f.eks. morenemateriale) er kornstørrelser ikke vist på kartet, men blokkrik overflate og store enkeltblokker kan være angitt.

## Mektighet og lagfølge

Opptrer 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 til-

strekkelig. Mektighet og lagfølge er angitt med tall og bokstavsymboler for henholdsvis dyp og kornstørrelse eller avsetningstype der hvor data foreligger. Dataene er oftest basert på studier av veiskjæringer, grustak, elvenedskjæringer, 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 bueformete riss (parabelriss) og bruddformer (sigdbrudd) i fjelloverflaten. Isen kan også utforme selve fjelloverflaten med langstrakte, ryggformete svaberg (rundsva). Rundsva har en slak støtside og en brattere leside. Drumlin er en langstrakt, strømlinjeformet morenerygg avsatt mens isen var i bevegelse. Ryggene kan være bygd opp omkring en kjerne av fjell. Lengdeaksen viser isbevegelsesretningen på den tid dannelsen fant sted.

## Overflateformer

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

*Iskontaktskråning* er en skråning i løsmateriale dannet mot en iskant.

*Elve- eller bekkenedskjæring* brukes om en bratt skråning i løsmasser, dannet ved elve- eller bekkeerosjon.

*Tidligere elve- eller bekkeløp* angir forsinkinger hvor det under normale forhold ikke renner vann.

*Ravine* er en erosjonsform dannet ved langsom utvaskning av overflatevann eller grunnvann. Ravinene har ofte form av lange, smale dalsøkk med V-formet tverrprofil. De er mest vanlige i fin-kornige løsmasser, men forekommer også i grovkornige avsetninger.

*Skredkant* brukes vesentlig om brattkanter dannet ved kvikkeleireskred, men kan nyttes for alle typer skred.

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

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

*Kilde* (grunnvannsutslag) brukes for å angi hvor grunnvannet kommer i dagen.

*Skjellokalitet* brukes for skjellbanker eller spredte skall av muslinger, snegler og rur.

*Massetak i drift* er vesentlig grustak med regelmessig uttak.

*Massetak, nedlagt eller sporadisk i drift* er vesentlig grustak hvor driften er avsluttet eller uttak bare skjer en sjelden gang.

*Bakkeplanering* angir områder hvor utplanering av den opprinnelige topografien kan påvises.

*Seismisk profil med referanse* 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.

*Borehull* angir lokaliteter hvor boringer i løsavsetningene er foretatt.

*Radiocarbon-datering med referanse* angir prøvelokalitet hvor det er foretatt <sup>14</sup>C-datering.

## 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:

- sikre områder eller objekter som dokumentasjon og 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 disponere av løsmasser til ulike praktiske formål samordnet med verneplaner slik at en totalt sett kommer frem til den beste løsning.

*Annen bruk.* Kartene kan anvendes som grunnlag 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.

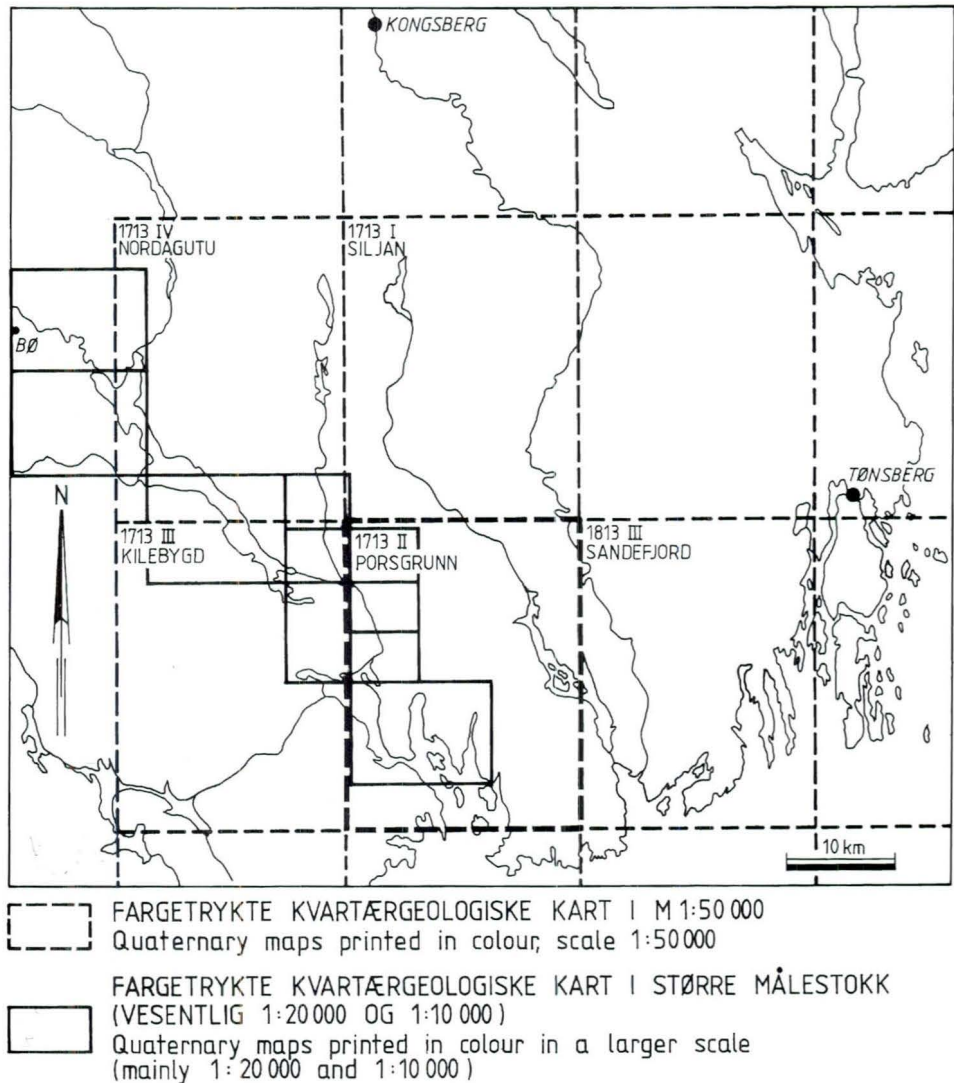


Fig. 4. Oversikt over fargetrykte kvartærgeologiske kart i Nedre Telemark og sørlige del av Vestfold. Kartene i målestokk 1:50 000 er utgitt av NGU (Bergstrøm 1984, 1985, 1987, Bergstrøm & Løwe 1988, Olsen & Løwe 1984). I større målestokk er de fleste kartene utgitt av Fylkeskartkontoret i Telemark, ofte i samarbeid med Telemark Distrikthøgskole, Jordregisterinstituttet eller NGU (Augedal 1981, 1982, Augedal & Løwe 1985, Augedal m.fl. 1981, 1982, Augedal & Østmo 1979, Bergstrøm 1980, 1981, Jansen 1979a,b, Jansen 1980a,b,c,d, Jansen 1982b, Løwe 1982a,b, Løwe 1983a,b, Løwe 1984, Østmo & Olsen 1979). Fylkeskart for Telemark i M 1:250 000 er trykket i farger (Jansen 1983, 1986).

Quaternary geological maps, printed in colours, from the lower part of Telemark and the southern part of Vestfold. For references, see the Norwegian text. A quaternary map in scale 1:250 000 of the county of Telemark is published (Jansen 1983, 1986).

# Spesiell del

Kartblad Porsgrunn dekker den tettest befolkete del av Grenland som omfatter Skien-Porsgrunn-dalføret og områdene sørover til Brevik og Lange-sund. I øst og nordøst ligger Farrisvatnet med de sørlige deler av Siljandalen. En liten snipp av Lågendalen kommer så vidt innenfor kartbladet i det nordøstlige hjørnet. Den vestlige og største del av bladet ligger i Telemark, mens den østlige del ligger i Vestfold. Kartbladet dekker hele Porsgrunn kommune og deler av Siljan, Skien, Bamble, Brunlanes og Hedrum kommuner.

En oversikt over berggrunnsgeologien er vist på berggrunnskart Skien, M 1:50 000 (Dons & Jorde 1978). Kvartærgeologisk kart i M 1:250 000 fins over Telemark fylke (Jansen 1983, 1986). I større målestokker, M 1:20 000 og M 1:10 000, fins det innenfor kartblad Porsgrunn (Fig. 4) flere trykte kart.

## Berggrunnsoversikt

Berggrunnen på kartblad Porsgrunn og regionen omkring (Fig. 5) kan etter de tidsperioder bergar-

tene er dannet i deles inn i 4 hovedgrupper (Dons og Jorde 1978, Dahlgren 1978).

1. Grunnfjell av prekambrisk alder (ca. 1100-900 mill. år)
2. Fensfeltets bergarter av eokambrisk alder (ca. 600 mill. år)
3. Kambro-siluriske bergarter (ca. 550-400 mill. år)
4. Oslofeltets permiske bergarter (ca. 300-250 mill. år)

*Grunnfjellet* består 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 dekker de vestligste og sørvestligste deler av kartblad Porsgrunn. Granittiske gneiser er mest vanlige, men SV for Frierfjorden forekommer også amfibolitter i relativt store mengder. De

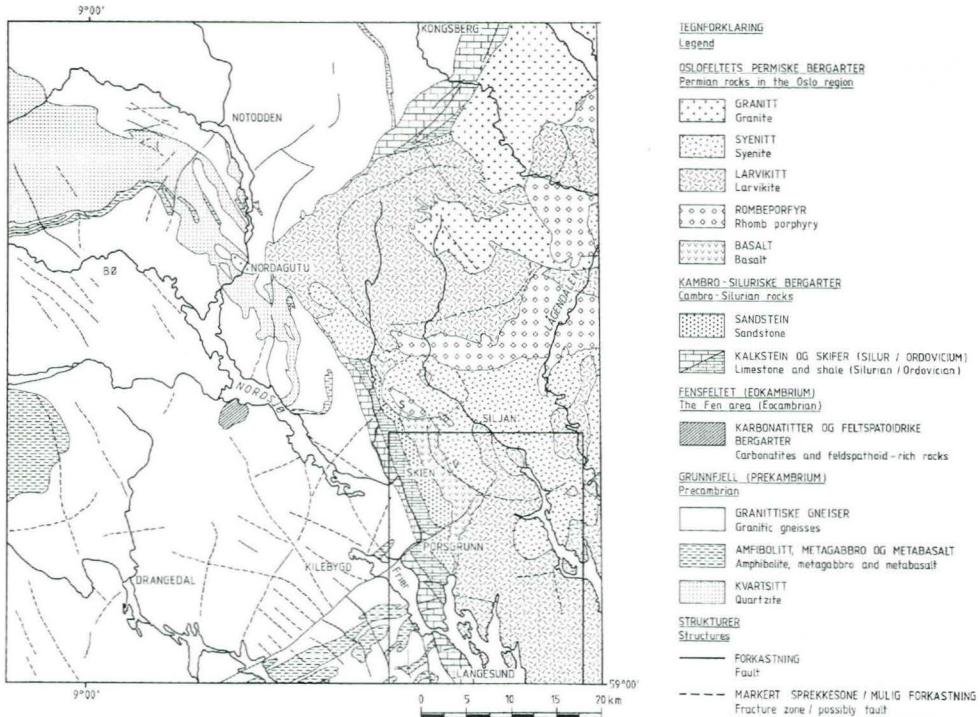


Fig. 5. Berggrunnsgeologisk oversiktskart, forenklet etter Dons & Jorde (1978). Kartblad Porsgrunn er innrammet. *Regional geological map, simplified after Dons & Jorde (1978). The framed area is that of the map-sheet Porsgrunn. S = Skrehelle, V = Vealø*



Fig. 6. Flyfoto over de sørøstlige og sentrale deler av kartblad Porsgrunn, tatt mot nordvest. Et markert trekk i landskapsbildet er Ra-moreneryggene som demmer opp flere vatn, f.eks. Hallevatnet (H) og Torpevatnet (T). Landskapet utenfor Ra-ryggen skiller seg klart ut fra de bare, skogkledte områdene i nord ved at bassengene mellom kollene er fylt med finkornige hav- og fjordavsetninger med strandsand på toppen. Disse områdene er hovedsakelig oppdyrket. Foto: Fjellanger Widerøe A/S.

*Aerial photo of the southeastern and central part of the map-sheet Porsgrunn, looking northwest. The prominent ice marginal deposit, the Ra Moraine, consists of broad ridges, damming a lot of lakes, e.g. Hallevatnet (H) and Torpevatnet (T). The terrain outside the Ra Moraine clearly differ from the interior areas by the upfilling of finegrained marine sediments and shore deposits in the basins between the rocks. These areas are mainly cultivated.*

mange knusningssonene i grunnfjellet er dannet til forskjellige tider, men særlig i forbindelse med den vulkanske aktiviteten i Fensfeltet (eokambrium) og Oslofeltet (perm).

Fensfeltet er rester av tilførselsrøret til en vulkan og de typiske bergartene er kalksteiner dannet ved størkning av smeltemasser fra jordens indre. Feltet ligger SØ for Ulefoss på kartblad Nordagutu (Bergstrøm 1984).

Kambro-siluriske bergarter består hovedsakelig av sandsteiner, leirskifre og kalksteiner. Disse sedimentene ble avsatt i havet under kambrium-ordovicium-silur ("kambro-silur") perioden og inneholder mye rester etter marine dyr (fossiler). I slutten av denne perioden (silur) hevet jordskorpa seg og området ble tørt land. Senere erosjon har fjernet det meste av disse sedimentene innen kartbladet. I

dag ligger de kambro-siluriske bergartene bevart i et belte som strekker seg sørover fra Skien-Porsgrunndalen til Brevik og Langesund. Lagene er stilt på skrå og heller 15-20° inn mot Ø-NØ.

Oslofeltets permiske bergarter dekker de sentrale og østlige deler av kartblad Siljan (Fig. 5). Dannelsen av disse bergartene startet i tidlig permisk tid for ca. 300 mill. år siden. Oslofeltet begynte å synke med avsetning av sandstein i innsyningsområdet. Under den påfølgende periode med vulkanisme ble det dannet store mengder svart, basaltisk lava. Disse lavaene fins det i dag rester etter i en smal sone langs østsiden av Skien-Porsgrunndalen. Senere ble det også dannet rombeporfyrlavaer. Rester etter disse fins i områder like nord for kartbladet (Fig. 5). Utover i permtiden sank området ytterligere inn og store mengder

smeltemasser strømmet opp gjennom jordskorpen. Noen steder trengte smeltemassene seg opp i sprekker og dannet gangbergarter. Andre steder størknet de i store massiver inne i jordskorpen og dannet dypbergarter, vesentlig larvikitt og syenitt. Oslofeltets permiske bergarter er gjennomsatt av en rekke forkastninger og sprekke- og knusningssoner. Vulkaner som befant seg i området i de senere deler av permtiden har ligget omtrent 1 km høyere enn dagens fjelloverflate, men er senere fjernet ved erosjon. Spor etter enkelte vulkaner fins som ringformede forkastninger, dannet ved at runde blokker i vulkanområdet har sunket ned (cauldrons). Rester av slike ringstrukturer fins ved Vealøs og Skrehelle (Fig. 5) (Bering & Olsen 1978, Dons & Jorde 1978, Segalstad 1975).

## Landformer

Bergartene og deres strukturer har i stor grad satt sitt preg på landskapet. De mange forkastninger, sprekker og knusningssoner danner ofte trange og dype daler og kløfter som gjerne utmerker seg ved sitt rettlinjete forløp og bratte sider (Fig. 6). De

dominerende retninger på strukturene er omkring N-S, NV-SØ og V-Ø. Ringstrukturen SV for Vealaus (Fig. 5) markerer seg tydelig i landskapet ved det trange dalføret fra Oklungen (450615) og nordvestover forbi Skifjell (416630) i retning Kikuthytta (380680).

Også de store dalførene og fjordbassengene er mer eller mindre avhengig av berggrunnsstrukturene, men formen er i større grad preget av iserosjon. Skien-Porsgrunndalen følger den markerte SSØ-lige strøketretningen i de kambro-siluriske bergartene. Sedimentlagene heller mot ØNØ og gir et karakteristisk "stripet" landskap som veksler mellom lange, parallelle rygger med brattkant mot vest og mellomliggende forsennkninger. Den ytterste del av dalen blir ved Porsgrunn skåret over av en markert og meget lang forkastning som kan følges helt til Kristiansand (Bergstrøm 1985). Skienselva svinger her brått av mot SV (ca. 90°) og følger svakhetssonen videre ut til Frierfjorden (se forsidebildet). Langs østsiden av Frierfjorden, Stokkevatnet (395442) og videre sørover til Rognstranda (405415) opptrer grensen mellom grunnfjellet og de kambro-siluriske bergartene



Fig. 7. Vestgrensen av de kambro-siluriske bergartene er ved Høgenhei (389452) meget markert og danner en høy brattskrent (kalk- og skiferlag) mot grunnfjellet. Langs foten ligger det skarpkantete steiner og blokker som er sprengt løs av frosten og falt ned fra de steile berghamrene. Foto tatt ved E-18 mot øst.

*The western boundary of the Cambro-Silurian rocks is well defined at Høgenhei (389452) as a steep wall of stratified limestone and shales. Talus exists on the steep slope and consists mainly of frost-wedged stones and boulders. Photo looking east.*



Fig. 8. Distalsiden (yttersiden) av Ra-moreneryggen ved gården Melau, sett fra Bratthaugåsen (544430) mot NV-NNV. Gårdsbygningene ligger på toppen av ryggen. I forsenkningene utenfor Raet er det avsatt finkornige hav- og fjordavsetninger med strandsand på toppen som gir god dyrkningsjord.

*The distal side of the Ra Moraine with the farm Melau on the top of the ridge, looking from Bratthaugåsen (544430) towards NW-NNW. Fine-grained marine deposits with shore sand in the uppermost layer are sedimentated distally to ridge and mostly cultivated.*

som en høy og meget markert fjellskrent (Fig. 7). Flere øst-vestgående forkastninger har skåret seg gjennom kambro-silurbergartene på tvers over Eidangerhalvøya. Den mest tydelige går mellom Versvik (374518) og Skjelsvik (395513) hvor det er erodert ut en trang dal med steile vegger (Bering & Olsen 1978).

De permiske bergartene danner de høyeste områdene innen kartbladet. Meget karakteristisk er det småkuperte landskapet med skogkledte åser og avrundete koller som i de nordvestlige deler når opp i nesten 500 m o.h. (vestre Vealaus 498 m o.h.), men som avtar i høyde mot sør og sørøst (150-300 m o.h.). Utformingen er i stor grad preget av iserosjonen, selv om hovedtrekkene i landskapet er skapt i perioden før istidene (Tertiærtiden). Da isbreene stort sett har beveget seg mot sør-sørøst under istidene, har dette forårsaket at åsene og kollene ofte har en bratt sør-sørøstside (leside) og en relativt slak nord-nordvestside (støtside) (Sørensen m.fl. under arbeid). Det langstrakte Farrisvatnet utgjør den største forsenkningen i det permiske bergartsområdet, og er i hovedsak erodert og utformet langs en markert nordvestlig forkastningssone.

Løsmassene i området er for tynne til å prege landskapsformene i vesentlig grad, bortsett fra Raet som krysser kartbladet i sørøst (Fig. 6). Raet utgjør her en bred og markert ryggform som bl.a. demmer opp Hallevatn ved Aros (523424). Landskapet utenfor Ra-ryggen skiller seg klart ut fra områdene innenfor ved at forsenkningene mellom kollene er fylt opp med finkornige hav- og fjordavsetninger med sandige strandavsetninger på toppen (Fig. 8). Jorda egner seg utmerket til jordbruksformål.

## Løsmassebeskrivelse

### Morenemateriale

Morenemateriale er den dominerende jordart innen de områder som ligger over den marine grense, men mektigheten er de fleste steder meget liten. Morenedekket fins hovedsakelig i dal-sider, forsenkninger og i støt- og lesider for isbevegelsene. Kollene og de høyereliggende områder er stort sett bart fjell med enkelte steiner og



Fig. 9. Snitt nær overflaten av Ra-moreneryggen (515425) nord for Hellesrød. Sandig og grusig morenemateriale med mye stein og blokk. Store blokker er vanlige i overflaten.

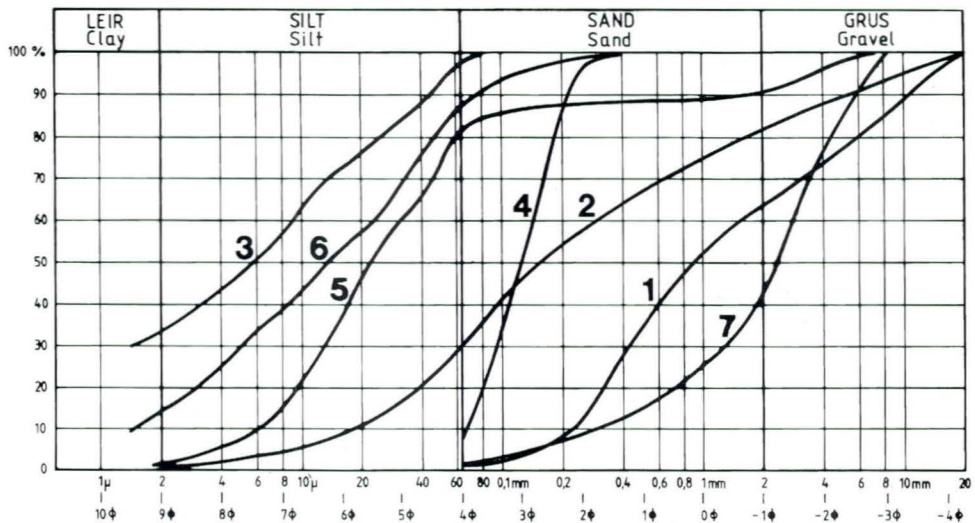
Foto tatt mot SSØ.

*Section through the Ra Moraine (515425) near the top of the proximal part of the ridge north of Hellesrød. Sandy and gravelly till with stones and boulders mainly in the uppermost layer.*

*Photo looking SSE.*

Fig. 10. Kornfordelingskurver for utvalgte prøver fra Porsgrunnsområdet. For lokalisering av prøvene, se teksten.

*Grain-size distribution curves from selected localities in the Porsgrunn area. For location, see the text.*



- 1 — RANDMORENE, RAET  
The Ra marginal moraine
- 2 — MORENEMATERIALE  
Till
- 3 — HAVAVSETNING  
Marine deposit
- 4 — STRANDAVSETNING  
Marine shore deposit

- 5 — FORVITRINGSMATERIALE I KAMBRO-SILURISK SKIFER  
Weathering material in Cambro-Silurian shale
- 6 — FORVITRINGSMATERIALE I PERMISK BASALT  
Weathering material in Permian basalt
- 7 — FORVITRINGSMATERIALE I LARVIKITT  
Weathering material in Larvikite

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 veksler med humusdekke eller tynt torvdekke på fjell.

Det er meget få områder med sammenhengende dekke av morenemateriale. Disse er avgrenset til små felter i det tynne, usammenhengende morenedekket, og er hovedsakelig lokalisert i eller nær bunnen av enkelte trange daler som har ligget mer eller mindre på tvers av isretningen. De største tykke moreneavsetninger fins i Raet, den store randmoreneryggen som krysser det sørøstlige hjørnet av kartbladet (530430). Små snitt i ryggen, som f.eks. vest for Hallevatn (Fig. 9), viser hovedsakelig sandig, grusig morenemateriale med mye stein og blokker, særlig i topplaget (Fig. 10, prøve 1). Overflaten er preget av strandvasking, da Ra-ryggen stort sett er dannet under marin grense. Skikkelige dype skjæringer fins ikke innen kartbladet, men i nordøst ved Larvik er det observert hardpakket silt- og leirrik morene med en del rester av arktiske skjell (*Portlandia arctica*) (Sørensen 1980, Sørensen m.fl. under arbeid). Som vanlig ellers i randmorener, består Raet av enkelte partier med sortert sand og grus, avsatt av breelvene som kom frem ved brefronten.

## Morenematerialets kornstørrelse

Innholdet av morenemateriale mindre enn 19 mm er bestemt ved kornfordelingsanalyser. På grunnlag av finstoffinnholdet (silt og leir) er materialet klassifisert på følgende måte:

- 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 og sandig morenemateriale er de dominerende morenetypene. Et eksempel på kornfordelingskurve av sandig morenemateriale er vist på Fig. 10, prøve 2. De permiske bergartene gir relativt lite finstoff til morenen. Særlig gjelder dette de grovkrystallinske larvikittene og syenittene som vanligvis er opphav til et grusig morenemateriale. Siltig morenemateriale er sjelden observert, bortsett fra enkelte lommer i den grovere morenen. Innholdet av leir (mindre enn 0,002 mm) i morenematerialet er vanligvis under 2 %.

## Morenematerialets bergartsinnhold

Morenematerialets bergartssammensetning er i stor grad bestemt av de bergarter som isen har



Fig. 11. Massetak i de midtre deler av breelvvavsetningen ved Nenset (357591) viser hovedsakelig sandlag som heller mot SØ-SSØ. Foto tatt mot NNØ.

Gravel pit in the central part of the ice marginal deposit at Nenset (357591). Mainly beds of sand, dipping towards SE-SSE. Photo looking NNE.



Fig. 12. Eidanger israndavsetning (402542) sett mot nord. Store deler av ryggen, som er bygget opp til 78 m o.h. er fjernet ved uttak til tekniske formål.

*Eidanger ice marginal deposit (402542), looking north, was not built up to sea-level (c. 145 m a.s.l.) but as a submarine frontal ridge (highest point 78 m a.s.l.).*

plukket opp og senere avsatt. Mye av morenematerialet kan derfor bestå 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.

## Breelavsetning

Breelavsetningene er viktige for tolkningen av smeltevannsdreneringen under avsmeltingen og for kartleggingen av israndens tilbaketrekking. Disse er beskrevet områdevis, mens volum og kvalitet til tekniske formål er vurdert under kapitlet om byggeråstoff, side 32.

*Nenset.* Ved Nenset (360590), på tvers av dalen mellom Skien og Porsgrunn, ligger det en bred rygg av breelvmateriale som stiger sørvestover fra Skienselva. Toppen av ryggen når i de indre deler opp i vel 75 m o.h. som ligger langt under MG (ca. 145 m o.h.). De mange grustakene viser at materialet stort sett består av godt sorterte sand- og sandige gruslag som heller 10-20° mot Ø-SSØ (Fig. 11). Partier med grovere materiale fins, spesielt i den sørvestlige delen, hvor det er en del grusige

lag som inneholder stein. De dominerende bergartene er gneisgranitt, kvartsitt og amfibolitt som viser at materialet hovedsakelig stammer fra grunnfjellsbergartene i nordvest. Store deler av breelavsetningen er dekket av et teppe med finkornige hav- og fjordavsetninger som i de sentrale deler av ryggen er meget tynt, men som øker i tykkelse ut mot sidene av ryggen. Ved boringer er det registrert mektigheter på opp til 8 m med silt/leir over sand og grus. Langs sidene, spesielt på yttersiden, er det avsatt et tynt lag med strandsand på toppen som ble dannet ved bølgevasking da ryggen steg opp av havet. Seismiske undersøkelser utført av Veglaboratoriet (Frydenlund 1970) antyder mektigheter på minst 50 m i de sentrale høyeste deler av forekomsten. Distalt (sørøst) for det høyeste partiet er dybden ned til fjell målt til 25-30 m.

*Borgeåsen.* Like nord for Porsgrunn ligger det en liten breelavsetning av sand og grusig sand som er avsatt mot vestsiden av Borgeåsen (380575). Mektigheten er gjennomgående liten, men den når opp i 25-30 m under den bratte bergskrenten i sørvest. Avsetningen er trolig dannet langs siden av brefronten under avsmeltingen.

*Eidanger.* Dalføret som strekker seg sørøstover fra Porsgrunn mot bunnen av Eidanger-fjor-



Fig. 13. Massetak i den sørlige del av breelavsetningen ved Eidanger (402540) som hovedsakelig består av vekslende lag av sand. Enkelte grusrike lag forekommer, spesielt i den nordvestlige del. Foto tatt mot nord.

*Gravel pit in the southern part of the Eidanger marginal deposit consisting mainly of beds of sand. A few beds of gravel occur, particularly in the northwestern part. Photo looking north.*

den smalner av ved Eidanger (405535) hvor det ligger en lav fjellterskel. Innenfor terskelen er dalbunnen fylt opp av breelvmateriale som i den sentrale delen danner en ryggform på tvers av dalen (Fig. 12). Ryggen er tolket til å være en israndavsetning (randås) som ikke er bygd opp til MG (vel 145 m o.h.). Toppen av ryggen ligger 78 m o.h., men store deler av ryggen er fjernet ved masseuttak fra begge sider. Avsetningen består hovedsakelig av sand med enkelte lag av sandig grus (Fig. 13). De fleste gruslagene fins i den nordvestlige delen, mens den østlige distale delen av forekomsten omtrent bare består av ren sand.

Boringer og seismiske profiler viser ganske store mektigheter av sand i de sentrale østlige deler hvor tykkelsen ned til fjell er målt til over 80 m (Fig. 14). Fjelloverflaten under avsetningen her danner et basseng som ligger mellom fjellterskelen i øst og en lavere terskel i vest som krysser under avsetningen like øst for jernbanestasjonen.

*Sandøya.* Nordvest på Sandøya ligger det en liten breelavsetning (416466) med en mektighet på inn til 20 m. Materialet består hovedsakelig av sand. I et lite massetak (416464) er det lag av finsand/silt med innhold av skjell. Overflaten av forekomsten er stort sett dekket av strandsand.

*Eidet.* Ved østenden av Lakssjø (480665) ligger det en bred ryggformet breelavsetning på tvers av dalen. Ryggen er gjennomskåret av elva og er mektigst på sørsiden. De distale (østlige) deler består av lagdelt sand og grus. Enkelte av lagene heller svakt (ca.  $10^0$ ) med hovedretning mot ØNØ-ØSØ. Et usortert morenelignende parti er observert over sandlagene. Også proksimalt er et slikt usortert lag observert. Hassum (1967) beskriver usorterte masser med et stort innhold av blokker i de dypere deler av massetaket. Det er trolig dette materialet som i dag så vidt kan observeres i bunnen av snittet i proksimalsiden. Dette tyder på at isfronten har beveget seg noe frem og tilbake under dannelsen. Eidetavsetningen er tolket som en randavsetning og har trolig sammenheng med moreneryggen og morenematerialet som er avsatt i dalsiden opp mot Moholt (473662).

*Stussrud.* Ved vestenden av Oklungen (447516) er det avsatt en liten breelvvifte foran munningen av dalen fra Skifjell. Sammensetningen er varierende. I bunnen av den distale delen er det usortert morenelignende materiale, dekket av vekslende lag med sand og grus som heller ca.  $20^0$  mot Ø og SØ. Enkelte lag er stein

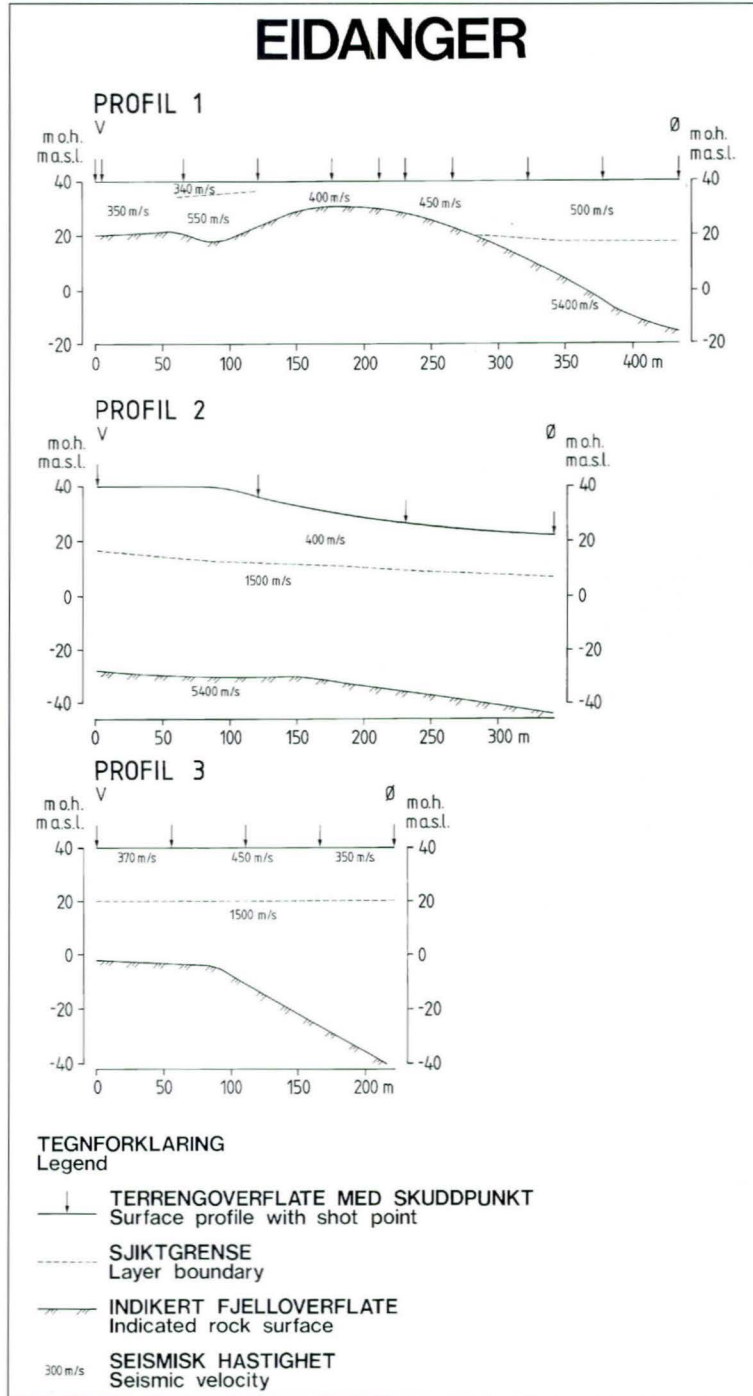


Fig. 14. Refraksjonsseismiske profiler over brelvavsetningen ved Eidanger. For lokalisering, se det kvartærgeologiske kartet.

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

og blokkholdige. Størstedelen av viften er fjernet av senere elveerosjon, men enkelte rester av toppflaten inne ved dalsiden på vel 100 m o.h. tyder på at viften ikke er bygget opp til MG. Breelvviften er trolig dannet foran isfronten da denne ble hengende på kanten av skrenten ned mot Oklungenbassenget.

*Andre breelvvavsetninger.* Det fins flere små breelvvavsetninger på kartblad Porsgrunn som ikke er så viktige for tolkningen av isavsmeltningsforløpet, men som likevel kan ha interesse fordi de gir gode indikasjoner på MG. I den nordlige delen av kartbladet er det i flere av de nord- til nordvestgående smådalene bygget ut vifter eller delta i MG-nivå. Eksempel på dette fins ved st Skifjell (410642), hvor toppflaten er målt til 154 m o.h. Andre vifter ligger nordvest for Mensvatn (423645), målt til 155 m o.h. Nær Bjørtjørn (431674) er det avsatt et lite delta med sandige skrålag som heller mot NØ-Ø, og med en skrånende terrasseflate som planer ut i 158-159 m o.h. Ved munningen av de vestlige sidedalene til Lågendalen er det vanligvis dannet breelvvifter. I dalen vest for Kvelde (542623) er det avsatt breelvmateriale fra Slettsjø (538623) og nedover mot munningen og som trolig er med å demme opp Skjærsjøen slik at den i dag drenerer ut mot Farrisvatnet.

## Hav- og fjordavsetning

Under isavsmeltingen fulgte havet etter iskanten og nådde 145-165 m høyere enn dagens havnivå (Fig. 21). 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.

Mektigheten av avsetningene varierer, avhengig av de topografiske forholdene og tilførselen av finkornig materiale. Under isavsmeltingen strømmet det ut store mengder slamholdig smeltevann foran brefronten. I havet utenfor ble det særlig i forsenkninger og fjordbassenger avsatt til dels mektige hav- og fjordavsetninger (silt og leir). 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 (ishavsløirene) fra avsmelningstiden. De største arealene med finkornige hav- og fjordavsetninger fins i Skien-Porsgrunnaldalen. Mektigheten varierer, spesielt på østsiden av Skienselva, hvor berggrunnen under er sterkt vekslende på grunn av kambro-silurbergartenes markerte NNV-lige strøketning med lange, parallelle rygger og mellomliggende forsenkning-

er. Det er målt tykkelser på over 20 m i bassengene. På vestsiden er hav- og fjordavsetningene delvis dekket av elvesand. Langs vestbredden av Skienselva har det gått en rekke mindre ras på grunn av elvas graving i kanten. Helland (1900) har beskrevet et ras fra 1883 som gikk ut i elva øst for Gråtenmoen (356609). De utraste leirmassene (450.000 m<sup>3</sup>) fylte opp Skienselvas løp slik at innløpet til Skien havn en stund var stengt for båttrafikk.

I Lågendalen er hav- og fjordavsetningene for det meste dekket av elvesand. De største silt- og leirmektighetene er målt til over 70 m på Odbergmoen (535680) (Sørensen m.fl. 1982). Utenfor Raet, SØ på kartbladet, er store arealer dekket av silt- og leirsedimenter som hovedsakelig ble avsatt under avsmelningstiden (Fig. 6, 8). Under landhevningen ble området utsatt for bølgevasking, og strandsand ble avsatt på toppen.

Den opprinnelige fjordbunnen er enkelte steder bevart som flate, jevne leirsletter. Senere ravinedannelser og skred har imidlertid skåret opp og fjernet mye av de gamle landskapsformene.

Kornfordeling og sortering i hav- og fjordavsetningene varierer en god del innen de forskjellige deler av kartbladet. I dalene består materialet ofte av vekslende lag med leirig silt, silt og siltig sand som tyder på brakkvannsforhold og varierende strømforhold under isavsmeltingen. Innslag av grovere partikler som grus, stein og blokk forekommer og skyldes trolig isdroppet materiale (isfjell og fjordis). Prøver fra Skiensdalen viser at hav- og fjordavsetningene har et leirinnhold som vanligvis varierer mellom 5 og 20 %, men kan komme opp i over 30 % (Fig. 10, prøve 3).

## Marin strandavsetning, sammenhengende dekke

Under landhevningen lå området utenfor Raet meget utsatt til for bølge- og strømkraft, og sand ble vasket ut og avsatt i strandsonen. Strandavsetningene dekker her store arealer og ligger vanligvis som et 2-4 m tykt teppe over finkornige hav- og fjordavsetninger (Fig. 8). Finsand er dominerende (Fig. 10, prøve 4), men grovere sand og noe grus forekommer på utsatte steder, som f.eks. omkring koller og knauser, hvor brenningen har virket ekstra sterkt og vasket ut grovt materiale fra høyere liggende partier. Strandprosessene har også vært aktive i andre områder ved kysten, f.eks. ved Langesundsfjorden, hvor brenningen fra storhavet har fått virke ganske fritt. Store deler av Sandøya (420460) er dekket av strandsand av vekslende mektighet. Størst er mektigheten der sanda er vasket ut direkte fra breelvvavsetningen. Skjell er observert i flere av strandavsetningene.

## Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen

Slike tynne, usammenhengende avsetninger er særlig utbredt i de småkuperte områdene og i sidene langs de store dalførene. Mektigheten er liten, bortsett fra enkelte forsenkninger, og fjellblotningene er tallrike. Avsetningene er ofte påvirket av strandprosesser med innblanding av grovere materiale i finkornige hav- og fjordavsetninger. En blanding eller veksling med vasket morenemateriale kan også forekomme, særlig i mindre fordypninger og bassenger. På grunn av den varierende kornfordelingen er det vanskelig å angi kornstørrelsessymboler. Dette er derfor utelatt på kartet.

## Elve- og bekkeavsetning

Under landhevingen grov elvene og bekkene seg ned i tidligere avsatte løsmasser og transporterte

materialet lenger ned etter dalførene, hvor det ble avsatt som elvesletter, vifter eller deltaer i fjordene.

De største områdene med elve- og bekkeavsetninger fins som elvesletter og terrasser langs Lågen i NØ (Fig. 15) og på vestsiden av Skienselva. Odbergmoen (535683) er en av de største elveterrassene i Lågendalen (Sørensen m.fl. 1982). Størstedelen av moen ligger på kartblad Siljan (Bergstrøm 1987), men den sørlige del kommer inn på Porsgrunnsbladet i nordøst. Elvesanden på toppen av terrassen er 25-30 m tykk og ligger over finkornige hav- og fjordavsetninger med opp til 60 m mektighet. I bunnen er det anslått å være 60-110 m med morene over fjell (Sørensen m.fl. 1982). Overflaten av terrassen ligger vel 40 m o.h. og ble bygget opp til havnivået for ca. 7000 år siden. Nordkveldemoen (550655) ligger noen km lenger sør og er bygget opp til 37-38 m o.h. I et massetak (548652) er det godt utviklete skrålag som heller 25-30° mot V-VSV med et tydelig topplag (topset) (Fig. 16). Materialet består vesentlig av godt sortert sand med enkelte lag av grusig sand og finsand.



Fig. 15. Elvesving (meander) i Lågendalen ved Nordkveldemoen (N), nord for Kvelde. Elveterrasser med varierende mektigheter av sand avsatt over finkornige hav- og fjordavsetninger. Foto tatt fra Musekollen (538638) mot ØNØ.

*Meanders and river terraces in Lågendalen at Nordkveldemoen (N), north of Kvelde. Fluvial sand of variable thickness is sedimentated on top of fine-grained marine deposits. Photo looking ENE from Musekollen (538638).*



Fig. 16. Snitt i Nordkveldemoen (550655) med skrålag av elvesand som heller mot V-VSV og horisontalt topplag. Foto tatt mot nord.

*Section through the fluvial terrace Nordkveldemoen (550655), showing foreset beds of sand dipping towards W-WSW and horizontal topset beds. Photo looking towards north.*

På vestsiden av Skiensdalen ligger det elvesletter med bl.a. Gråtenmoen (350610) like sør for Skien, som består av et relativt tynt dekke av sand/siltig sand over silt- og leirholdige hav- og fjordavsetninger. Tykkelsen av elvesanden varierer stort sett mellom 3 og 5 m.

## Forvittringsmateriale

Relativt store deler av kartbladet er dekket av et mer eller mindre tynt og usammenhengende dekke av forvittringsmateriale. Enkelte steder er berggrunnen forvitret til flere meters dyp. Forvittringsmateriale fordeler seg hovedsakelig til tre bergartsområder på kartet. Forvittringsprosessene i de ulike bergartstypene gir opphav til forvittringsmateriale med karakteristisk utseende og sammensetning.

Det første området ligger i Oslofeltets kambrosiluriske bergarter som dekker et belte i Skien-Porsgrunnaldalen og sørover Brevikshalvøya til Langesund. Disse bergartene (skifer og kalkstein) forvittrer lett og gir et relativt usortert, finkor-

net forvittringsprodukt (Fig. 10, prøve 5). Dette skyldes at opphavsbergartene smuldres ned til de opprinnelige kornene de er sammensatt av, hovedsakelig 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 (Bergstrøm 1984).

Det andre området ligger øst for Skien-Porsgrunnaldalen i basaltiske lavabergarter som strekker seg i et belte parallelt med dalen fra Høymyr (370680) og sørøstover til dalen mellom Eidanger og Oklungen. Lavabergartene forvittrer også ganske lett og gir et relativt finkornet forvittringsprodukt. Materialet består vesentlig av silt og finsand med et varierende leirinnhold som kan nå opp i 15 % (Fig. 10, prøve 6). Det er ofte en jevn overgang i forvittringsgraden fra overflaten av forvittringsdekket og ned til fast fjell. Innholdet av grovere partikler øker nedover i profilet og grus og stein er vanlig i de dypeste og minst forvitretre partiene. Tykkelsen av forvittringsdekket ligger stort sett mellom 0,1 og 1 m, men kan lokalt være større.



Fig. 17. Grusig-sandig forvittringsmateriale i larvikitt ved Omsland (508552, NNV for Kjøse. Bergarten er her så forvitret at det har vært mulig å grave og ta ut masser til mange meters dyp.

*Gravel pit in weathering material in larvikite at Omsland (508552), NNW of Kjøse, consisting coarse sand and gravel.*

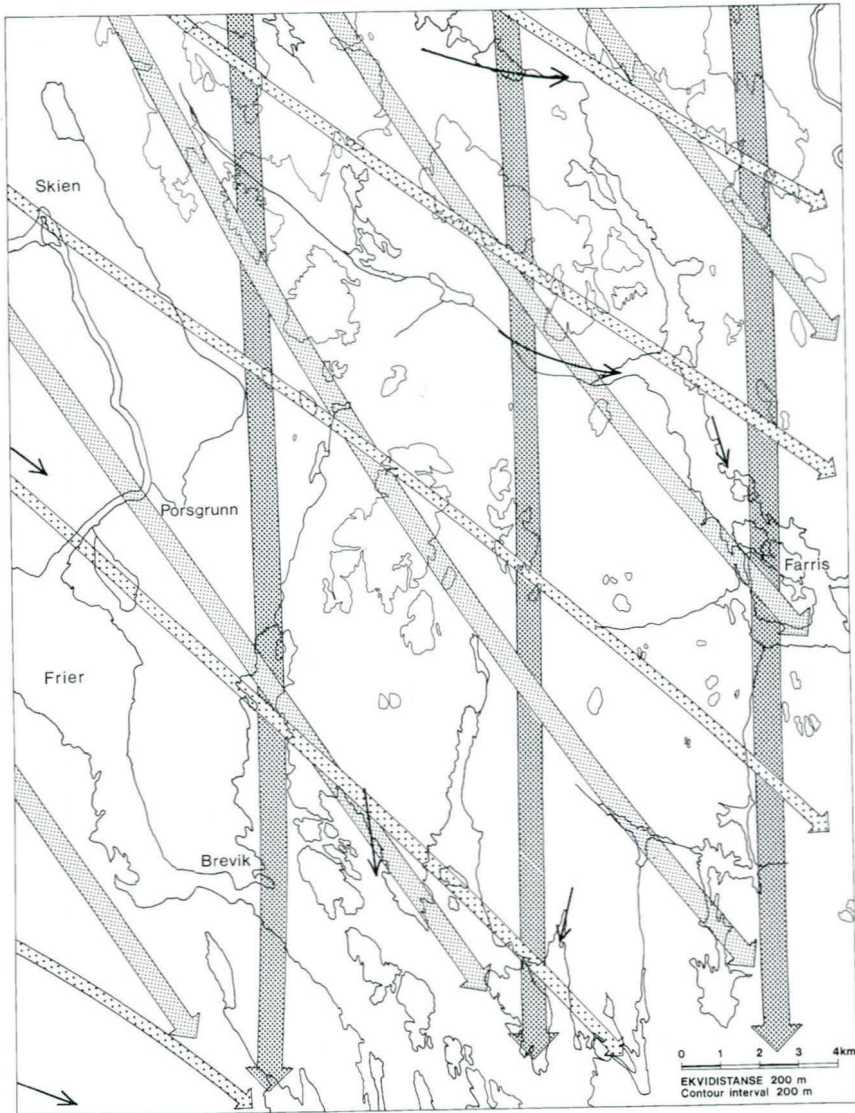
Innholdet av plantenæringsstoffer i jorda er høyt og gir grunnlag for en meget frodig vegetasjon. Forvittringsjorda har da også vært brukt til jordforbedring (Bjørlykke 1940, Låg 1948), som f.eks ved Nyland (402620).

Den tredje type forvittring forekommer i områder med larvikitt og syenitt som gir opphav til grusig-sandig forvittringsmateriale (Fig. 10, prøve 7). Normalt er materialet meget sparsomt og hovedsakelig lokalisert til tynne svakhetssoner, f.eks. sprekker i fjellet, hvor forvitringen lokalt kan gå flere meter dypt. Enkelte steder, som f.eks. i Kjøseområdet, øst for Omsland (508552), er bergarten så sterkt forvitret at det har vært mulig å grave og ta ut masser til mange meters dyp (Fig. 17). Låg (1945) mente ut fra analyser at forvittringsjorda hovedsakelig var mekanisk forvitret og lite påvirket av kjemisk forvitring. Sørensen (1988) mener at den viktigste årsaken til at bergarten (monzonitt) smuldrer opp, er kjemiske forandringer av biotitt (mørk glimmer) som fører til volumøk-

ning. Denne prosessen har foregått over tid, men foregår også under dagens klima i Vesfold. Det er derfor vanskelig å bestemme den nøyaktige alder for dannelsen av forvittringsgrusen. Den grunnleggende årsak skriver seg imidlertid fra de spesielle forholdene under dannelsen av de permisk bergartene for ca. 270 millioner år.

## Skredmateriale, (rasmateriale) sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet

Skredmateriale har liten utbredelse, men forekommer ved foten av bratte dalsider og steile skrånninger. Ur med stor mektighet fins langs vestkanten av Høgenhei (387453), nord for Stokkevatnet, hvor skarpkantete steiner og blokker er sprengt løs av frosten og falt ned fra de steile berghamrene (Fig. 7).



TEGNFORKLARING  
Legend





- 
 DE ELDSTE KJENTE ISBEVEGELSER  
The oldest known ice movements
- 
 DE DOMINERENDE REGIONALE ISBEVEGELSER  
The dominating regional ice movements
- 
 YNGRE ISBEVEGELSER (TIDLIG YNGRE DRYAS)  
Younger ice movements (Early Younger Dryas)
- 
 DE YNGSTE LOKALE ISBEVEGELSER  
The youngest local ice movements

Fig. 18. Rekonstruksjon av isbevegelsene, hovedsakelig på grunnlag av skuringsstriper.  
Reconstruction of the ice movements mainly on the basis of glacial striae.

## Skredmateriale, (rasmateriale) usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen

I det småkuperte og kollete landskapet fins det i en del av skråningene og brattkantene et usammenhengende eller tynt dekke av skredmateriale. Under steile berghamrer ligger det ofte steiner og blokker som er løsnet og falt ned ovenfra.

## Torv og myr (organisk materiale)

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. Myrene ligger vanligvis over et tynt løsmassedekke eller direkte på fjell i høyere liggende partier. I områder med hav- og fjordavsetninger er myrene for det meste oppdyrket som f.eks. i Skien-Porsgrunndalen. Dybden av myrene er i liten grad undersøkt, men synes å variere fra 0,3 m til over 5 m. Det er gjort pollen- og diatoméanalyser fra en del myrer for å konstruere strandforskyvningskurver for Porsgrunnsområdet (Henningsmoen 1979a, Stabell 1980). Boringer i Stormyra (382614) (ca. 20 m o.h.), SØ for Skien, viser 3-5 m med torv/gyttje over tykke lag med leire. En <sup>14</sup>C-datering tyder på at myrbassenget under landhevningen ble isolert fra havet for ca. 3750 år siden (Stabell 1980).

## Fyllmasse

Fyllmasse er brukt om steintipper og andre fyllinger i forbindelse med bebyggelse, industri og kalkstein-/larvikittbrudd. De største utfylte områdene ligger i sentrum av byene og på Herøya (360540).

## Isbevegelse

Isbevegelsesretningene i det kartlagte området er hovedsakelig bestemt ved hjelp av skuringsstriper og i mindre grad av overflateformer i morene og fast fjell. Den eldste påviste isbevegelsesretningen er mot sør og har i liten grad vært influert av den lokale topografi (Fig. 18). Skuringsstriper i denne retningen fins særlig på de høyere åsene og kollene i området, som f.eks. på Musekollen (538638). De eldste isbevegelsene stammer trolig fra den maksimale (hoved-) nedisningen under siste istid da Skandinavia var dekket av en tykk iskappe (Fig. 1). Is skillet i det sørlig 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 SSØ og SØ. Isdekket ble tynnere og is skillet på Hardangervidda flyttet seg vestover mot vannskillet. Iskanten i sør, som under den maksimale nedisningen lå helt sør i Danmark (Fig. 1), trakk seg nå raskt tilbake over Skagerrak mot kysten av Norge. En intens kalving fant sted langs brekanten og Oslofjorden ble tidlig et konfluensbasseng for isstrømmene. Dette forhold, sammen med is skillet mer vestlige beliggenhet på Hardangervidda, er nok hovedårsaken til den sørøstlige dreiningen av brestrømmene i østre Telemark og Vestfold.

Den sørøstlige isbevegelsesretningen var dominerende i området på den tid da Raet, som krysser kartblad Porsgrunn i det sørøstlige hjørnet, ble dannet for 10.600-11.000 år siden. Etter hvert som isdekket tynnet ut, ble isbevegelsene i større grad styrt av den lokale topografien. Isstrømmene konvergente mot de store dalene og forsenkningene som fungerte som hoveddreineringsårer, som f.eks. Skien-Porsgrunndalen. Østlige skuringsretninger er funnet enkelte steder og tyder på lokale avbøyninger av isbevegelsen nær fronten av den tilbakerykkende breen.

## Isavsmeltning

### Brerandtrinnene

*De eldste brerandtrinnene.* Under siste istids maksimum lå iskanten helt sør i Danmark, Fig. 1. Da avsmeltningen begynte trakk breen seg hurtig tilbake over Skagerrak mot kysten av Norge på grunn av stor kalving. De eldste spor etter israndavsetninger på vestsiden av Oslofjorden fins på Tjøme (Fig. 19) og er datert til 12.000-12.300 år før nåtid (B.P.) (Bergstrøm m.fl. 1993). Yngre randavsetninger ligger ved Tjølling-Brunlanes (11.500-11.800 år før nåtid) og ved Slagen-Stokke (ca. 11.300 år før nåtid).

*Ratrinnnet.* Det mest markerte randtrinnet Raet består av en til flere parallelle morenerygger som kan følges kontinuerlig fra svenskegrensen til Langesundsfjorden (Fig. 19). Raet krysser over kartbladets sørøstlige hjørne og fortsetter sørvestover til Mølen hvor randmorenen forsvinner ut i havet. Ved Stråholmen og Jomfruland (Jansen 1982a) dukker den så vidt opp igjen. For ca. 10.600 år siden trakk breen seg hurtig tilbake fra Raet (Sørensen 1983, 1992, Bergstrøm 1995).

*Eidangertrinnnet.* Ved Eidanger (400540), like sør for Porsgrunn, stoppet breen trolig opp en stund og en brerandavsetning ble dannet. Breelavsetningene ved Stussrud (447617) og Eidet (480665) ble trolig dannet omtrent samtidig med Eidangeravsetningen. I sørvest er det på

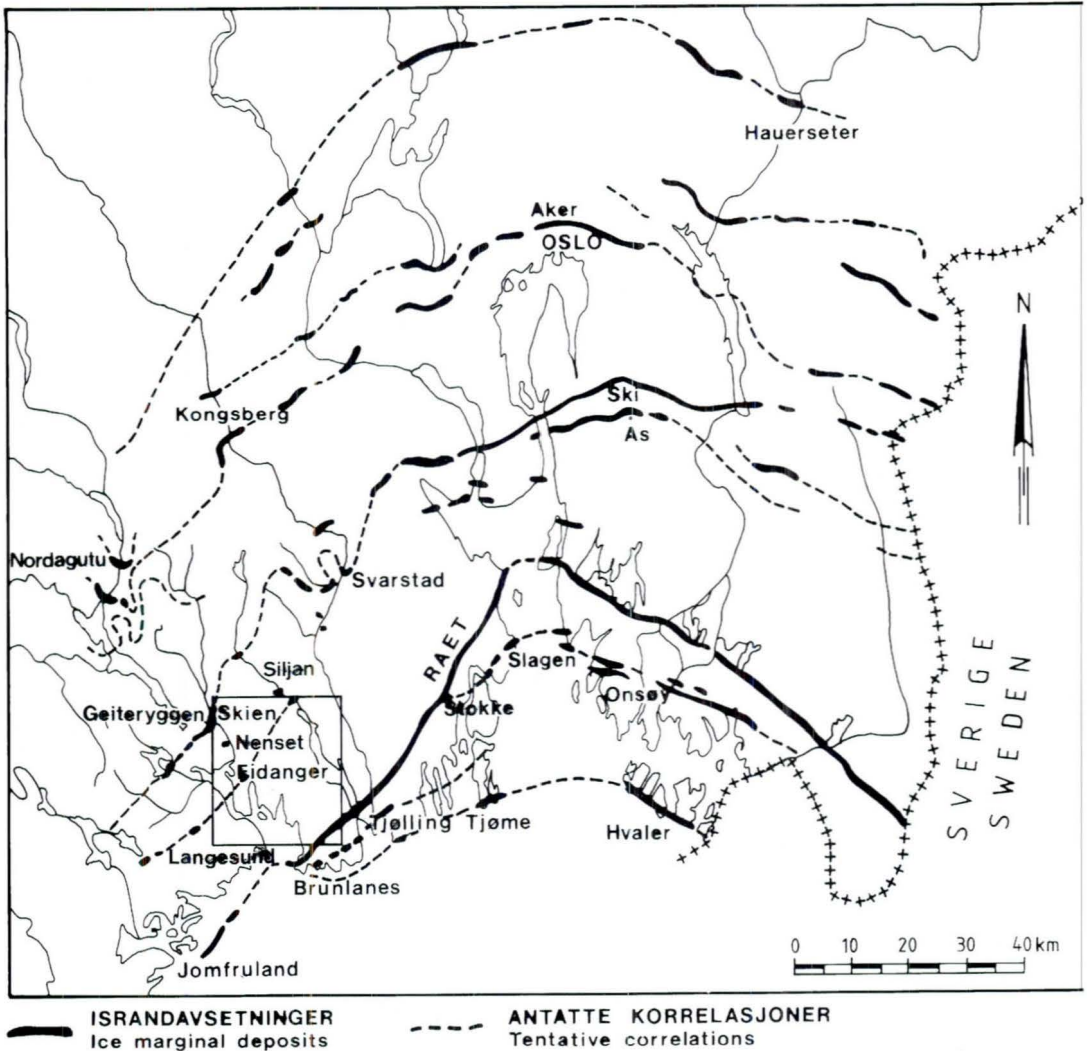


Fig. 19. Isavsmeltningsforløpet i Oslofjordområdet og den østlige del av Telemark. Modifisert etter Sørensen (1979, 1983). Kartblad Porsgrunn er innrammet.

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 Porsgrunn.

kartblad Kilebygd funnet et par brelvavsetninger ved Skogen (302438) og Mo (230400) som også er tolket til å være av noenlunde samme alder. Eidangertrinnet er forsøkt rekonstruert (Fig. 20), hovedsakelig på grunnlag av randavsetninger, isbevegelser og strandlinjer. Eidangertrinnet er antatt å korrespondere med Åstrinnet på østsiden av Oslofjorden, men randlinjen er meget vanskelig å følge videre nordøstover til dette området. Åstrinnet er av Sørensen (1992) datert til 10.300 - 10.500 år før nåtid. En 14C-datering fra en myr like utenfor den antatte randlinjen til

Eidangertrinnet ga en minimumsalder på  $10\,280 \pm 90$  (Henningsmoen 1979) for dette trinnet.

Avsmeltingen etter Eidangertrinnet. Under tilbaketrekkingen av isfronten i Skien-Porsgrunn dalen ble mindre brelvavsetninger dannet ved Borgeåsen (380575) og Nenset (360590). Disse er trolig dannet i nær kontakt med kanten av isfronten, men representerer sannsynligvis ikke noen lang stans i tilbakerykkingen. Ved st Skifjell (410642) og NV for Mensvatn (423645) ligger det brelvvifter som mulig er dannet samtidig med Borgeåsen eller Nenset. Det samme gjelder brelvdeltaet ved Bjorvatn (431674).

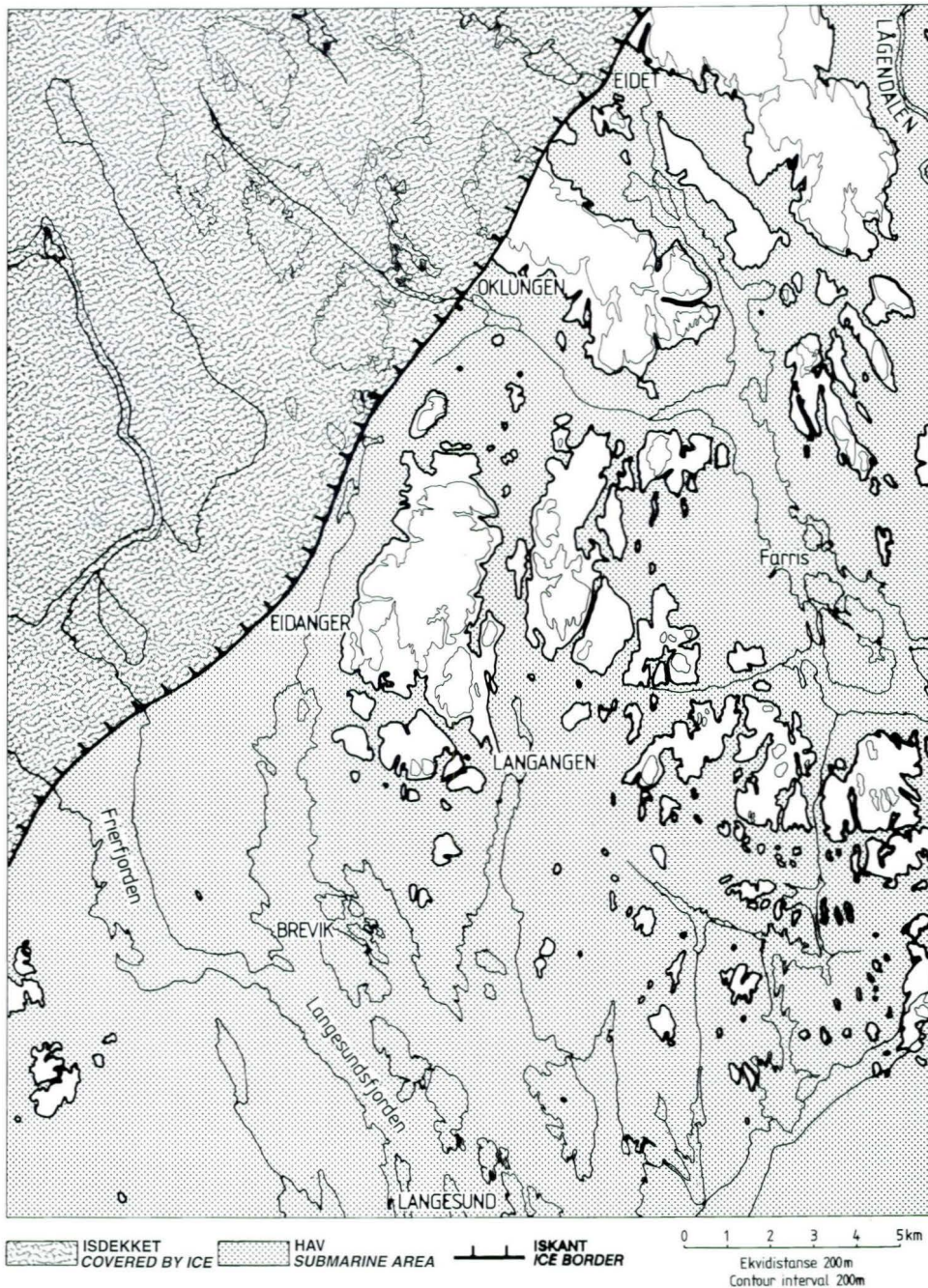


Fig. 20. Rekonstruksjon av isens og havets utbredelse på kartblad Porsgrunn under Eidangertrinnet. Havet sto på den tiden 165 m høyere enn i dag i de nordøstligste deler av kartet og 140 m høyere i de sørlige deler.

*Reconstruction of the extent of the ice and the sea within the map-sheet Porsgrunn during the Eidanger event. The marine level was about 165 m above present level in the northeastern part of the map and 140 m in the south.*

I Siljandalen ligger det flere parallelle randmorenerygger ved sørøstenden av Gorningen (452678) og

nedover mot Kiste (458678). Bergstrøm (1987) har beskrevet randmorenerygger også på nordvestsiden

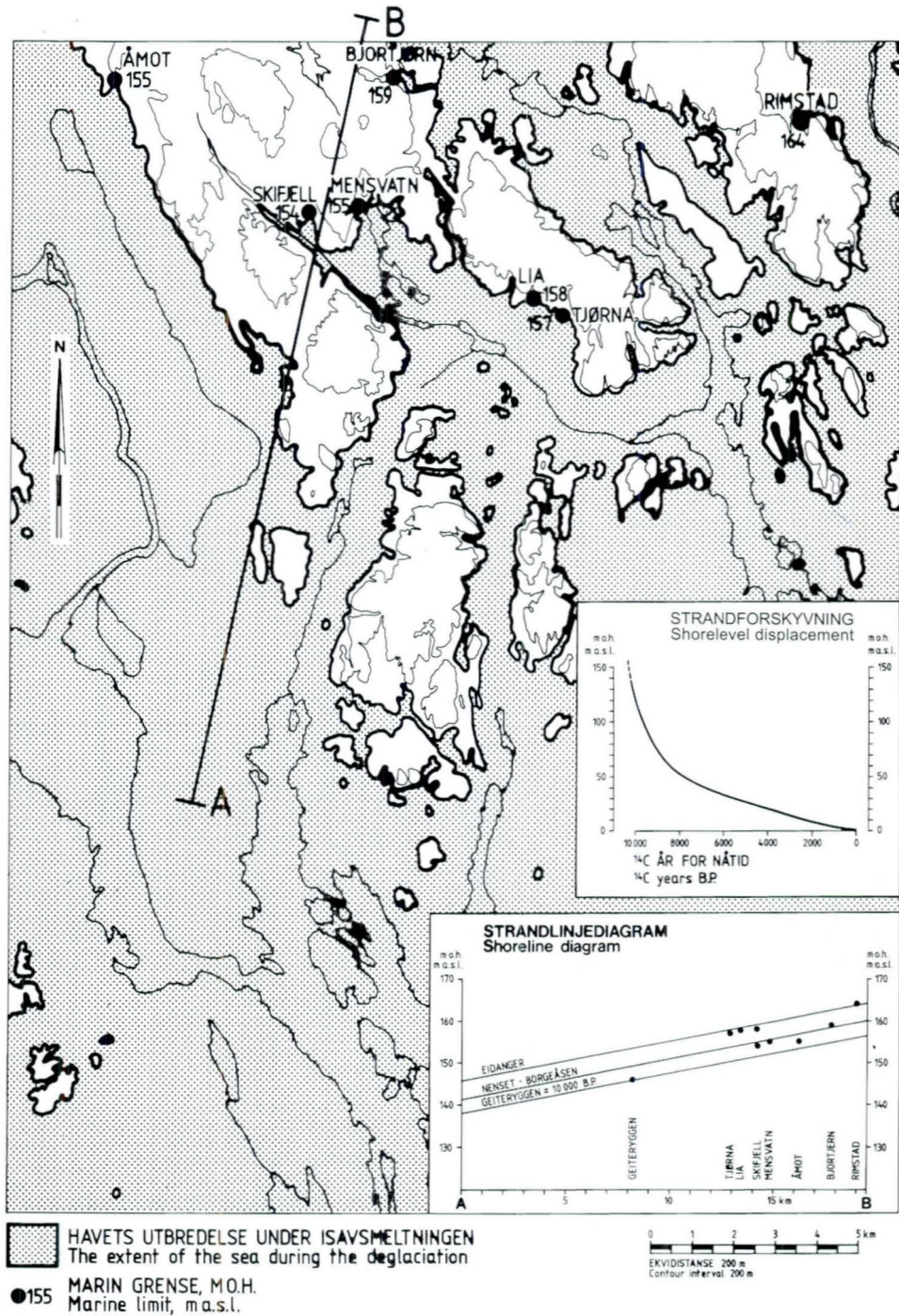


Fig. 21. Havets utbredelse under isavsmeltingen med angivelse av MG-lokaliteter. Innfelt er strandforskyvningskurve for Porsgrunnområdet (modifisert etter Stabell 1980, Henningsmoen 1979a) og strandlinjediagram (projeksjonslinje A - B)).

The extent of the sea during the deglaciation with ML-localities marked. Inset: shore displacement diagram from the Porsgrunn area (modified after Stabell 1980, Henningsmoen 1979a) and shoreline diagram (projection line A - B)).

av Gorningen (kartblad Siljan) som er antatt å være av omtrent samme alder som Nensetavsetningen. En mulig tolkning av moreneryggene på sørøstsiden av Gorningen er at disse korresponderer med Borgeåsen. Israndlinjens forløp på denne tid er imidlertid vanskelig å rekonstruere, da Nenset og Borgeåsen trolig bare representerer en lokal hendelse foran brefronten i Skien-Porsgrunnndalen betinget av de topografiske og glasiologiske forholdene her.

Fra Nensetavsetningen trakk brekanten seg videre tilbake og forsvant ut av det kartlagte området i nordvest. Like utenfor kanten av kartblad Porsgrunn stoppet den opp, og ved Geiteryggen ble et stort og komplekst delta avsatt (Bergstrøm 1984, 1985). Geiteryggrinnet er forsøkt korrelert med Skitrinnet (Fig. 19) og datert til ca. 10.000 år før nåtid (Sørensen 1983).

Etter Geiteryggrinnet trakk brekanten seg videre mot nordvest. Yngre brerandavsetninger ble dannet og fins bl.a. ved Valebø, Akkerhaugen og Nordagutu på kartblad Nordagutu (Bergstrøm 1984). Akkerhaugentrinnet er forsøkt korrelert med Akertrinnet i Osloområdet (Fig. 19).

## Landhevning

### 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. 21. De fleste spor etter MG i det kartlagte området er brelvdeltaer 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 korrelerer representerer samtidige havnivå.

For det kartlagte området er det forsøkt å konstruere et diagram over de høyeste strandlinjene (Fig. 21) basert på egne data fra nedre Telemark (Bergstrøm 1984, 1985) og sørvestlige deler av Vestfold, samt strandlinjemålinger fra Lågendalen

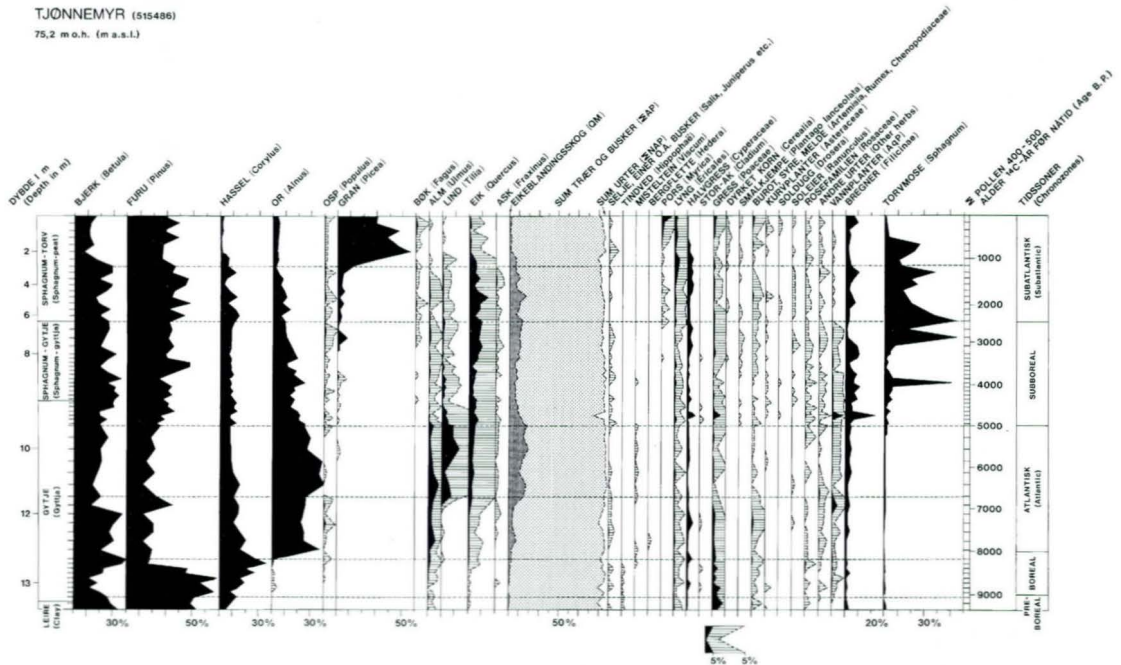


Fig. 22. Pollendiagram fra Tjønnemyr. Diagrammet viser fra venstre: a) Lagdeling, b) innhold av forskjellige treslagspollen beregnet i prosent av det totale antall pollen fra trær (AP) og urter (NAP), c) totaldiagram som viser forholdet mellom treslagspollen (rastret) og urter (ikke rastret), d) innhold av forskjellige urtepollen, vannplanter og moser, e) 14C-alder og klimaperioder.

Pollendiagram from Tjønnemyr. The diagram shows from the left: a) Stratigraphy, b) amount of different species of trees in percent 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) amount of different species of herbs, e) 14C-age and climatic periods.

og Oslofjordområdet (Jørgensen & Sørensen 1979, Sørensen 1979). Strandlinjediagrammet er lagt langs et profil A-B på Fig. 21 på tvers av isobasene (linjer gjennom punkter med lik heving). Da landhevingen har vært større innover i landet, får strandlinjene en helning sørover mot kysten. Gradienten for Geiteryggrinnets strandlinje er beregnet til 0,95 m/km.

Under isavsmeltingen ble de sørøstlige områdene på kartbladet først isfrie. I dette lavtliggende og småkuperte landskapet er det små muligheter å få dannet gode MG-nivåer. De eldste strandlinjer ved Tjørna (473618) og Rimstad (530666) er korrelert til å være omtrent samtidig med eller litt eldre enn Eidangeravsetningen. Den konstruerte strandlinjen fra dette trinnet ligger 8-9 m høyere enn Geiteryggrinnets strandlinje (Fig. 21). Strandforskyvningen på denne tiden (siste del av yngre dryas) er usikker, men anslått til å være ca. 3 m pr. 100 år. Dette betyr at hvis Geiteryggen ble dannet for 10.000 år siden, er alderen på Eidangertrinnet 10.300 år før nåtid.

De yngste strandlinjene ved Bjørtjørn (432674), Mensvatn (423645) og Skifjell (409643) ligger bare 3-4 m høyere enn Geiteryggrinnets linje, det vil si vel 100 år eldre. Det er mulig at disse strandlinjene er noenlunde samtidig med Nenset eller Borgeåsen.

## Strandforskyvning

Av Kari Henningsmoen og Bjørn Bergstrøm

På grunnlag av data fra søndre Vestfold (Henningsmoen 1979a) og Porsgrunn-Kragerø-

området (Stabell 1980) er det konstruert en strandforskyvningskurve som tilnærmet er gyldig innen de sentrale deler av kartblad Porsgrunn (Fig. 21). Kurven viser hvor høyt havnivået sto til enhver tid etter isavsmeltingen. Ufullstendige opplysninger om havnivået i den første tiden gjør at kurvens forløp her er noe usikker. Men sannsynligvis var strandforskyvningen under siste del av yngre dryas (10.500-10.000 før nåtid) relativt liten. Etter yngre dryas (10.000 år før nåtid) hevet landet seg jevnt og hurtig de første 1500 år med en gjennomsnittlig hastighet på 5-6 m pr. 100 år. Etter hvert avtok hastigheten og for 5000 år siden var hevingen under 1 m pr. 100 år. I dag er den 0,2 m pr. 100 år, eller 2 mm pr. år. Spor etter tidligere havnivå fins fra MG og ned til dagens nivå. De viktigste former er deltaer og vifter som ble bygget ut ved munningen av breelver, elver og bekker. Senkningen av havnivået førte til at avsetningen som ble hevet over havoverflaten ble utsatt for erosjon. I dalene ble sand, silt og leire gravd ut og fraktet med elvene. Sanden ble avsatt ved elvenes nye utløp over leire, mens silt og leir ble fraktet lenger ut i fjorden før det ble sedimentert. Rester av gamle elveterrasser fins i flere nivåer. Den store Odbergmoen (540680) i Lågendalen er bygget opp til et nivå ca. 40 m over dagens havnivå. Dette tilsvarer i følge strandforskyvningskurven et havnivå for ca. 7000 år siden (Sørensen m.fl. 1982, Henningsmoen 1979).

LILLE BLEKKANE (483568)  
142,7 m o. h. (m a. s. l.)

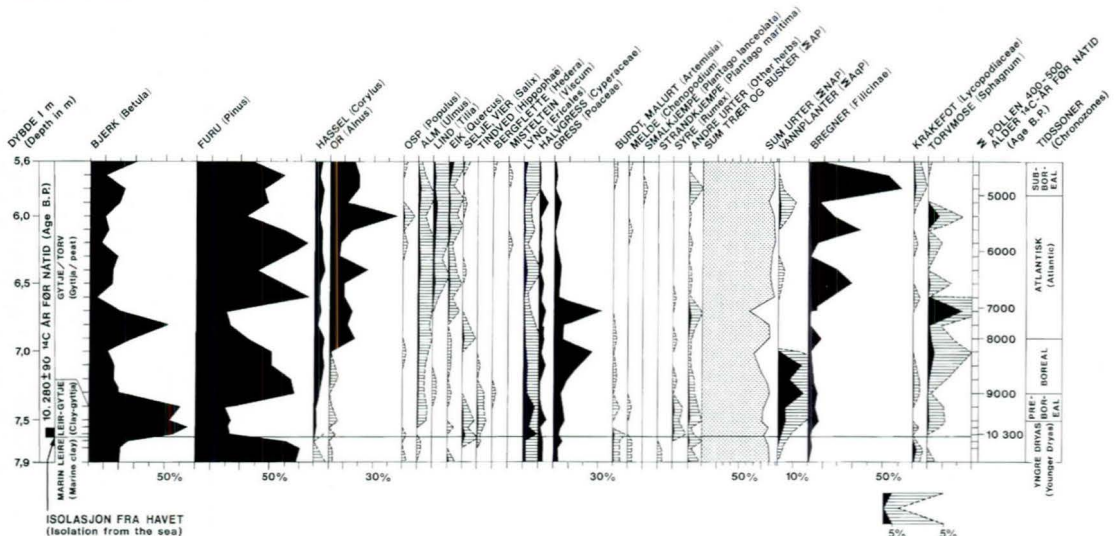


Fig. 23. Pollendiagram fra Lille Blekkane, Forklaring til diagrammet, se tekst til Fig. 22.

Pollen diagram from Lille Blekkane. Explanation to the diagram, see text Fig. 22.

## LILLE BLEKKANE (483568)

142,7 mo.h. (m a.s.l.)

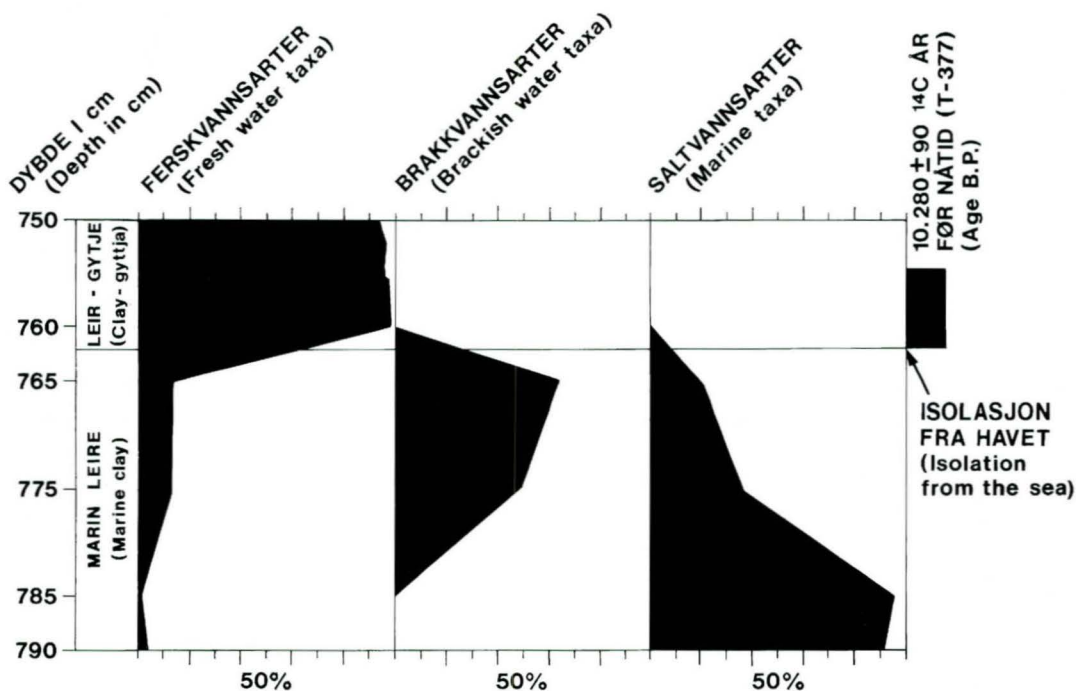


Fig. 24. Diatomdiagram fra Lille Blekkane. Diagrammet viser når bassenget ble isolert fra havet.  
The diatom diagram from Lille Blekkane shows the isolation of the basin from the sea.

## Vegetasjon og klima etter siste istid

Av Kari Henningsmoen

Plantenes blomsterstøv - pollen - er en viktig kilde til opplysning om tidligere tiders vegetasjon, og derved også om klima- og miljøforhold. Pollenet produseres i enorme mengder i blomstenes støvbærere og spres med vind eller insekter. Det kan identifiseres, slik at man kan se hvilke plantearter, eventuelt slekter eller familier pollenet kommer fra.

Luftens oksygen bryter ned pollen ganske raskt, men det som faller ned på oksygenfattige steder kan oppbevares gjennom århundrer og årtusener. Myrer, tjern og innsjøer er utmerkede oppbevaringssteder for pollen. Ved å undersøke polleninnholdet i torv- og gytjeavsetninger, kan man få innblikk i hva som vokste i omegnen, og når det vokste der. Dette gir muligheter til å rekonstruere innvandringshistorien til forskjellige trær og planter, og indirekte få opplysninger om klimautviklingen etter siste istid.

## Tjønne myr og Lille Blekkane

Flere myrer og små innsjøer innenfor kartblad Porsgrunn er undersøkt pollenanalytisk. Resultatene fra to av dem er benyttet i denne beskrivelsen, Tjønne myr (515486) og Lille Blekkane (483568). Tjønne myr er liten i utstrekning, men så dyp at hovedveien E18 er bygget på en brokonstruksjon over den. Mer enn 13 m tykke organiske avleiringer ligger over leiren i bunnen. Lille Blekkane er en del av et større myrkompleks. Den ligger høyere over havet og går lenger tilbake i tid enn Tjønne myr. Dybden er nærmere 8 m, men bare lagene fra 5,60 m og nedover til bunnen er undersøkt her. Pollendiagrammene (Fig. 22 og 23) fra Tjønne myr og Lille Blekkane gir et bilde av hvorledes vegetasjons- og miljøforholdene har skiftet gjennom de siste vel 10.000 år.

I Tjønne myr (Fig. 22) viser leiren i bunnen at myrbassenget lå under havet i den første tiden etter at området ble isfritt. Etter hvert som landet hevet seg i forhold til havflaten, ble bassenget avsnørt fra havet og gikk over til å bli en liten innsjø. Gytjeavsetningene fra 13,4 m og opp til 9 m

dybde er avsatt i denne sjøen. Etter hvert grodde sjøen igjen og ble til myr slik vi ser den i dag. Pollenkurvene viser vegetasjonsutviklingen i området under denne tiden. En kolonne viser mengden av trær + busker i forhold til mengden av urter (kolonne med prikkkraster). En ser at urtene er svakt representert hele tiden. Området har vært dekket av forskjellige typer skog gjennom hele den tiden som er representert i diagrammet, fra vel 9000 år siden og frem til i dag. Mengden av varmekjære løvtrær er angitt ved summen av alm, lind, eik og ask - også kalt eikblandingsskog.

Myren ved Lille Blekkane (Fig. 24) ligger høyere (142 m o.h.) enn Tjønnemyr og ble isolert fra havet på et tidligere tidspunkt. Avsetningene i bunnen går tilbake til den siste halvdel av yngre dryas tid (11.000 - 10.000 år før nåtid). Radiokarbondatering (14C-datering) av gytjen nær bunnen (ca. 7,60 m dyp) ga en alder på  $10.280 \pm 90$  før nåtid. Dateringene ligger like over det stedet hvor den havavsatte leiren går over til gytje. At leiren virkelig er avsatt i havet, er dokumentert ved diatoméanalyser (Fig. 24). Diatoméer eller kiselalger, er encellede alger som forekommer stort sett over alt der det er vann eller fuktighet til stede. De opptrer i en sann mangfoldighet av arter, og deres økologi er til dels svært forskjellig fra art til art. Noen lever i saltvann, andre i ferskvann, og atter andre i brakkvann. Dette er benyttet til å fastlegge hvor i bunnlagene isolasjonen fra havet skjedde (Fig. 23 og 24). Her er tydelig omslag mellom 7,60 og 7,65 m dybde, hvor salt- og brakkvannsansartene forsvinner, og ferskvannsansartene blir enerådende. Alderen på denne isolasjonen er fastlagt ved radiokarbondatering som angir alderen på de eldste ferske avsetningene. Lignende undersøkelser er gjort av flere andre lokaliteter i forskjellige høyder over havet fra søndre del av Vestfold (Henningsmoen 1979a), og de viser hvorledes grensen mellom hav og land - stranden - er forskjøvet gjennom de årtusener som er gått siden isen smeltet vekk. Disse undersøkelsene danner grunnlaget for den strandforskyvningskurven som er presentert i Fig. 21.

## Vegetasjons- og klimautvikling

I den første tiden etter at isen forsvant - *preboreal tid* - (10.000-9000 år før nåtid) var det en lys og åpen vegetasjon med bjørkeskog. Først på slutten av denne perioden kom furuen inn og overtok bjørkens dominerende rolle. I pollendiagrammene, særlig fra Lille Blekkane, er det store mengder av furupollen også i bunnen, men dette skyldes overrepresentasjon i de havavsatte leirene (langtransport i havet), og gir ikke noe reelt bilde av vegetasjonen på land.

En av de mest typiske lyselskende busker som vokste den første tiden var tindved (*Hippophaë rhamnoides*), en ekstremt lyskrevende busk som ikke overlever i skyggen av skogstrær. I det bratt-

lendte, knausete terrenget i området har tindveden klart seg en tid på spesielle voksesteder, f.eks. i stupbratte åssider hvor det har tatt tid før skogstrærne har klart å få fotfeste og skygge tindveden ut. Den har overlevd i området også gjennom mesteparten av den følgende boreal-tiden, men så er det definitivt slutt.

Klimaet i preboreal tid har hatt flere svingninger, men stort sett har det vært gunstig til tross for at isen nettopp var forsvunnet. En rimelig høy sommertemperatur er avspeilet i vegetasjonen. Blant annet forekommer bred dunkjevle (*Typha latifolia*) flere steder i Oslofjord-området fra senere del av denne tiden (f.eks. Hafsten 1956, Danielsen 1970). Denne planten krever en julitemperatur på minst  $14^{\circ}$  (Iversen 1944), altså bare et par grader lavere enn dagens temperatur i området.

I *boreal tid* (9000 - 8000 år før nåtid) var det furu og hassel som først og fremst karakteriserte vegetasjonen. Klimaet var tørt og ganske varmt, og hassel var vanligere i våre skoger enn den har vært noen gang siden. Det er forbausende at hassel, med sine tunge spredningsenheter - nøttene - har vært i stand til å innvandre så tidlig som den gjorde i det sydligere Norge. Ikke kan nøttene spres med vind, og neppe heller over lange strekninger med fugl. Mange dyr spiser hasselnøtter og kan slepe dem med seg, men helst over kortere avstander. En mulig forklaring er at mennesket har vært medvirkende når det gjelder hasselens raske spredning. Nøttene er spiselige og gode og har vært en verdifull matressurs til alle tider. Dessuten er de holdbare og har kunnet tjene som proviant på reiser over lengre strekninger. Hassel er krevende både når det gjelder jordbunn og klima. Enda mer varmekjære arter som alm og eik begynner også å vise seg i området i boreal tid, og bekrefter klimaets gunstige karakter.

I *atlantisk tid* (8000 -5000 år før nåtid) var klimaet både varmt og fuktig. De varmekjære treslagene alm og eik og etter hvert også lind var rikelig representert i området. De vitner om et meget gunstig klima, faktisk det gunstigste i hele den postglasiale tiden.

Andre viktige klimaindikatorer fra denne tiden er bergflette eller eføy (*Hedera helix*) og misteltein (*Viscum album*). I Tjønnemyr er det vesentlig misteltein og lite eføy som er registrert, i andre diagram kan det være omvendt. Ingen av dem vokser i nærheten av lokalitetene i dag, men begge fins i Vestfold. De sprer pollenet sitt meget dårlig, så det er mest sannsynlig at pollenfunnene betyr at de faktisk vokste nær myren i atlantisk tid. Begge artene stiller spesielle krav til klimaet. Eføy krever høy vintertemperatur, mens mistelteinen tåler litt lavere temperatur om vinteren. Til gjengjeld krever den høy sommertemperatur i tillegg til en rimelig varm vinter. Dette tyder på at varmetidens middeltemperatur for juli måned må ha ligget omkring  $2^{\circ}$

høyere, og januar-midlet kanskje 3-4° høyere enn vi har i Oslofjord-området i dag.

Det mest iøynefallende trekket nær begynnelsen av atlantisk tid, er at or innvandret over store deler av landet. Det later til at begge våre arter av or - svartor og gråor - kom mer og mindre samtidig, til tross for deres forskjellige økologiske krav. Svartor er temmelig varmekjær, holder seg i lavlandet og går nordover bare til N-Trøndelag, mens gråor er mindre krevende, går opp i fjellskogene og nordover helt til Finnmark. Dessverre kan de to artene ikke skilles på pollentypene, men man må kunne gå ut fra at svartor på den tiden har vært godt representert i floraen, slik den er i søndre Vestfold den dag i dag. Or liker høy fuktighet i jordbunnen, og særlig svartor står ofte på svært våt bunn. Oren har rimeligvis hatt fordel av at klimaet ble fuktigere i atlantisk tid enn det var i den tørrere borealtiden.

I *subboreal tid* (5000 - 2500 år før nåtid) ble klimaet tørrere og noe mindre varmt etter hvert, men fortsatt gunstig. Alm og lind gikk noe tilbake, mens eik har hatt en liten økning. I denne perioden finner man de første spor etter steinalderens bønder i Vestfold. Et nytt element opptrer i pollendiagrammene, nemlig pollen av dyrket korn og av ugresset smalkjempe (*Plantago lanceolata*) som gir den første indikasjon på jordbruk i videste forstand. Planten er en god indikator på beitemark, og den viser seg allerede i avsetninger fra ca. 5000 år før nåtid. Like etter kommer det oppgang av kurvplanter (*Asteraceae*) og soleier (*Ranunculus*) som begge kan opptre i forbindelse med rydning og oppdyrking. Dyrket korn viser seg først senere i dette diagrammet, men fra andre lokaliteter i Vestfold fins det pollen av dyrket korn så langt tilbake som helt i begynnelsen av subboreal tid, ca. 5000 år før nåtid.

Nedgangen i almepollen samtidig med de første spor etter menneskets jord- og februk har lenge vært et omdiskutert spørsmål. Alm er et meget nyttig og ettertraktet tre. Løvet gir godt dyrefor, og barken har vært brukt til menneskemat

i nødsår nesten helt opp til våre dager. Det er altså rimelig å tro at treet har vært utnyttet, og at dette har innvirket på almebestanden. Allikevel er det et spørsmål om ikke en klimaforandring ved overgangen atlantisk-subboreal tid kan ha spilt en vel så stor rolle for almenedgangen eller eventuelt ha vært en medvirkende årsak til den. Også andre varmekjære vekster som lind og misteltein har en tilbakegang på denne tiden.

Omkring overgangen til *subatlantisk tid*, ca. 2500 år før nåtid, skjedde det en klimaforverring som kan påvises over store områder. I diagrammet fra Tjønnemyr er det en viss nedgang i de mest varmekjære elementer i skogsbildet. Den mest dramatiske forandringen skjer omtrent midt i subatlantisk tid, da granen etablerte seg for alvor i området. Radiokarbondateringer har vist at den innvandret til Søndre Vestfold omkring 1200 år før nåtid (Henningmoen 1979b), og blir ganske dominerende i skogsbildet. Før selve oppgangen opptrer oftest en "granhale" i pollendiagrammene. Den kan enten bety langtransport av granpollen fra områder hvor granen allerede er etablert eller skyldes spredte forekomster av trær i området før den egentlige etableringen fant sted.

I Vestfold (sett under ett) er gran i dag langt det viktigste treet skogbruksmessig sett. Treet utgjør omkring 3/4 av kubikkmassen i fylkets skoger. Likevel er det ikke gran, men bøk som er det mest karakteristiske treet for Vestfold. Selv folk som ikke er særlig interessert i botanikk eller skogbruk, vet som regel at i Vestfold vokser det bøk. Treet har sin norske hovedutbredelse i fylket, og særlig på den dype morenejorden på Raet vokser det frodig, som den kjente bøkeskogen i Larvik.

Bøken innvandret til Vestfold omtrent samtidig med granen, men den er langt mindre representert i pollendiagrammene enn granen er. Dette skyldes naturligvis først og fremst at granen er og var meget mere utbredt og vanligere enn bøken, men også at granens pollenproduksjon er større. Bøken har også en "hale" i pollendiagrammene tilsvarende granen, som sannsynligvis skyldes langtransport fra sørligere områder.

## Løsmassenes egnethet til forskjellig bruk

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

### Dyrkningsjord

De begrensede jordbruksarealer på kartblad Porsgrunn er i vesentlig grad knyttet til hav- og fjordavsetninger, som f.eks. i de ennå ikke nedbygde områdene i Skien-Porsgrunnaldalen. Også områder hvor bølgevasking har gitt et topplag av sandige strandavsetninger er vanligvis velegnet til oppdyrking. Sørøst for Raet ligger noe av den fineste dykningsjorda i denne del av landet på strandsand avsatt over leire.

Forvittringsmaterialet er i varierende grad oppdyrket, avhengig av bergartstypen. De basaltiske bergartene nordvest på kartet gir et relativt finkornig forvittringsmateriale som er bra egnet til dyrkning. Kjemiske analyser (Bjørlykke 1940) viser stort innhold av oppløselig kalsium, kalk og fosfor. På gården Nyland (398621) har materialet tidligere vært anvendt som "gjødse" under oppdyrking av myrlendte partier på eiendommen (Låg 1948). Syenittene og larvikittene gir et grusig forvittringsmateriale som i mindre grad er egnet til oppdyrking. Ved Omsland (500555) er deler av det tykke forvittringsdekket oppdyrket, men jorda tørker veldig lett ut i overflaten på grunn av den grove konsistensen. Det er også visse vanskeligheter med skogplanting i slikt materiale av samme grunn (Låg 1945). Men når trærne blir så store at røttene når ned i dypere og fuktigere jordlag, vokser skogen fint på slik jord. I kambro-silurbergartene er en del av forvittringsmaterialet godt egnet til dyrkning, blant annet på grunn av kalkinnholdet i flere av bergartene.

Breelavsetningene er i varierende grad oppdyrket (Fig. 25). Udyrkede områder består gjerne av grovt materiale med stein og blokker som er tørkesvake og i liten grad har evne til å holde på plantenæringsstoffer. Elveavsetningene er vanligvis bedre egnet, og i Lågdalen utgjør de finkornige elveslettene betydelige jordbruksarealer.

### Byggegrunn

Store deler av kartbladet består av bart fjell eller et tynt og usammenhengende løsmassedekke som vanligvis gir gode grunnforhold. Også breelavsetningene er velegnet som byggegrunn, men nedbygging av slike områder kan ofte komme i konflikt med andre former for utnyttelse som f.eks. grusut-

tak, grunnvannsuttak, avfallsdeponering. Borgeåsen er et eksempel på et område som har gitt attraktive boligtomter. Mindre gode eller dårlige grunnforhold fins hovedsakelig bare i områder med hav- og fjordavsetninger eller med tynne elve- eller strandavsetninger over hav- og fjordavsetninger. Faren for utglidninger og skred er størst i bratte leir-områder og på kanten av bratte raviner og erosjonsskråninger som f.eks. langs vestbredden av Skienselva. Helland (1900) har beskrevet et leirskred ved Gråtenmoen (355610) På slike ustabile steder bør geotekniske undersøkelser utføres før en eventuell utbygging.

### Byggeråstoff

De største og viktigste sand- og grusforekomstene i området er breelavsetninger som hovedsakelig ligger i de store dalførene. På kartblad Porsgrunn er forekomstene, bortsett fra Nenset og Eidanger, meget små og bare av lokal interesse. Betydelige elveavsetninger fins i Lågdalen og Skien-Porsgrunnaldalen, men stort sett er materialet for finkornet (fin sand/middels sand) til de fleste tekniske formål.

Breelavsetningene er tidligere beskrevet, og det vil derfor i dette kapitlet hovedsakelig bli lagt vekt på vurderinger av størrelse og kvalitet av de viktigste forekomstene (Fig. 25). Det er utarbeidet et Grusregister for Telemark og Vestfold som både gir en oversikt over ressurs situasjonen i fylkene og inneholder en del opplysninger om de enkelte forekomster (Lie 1983, Lie m.fl. 1982, Olsen & Lie 1985, Ulvik 1995a, b, c). Data fra grusregisteret kan fåes ved Norges geologiske undersøkelse.

*Nenset.* Breelavsetningen ved Nenset (360590) er en betydelig sand- og grusressurs i Skien-Porsgrunnområdet (Fig. 25). Volumet er beregnet til ca. 20 mill. m<sup>3</sup>. Det er foretatt store masseuttak og over 6 mill. m<sup>3</sup> er allerede fjernet fra avsetningen. Massetakene dekker 60 % av det totale areal, mens ca. 20 % er dekket av skog og 10 % av bebyggelse og veier. Materialet består vesentlig av godt sortert sand og sandig grus. Enkelte grovere lag forekommer, spesielt i sørvest. Bergartene består vesentlig av gneisgranitt og kvarts og en del amfibolitt. Seismiske undersøkelser (Frydenlund 1970) viser mektigheter på over 50 m i de sentrale og høyeste deler av avsetningen. Distalt (sørøst) for det høyeste partiet er dybden ned til fjell målt til 25-30 m. Ingen av profilene gir indikasjoner på grunnvannets beliggenhet.

*Borgeåsen.* Sand- og grusavsetningen ved Borgeåsen (380575) er omtrent helt nedbygget og er derved båndlagt for annen utnyttelse. Det totale volumet er anslått til vel 2 mill. m<sup>3</sup>.

*Eidanger.* Israndavsetningen ved Eidanger (405435) består vesentlig av sand (Fig. 25). Store

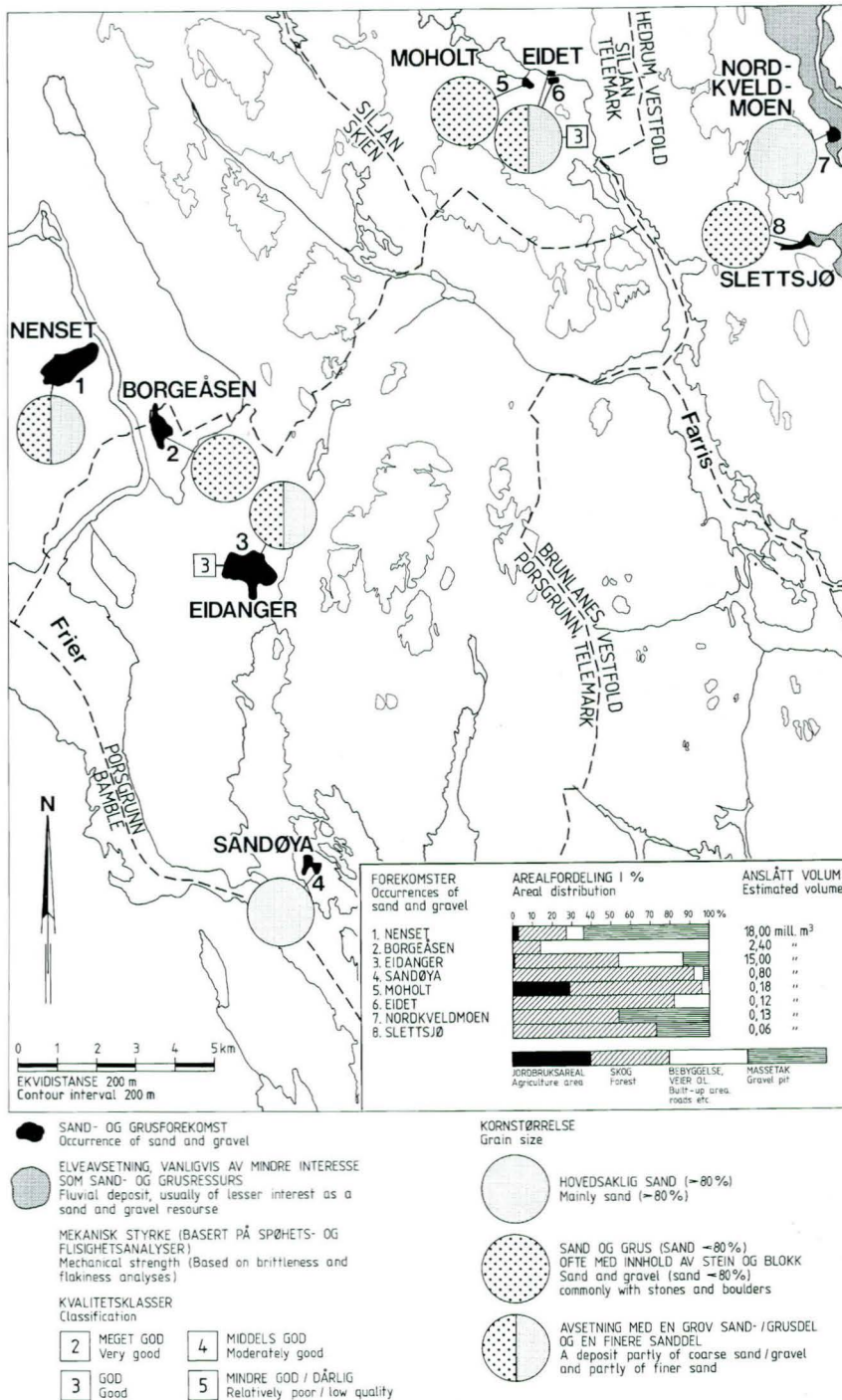


Fig. 25. Sand- og grusressurser. Anslått volum, kornstørrelse, mekanisk styrke og arealfordeling. Modifisert etter Lie (1983), Lie m.fl. (1982) og Olsen & Lie (1985).

Sand and gravel resources. Estimated volume, grain-size, mechanical strength and areal distribution. Modified after Lie (1983), Lie et al. (1982) and Olsen & Lie (1985).

deler av forekomsten er fjernet ved uttak, men de resterende masser er volumberegnet til 15 mill. m<sup>3</sup> ned til grunnvannsspeilet. Boringer og seismiske undersøkelser (Fig. 14) viser at det særlig i de sentrale østlige deler er store mektigheter med sand også under grunnvannsspeilet (opp til 40 m). De dominerende bergarter er gneisgranitt og en del kvartsitt og amfibolitt. Sprøhets- og flisighetsanalyser viser at materialet faller ut i klasse 3, dvs. den nest beste kvalitetsklasse (Jegleim 1974).

*Sandøya.* Breelavsetningen nordvest på Sandøya (416466) består hovedsakelig av sand med et volum beregnet til ca. 0,8 mill. m<sup>3</sup>. Forekomsten er for det meste dekket av strandavsetninger og er skogbevokst.

*Moholt.* Nord for Moholt (472666) ligger det en liten breelavsetning som hovedsakelig er bygget opp av sand- og gruslag. En del grove, steinrike lag fins også. Forekomsten er delvis dekket av et tynt lag av finkornige hav- og fjordavsetninger. Inn mot bergveggen i øst ligger det en del nedrast stein og blokk på toppen av avsetningen. Volumet er beregnet til 0,18 mill. m<sup>3</sup>.

*Eidet.* Øst for Lakssjø (480665) ligger en ryggformet breelavsetning som hovedsakelig er bygget opp av lagdelt sand og grus (Fig. 25). Enkelte usorterte partier fins med en del stein og blokk. Bergartene består vesentlig av gneisgranitt, syenitt, rombeporfyr og larvikitt. Sprøhets- og flisighetsanalyser faller ut i nestbeste klasse 3. Avsetningen er delt i to av elva, hvorav masseuttak er foretatt i den sørlige del. Et overslag over det totale volum gir 0,12 mill. m<sup>3</sup>.

*Nordkveldmoen.* Elveterrassen ved Nordkveldmoen (550655) består vesentlig av godt sortert sand med enkelte lag av grusig sand og finsand. Forekomsten er vanskelig avgrensbar, men volumet er anslått til å være 0,13 mill. m<sup>3</sup>.

*Andre avsetninger.* Det fins en del små forekomster av sand og grus som er så ubetydelige at de har liten interesse for praktisk utnyttelse, unntatt til lokalt bruk. En av disse er tatt med på Fig. 25, Slettsjø (538623). Andre forekomster har hatt stor betydning for bygging av lokale skogsbilveier, som f.eks. ved Mensvatn (423645) og Bjortjørn (431674).

## Grunnvann i løsmasser

Mulighetene for grunnvann fra løsmasser innenfor kartblad Porsgrunn er ikke spesielt vurdert. De største uttakbare grunnvannsmagasiner fins i bre-

elv- og elveavsetninger hvor grunnvannet står i forbindelse med hovedvassdragene. En gunstig beliggenhet synes breelavsetningen ved Eidet (478667) å ha uten at dette er nærmere undersøkt. Permeable sand- og grusmasser er avsatt på begge sider av elva fra Lakssjø og mulighetene for direkte infiltrasjon av grunnvann herfra skulle være gode. Mange breelavsetninger ligger imidlertid ofte relativt høyt i terrenget med vesentlig selvmatende magasiner og lav grunnvannsstand. Dette gjør de mindre egnede som store vanngivere. Elveavsetningene langs de store vassdragene kan gi grunnlag for store grunnvannsuttak. Problemet er at de ofte er for finkornet til å gi tilstrekkelige mengder vann. Som regel er det bare et tynt topplag av permeable sand- og grusmasser over tette silt- og leirrike hav- og fjordavsetninger som f.eks. i størstedelen av Skien-Porsgrunn-dalen og Lågendalen.

I sand- og grusavsetninger som ligger ved kysten og like ved havnivå, er mulighetene til stede for å få inn saltvann ved uttak av grunnvann. På Sandøya (416466) ligger det en sand- og grusavsetning som gir muligheter for uttak av grunnvann til lokalt behov. Men da deler av avsetningen ligger under havnivå, er det en fare for at saltvann kan trenge inn i grunnvannsmagasinet ved pumping fra dype brønner.

## 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 avløp. Flere av de større breelavsetningene innen kartbladet er godt egnede til en slik utnyttelse. Elveavsetninger nær elver og bekker er ofte uegnet på grunn av for høy grunnvannsstand og store fluktuasjoner i grunnvannsspeilet, som f.eks. på de lave elveslettene langs Lågen. På de høyereliggende elveterrassene, som f.eks. Odbergmoen (536681), er deponeringsmulighetene av slam relativt gode.

Deponering av fast avfall i nedlagte grustak, ravnere etc. fører ofte til forurensningsproblemer, særlig på grunn av ukontrollert avrenning fra avfallsplassen. I områder med tette hav- og fjordavsetninger kan avløpsvannet samles og ledes til et renseanlegg. Drenerende lag av sand kan imidlertid vanskeliggjøre dette.

# Summary

## Bedrock and landscape

The area covered by map-sheet Porsgrunn, 1713 II, is situated in Telemark, southeastern Norway (Fig. 1). The bedrock in the region consists of four main units (Fig. 5):

1. Precambrian rocks, mainly gneiss, amphibolite and quartzite.
2. Vendian (Eocambrian) rocks of the Fen area, consisting of carbonatites and feldspathoid-rich rocks.
3. Cambro-Silurian rocks, mainly sandstone, shale and limestone.
4. Permian rocks in the Oslo region, mainly plutonic rocks (larvikite, alkali syenite, ekerite) and volcanic rocks (rhomb-porphry, basalt).

The second main unit is not represented in the mapped area. The topography is noticeably influenced by the bedrock, particularly the fault and fracture zones. The major features are the ice-eroded (U-shaped) valleys and fjords surrounded by a hilly, undulating highland terrain dissected by narrow joint-controlled valleys.

## Deposits

### 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. Till of type (b) is the predominating superficial deposit within the highland areas. The large Ra Moraine ridges in the south-east, consist partly of a sandy, gravelly till with boulders most frequent at the surface (Figs. 9, 10). The lithological composition of the fraction 4-8 mm in till of type (b) usually reflects the nature of the local bedrock. In till of type (a) the composition is more complex.

### 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 deposits were formed in front of the valley glaciers during stagnations in the ice recession. Some of the deposits were built up to sea-level (c. 145-165 m a.s.l., Fig. 21), but in the Skien-Porsgrunn valley most of them were formed as submarine frontal ridges, e.g. Nenset (360590), Borgeåsen (380575), Eidanger (405535) (Figs. 11-14). The glaciofluvial deposits consist mainly of sand and gravel.

### Marine deposits

During the deglaciation the sea followed the receding glaciers, and the fjords reached far up the valleys (Fig. 20). Fine-grained material was transported in

suspension and sedimented distally to the glaciofluvial deposits. The thickness of the marine deposits exceeds 20 m in parts of Skien-Porsgrunnaldalen and Lågendalen, but can locally reach 60 m in the sedimentary basin at Odbergmoen (535680). Generally the marine sediments have no lamination as the individual grains flocculated during the sedimentation. In the narrow fjord valleys, such as Skien-Porsgrunnaldalen and Lågendalen, there were brackish-water conditions, and laminae of silty clay, silt and fine sand were deposited. In Skien-Porsgrunnaldalen the clay content usually varies between 5 % and 20 %. 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. In the inner parts of the fjord valleys these shore processes were relatively small and only a few and very thin shore deposits exist. Along Langesundfjorden the shore processes have been effective. Sandaya (420460) is mostly covered with beach sand of variable thickness. Distally to the Ra Moraine, sandy shore sediments were deposited mainly above fine-grained marine deposits (Fig. 8). The thickness of the sand is generally between 2 and 4 m.

### Fluvial deposits

During the uplift the rivers eroded into older deposits and transported material downstream where it was sedimented as alluvial plains, fans and deltas. In Lågendalen, the outlet of Lågen gradually moved southwards and fluvial sand was deposited mostly above fine-grained marine deposits (Figs. 15, 16). The thickness of the fluvial deposits is generally less than 10 m. Odbergmoen (535683), one of the largest river terraces in Lågendalen is composed of more than 30 m of sandy sediments above marine clay and silt (Sørensen et al. 1982). The surface of the terrace, c. 40 m a.s.l., corresponds with the sea-level about 7,000 years B.P. In Skien-Porsgrunnaldalen, the fluvial sand on top of the fine-grained marine sediments is relatively thin, 3 - 5 m.

### Weathering material

The weathering products of the Cambro-Silurian shales and limestones are mainly fine-grained material (clay, silt and fine sand). In the Permian basaltic rocks, the weathering material normally consist of silt and fine sand (Fig. 10). The clay content is usually less than 15 %. The soil is rich in available plant nutrients, resulting in a luxuriant vegetation. In the Permian larvikite, the weathering products are characterized by coarse sand and gravel and pronounced 'core-stone' development. In some of the most weathered zones the thickness exceeds 5 m (Fig. 17).

### Talus

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

## Organic deposits

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

## The ice movements

The oldest detectable ice movements in the area were directed towards the south (Fig. 18) 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 south-southeast and southeast and the ice divide on Hardangervidda migrated westward, nearer to the watershed. The southeastern ice movements were probably predominant during the deposition of the Ra Moraine, 10,600-11,000 years B.P. The final deglaciation (late Younger Dryas) was characterized by ice flows converging towards the main valleys and the fjords.

## The deglaciation

During the last glacial (Weichselian) maximum, the ice margin in the south lay in Denmark (Fig. 1). When the ice sheet thinned, the margin receded very rapidly across Skagerrak to the Norwegian coast due to intensive calving. The oldest ice-marginal deposits in the outer Oslofjord area are the Tjøme-Hvaler ice-marginal deposits dated to 12,000-12,300 years B.P. (Fig. 19), and the Onsøy-Slagen ice-marginal deposits c. 11,300 years B.P.

The Ra Moraine constitutes the most marked end moraine complex and consists of 1-5 separate ridges which can be followed continuously from the Swedish border to the southeastern corner of the map-sheet Porsgrunn. The moraine ridges cross the area south-westward to Langesundfjorden where they disappear below sea level at Mølen (Fig. 19). The age of the Ra Moraine is 11,00-10,600 years B.P. (Sørensen 1979, Bergstrøm 1995).

After the Ra event, the ice margin retreated rapidly towards the northwest. At Eidanger (400540), south of Porsgrunn, a glaciofluvial ice-marginal deposit was formed indicating a short halt or stagnation in the ice recession. In the valley Siljandalen, the ice-marginal deposit at Eidet (480665) probably corresponds to this event (Fig. 20). The Eidanger Moraine is tentatively correlated with the Ås Moraine, dated to 10,300-10,500 years B.P.

After the Eidanger event, the general ice recession towards northwest continued. In the valley between Skien and Porsgrunn, glaciofluvial ice-front deposits are localized at Borgeåsen (380575) and Nenset (360590). Probably they do not represent any readvance or a long halt in the ice retreat. In Siljandalen, marginal moraine ridges are situated at Kiste (458678) and in the area northwest of the lake Gorningen (within the map-sheet Siljan). They are tentatively correlated with the Borgeåsen and Nenset deposits. From the marginal deposit at Nenset, the

ice front retreated further to the northwest and disappeared from the map-sheet Porsgrunn about 10,000 years ago. During the Geiteryggen event, the ice-front was situated at the southeastern end of Nordsjø (Fig. 19), southwest of Skien, where a ice marginal delta was formed (Bergstrøm 1985). This event probably corresponds to the Ski Moraine, dated to c. 10,000 years B.P. (Sørensen 1983).

The subsequent ice recession from the Geiteryggen delta has previously been discussed by Bergstrøm (1984, 1985, 1988).

An equidistant shoreline diagram (Fig. 21) has been constructed on the basis of marine limits in the mapped areas and data from the Oslofjord region. The age of the shorelines is based on the height of the extended Geiteryggen shoreline (reference level), which is dated to 10,000 years B.P. The gradient for the Geiteryggen shoreline is calculated as 0.95 m/km.

A shore-level displacement curve for the Porsgrunn area has been drawn (Fig. 21) based on data from the southern part of Telemark and Vestfold. The average shore displacement during the first 1,500 years after the Younger Dryas (10,000 years B.P.) was about 5-6 m per century.

The postglacial history of vegetation and climate is described.

Pollendiagrams from two basins, Tjønnemyr and Lille Blekkane, are presented in Figs. 22 and 23. A diatom diagram from Lille Blekkane with a <sup>14</sup>C-dating shows the isolation from the sea (Fig. 24).

## Potential of superficial deposits for different utilization

A short account is given on the potential for cultivation, gravel and sand (Fig. 25), groundwater and waste disposal.

## ETTERORD

Kornfordelingsanalyser og kjemiske analyser er foretatt ved NGUs laboratorier. I. Lundquist har hatt ansvaret for tegning av illustrasjoner, A. Haugan og F. Haugan har stått for reproduksjon av illustrasjoner, mens D. Roberts har korrigert den engelske teksten. 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. Kwartærgeologisk kart BYCC 030-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark.*
- Augedal, H.O. 1982: Heistad, Porsgrunn kommune. Kwartærgeologisk kart CD 026-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark.*
- Augedal, H.O. & Løwe, A. 1985: Brevik, Porsgrunn og Bamble kommune. Kwartærgeologisk kart CDE 025026-20. *Fylkeskartkontoret i Telemark.*
- Augedal, H.O. & Olsen, K.S. 1982: Kwartærgeologi og arealbruk. Veiledning i bruk av kvartærgeologiske kart. Prosjekt Temakart, Telemark. *Fylkeskartkontoret i Telemark. Arbeidsrapp.nr.10*, 16 s.
- Augedal, H.O., Olsen, K.S. og Østmo, S.R. 1981: Brevik, Bamble og Porsgrunn kommuner. Kwartærgeologisk kart CD 025-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark.*
- Augedal, H.O., Olsen, K.S. og Østmo, S.R. 1982: Fossum, Skien kommune. Kwartærgeologisk kart BYCC 029030-20. *Fylkeskartkontoret i Telemark.*
- Augedal, H.O. & Østmo, S.R. 1979: Helgja, Nome kommune. Kwartærgeologisk kart BW 030-5-4. *Fylkeskartkontoret i Telemark.*
- Bergstrøm, B. 1980: Helgja, kvartærgeologisk kart BWX 029030-20. *Nor. geol. unders.*
- Bergstrøm, B. 1981: Helgja, kvartærgeologisk kart BW 030-10. *Nor. geol. unders.*
- Bergstrøm, B. 1984: Nordagutu. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1713 IV - M 1:50 000 (med fargetrykt kart). *Nor. geol. unders. Skr. 57*, 1-44.
- Bergstrøm, B. 1985: Kilebygd. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1713 III - M 1:50 000 (med fargetrykt kart). *Nor. geol. unders. Skr. 69*, 1-39.
- Bergstrøm, B. 1987: Siljan 1713 I. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart - M 1:50 000 (med fargetrykt kart). *Nor. geol. unders. Skr. 86*, 1-44.
- Bergstrøm, B. 1995: Stratigraphical evidence of a considerable Younger Dryas advance in southeastern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr. 75*, 127-136.
- Bergstrøm, B. & Løwe, A. 1988: Porsgrunn 1713 II - kvartærgeologisk kart 1:50 000. *Nor. geol. unders.*
- Bergstrøm, B., Olsen, K.S. og Sørensen, R. 1993: Tjøme 1813 II. Kwartærgeologisk kart - M 1:50.000 med beskrivelse på kartet. *Nor. geol. unders.*
- Bering, B. & Olsen, R. 1978: Geologisk fører for Grenland. *Telemark Geologiforening. Wergeland-Porsgrunn*. 95 s.
- Bjørlykke, K.O. 1940: Utsyn over Norges jord og jordsmonn. *Nor. geol. unders. 156*, 233 s.
- Dahlgren, S. 1978: Nordagutu. Berggrunnsgeologisk kart 1713 IV-M 1:50 000, preliminær utgave. *Nor. geol.unders.*
- Danielsen, A. 1970: Pollen-analytical Late Quaternary studies in the Ra district of Østfold, southeast Norway. *Univ. Bergen Årb. Mat, Ser. 14*, 146 s.
- Dons, J.A. & Jorde, K. 1978: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Skien 1:250 000. *Nor. geol. unders.*
- Frydenlund, T.E. 1970: Seismiske undersøkelser ved Nenset grustak i Skien. *Veglaboratoriet, rapport 47 H 126 A*.
- Hafsten, U. 1956: Pollen-analytical investigation on the Late Quaternary development in the inner Oslofjord area. *Univ. Bergen Årb. naturv. R. 8*, 161 s.
- Hassum, T. L. 1967: Kwartærgeologiske studier i Siljan og nærliggende områder. *Hovedoppgave Univ. i Oslo*. Upubl.
- Helland, A. 1900: Beskrivelse over Bratsberg Amt. *Norges Land og Folk, 8, bind 1 og 2*. Forlagt av H. Aschehoug & Co.
- Henningsmoen, K. 1979a: En karbondatert strandfor-skyvningskurve fra søndre Vestfold. Fortiden i søkelyset. *Laboratoriet for Radiologisk Datering*, 239-247.
- Henningsmoen, K. 1979b: Gran-innvandring til søndre Vestfold. Fortiden i søkelyset. *Laboratoriet for Radiologisk Datering*, 184-190.
- Holmsen, P. 1979: Grunnlag i kvartærgeologi. *Nor. geol. unders. 347*, 1-70.
- Iversen, J. 1944: Viscum, Hedera and Ilex as climate indicators. *Geol. Fören. Stockh. Förh. 66*, 463-483.
- Jansen, I.J. 1979a: Telemark, Flåbygd, jordartskart BST 031032-20. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Jordregisterinstituttet.*
- Jansen, I.J. 1979b: Voll, Skien kommune. Kwartærgeologisk kart BYCC 027-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole.*
- Jansen, I.J. 1980a: Geiteryggen, Skien kommune. Kwartærgeologisk kart BYCC 028-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole.*
- Jansen, I.J. 1980b: Telemark, Gvarv, jordartskart BUV 033034-20. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Jordregisterinstituttet.*
- Jansen, I.J. 1980c: Telemark, Lunde, jordartskart BUV 031032-20. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Jordregisterinstituttet.*
- Jansen, I.J. 1980d: Telemark, Øvre Bø, jordartskart BST 033034-20. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Jordregisterinstituttet.*
- Jansen, I.J. 1982a: Jomfruland og Stråholmen, kvartærgeologisk kart 1:10 000. *Telemark Distriktshøgskole.*
- Jansen, I.J. 1982b: Solum, Skien og Bamble kommuner. Kwartærgeologisk kart BYCC 027028-20. *Fylkeskartkontoret i Telemark og Telemark Distriktshøgskole.*
- Jansen, I.J. 1983: Telemark, kvartærgeologisk kart. Geo 01. 1:250.000. *Naturatlas for Telemark. Fylkeskartkontoret i Telemark.*
- Jansen, I.J. 1986: Kwartærgeologi. Jord og landskap i Telemark gjennom 11 000 år. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart i målestokk 1:250 000. *Institutt for naturanalyse.*
- Jegleim, O. 1974: Eidanger grustak, Porsgrunn kommune. *Telemark Vegkontor, Hd-0805 A, rapport nr. 1*.

- Jørgensen, P. & Sørensen, R. 1979: Late Glacial and Holocene deglaciation and sedimentation in Lågendalen, southeastern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 59, 337-343.
- Lie, K.T. 1983: Grusregisteret for Telemark. *Fylkeskartkontoret i Telemark*, 1-67.
- Lie, K.T., Kleiven, A. & Augedal, H.O. 1982: Grusregisterkart Porsgrunn 1713 II - M 1:50 000. *Fylkeskartkontoret i Telemark*.
- Løwe, A. 1982a: Bjønnes, Porsgrunn og Brunlanes kommuner. Kvartærgeologisk kart CE 025-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark*.
- Løwe, A. 1982b: Langangen, Porsgrunn kommune. Kvartærgeologisk kart CE 026-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark*.
- Løwe, A. 1982a: Bøle, Skien kommune. Kvartærgeologisk kart CD 028-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark*.
- Løwe, A. 1983b: Porsgrunn, Porsgrunn og Skien kommuner. Kvartærgeologisk kart CD 027-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark*.
- Løwe, A. 1984: Skien, Skien kommune. Kvartærgeologisk kart CD 029-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark*.
- Låg, J. 1945: Weathering of syenite in Kjøse, Vestfold. *Nor. Geol. Tidsskr.* 25, 216-224.
- Låg, J. 1948: Undersøkelser over opphavsmaterialet for Østlandets morenedekker. *Meddelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 35, 1-223.
- Olsen, K.S. & Lie, K.T. 1985: Grusregisteret for Vestfold. *Fylkeskartkontoret i Vestfold*, 1-31.
- Olsen, K.S. & Løwe, A. 1984: Sandefjord 1813 III - kvartærgeologisk kart 1:50 000. *Nor. geol. unders.*
- Reite, A.J. 1983: Trondheim. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1621 IV - M 1:50 000 (med fargetrykt kart). *Nor. geol. unders.* 391, 1-44.
- Segalstad, T. V. 1975: Cauldron subsidences, ring-structures, and major faults in the Skien district, Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 55, 321-333.
- 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*.
- Sørensen, R. 1988: In-situ rock weathering in Vestfold, southeastern Norway. *Geogr. Ann.* 70A, 4, 299-308.
- Sørensen, R. 1992: The physical environment of Late Weichselian deglaciation of the Oslofjord region, southeastern Norway. *Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. Ca 81*, 339-346.
- Sørensen, R., Grønlie, G. & Jørgensen, P. 1982: Thickness and layering of the Odbergmoen Late Weichselian and Holocene sediments in Lågendalen, southeastern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 62, 7-15.
- Sørensen, R., Dahl, Å., Olsen, K.S. & Bergstrøm, B. (under arbeid): Vestfolds kvartærgeologiske historie. *Miljøverndepartementet*.
- Ulvik, A. 1995a: Grus- og pukkregisteret i Skien kommune, Telemark fylke. *NGU-rapport 95.014*, 35s.
- Ulvik, A. 1995b: Grus- og pukkregisteret i Porsgrunn kommune, Telemark fylke. *NGU-rapport 95.015*, 33s.
- Ulvik, A. 1995c: Grus- og pukkregisteret i Siljan kommune, Telemark fylke. *NGU-rapport 95.018*, 33s.
- Vorren, T.O. 1977: Weichselian ice movement in South Norway and adjacent areas. *Boreas* 6, 247-257.
- Østmo, S.R. & Olsen, K.S. 1979: Skotfoss, Skien kommune. Kvartærgeologisk kart BYCC 029-10. *Fylkeskartkontoret i Telemark*.

## Tillegg

### 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 fins i referanselisten. De benyttede flybilder er vertikalfoto i målestokk 1:15 000. Bildeseriene er nr. 427, fotografert av Nor-Fly A/S i 1966, nr. 5557 og 5960, fotografert av Fjellanger-Widerøe A/S i 1977 og 1979, og nr. 18-14 og 7265 fotografert av Norsk Luftfoto og Fjernmåling I/S i 1978 og 1982.

### Feltarbeide

Kartleggingen er foretatt etter retningslinjer utarbeidet ved NGU. 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.

### 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 profilinje 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, hhv. under og over grunnvannspeilet:

Sand	1400-1700 m/s	200-1400 m/s
Grus	1100-1700 m/s	300-1100 m/s
Leire	1100-1800 m/s	
Morene	1500-2800 m/s	700-1500 m/s
Fjell	4000-6000 m/s	

### Kornfordelingsanalyser

Det er samlet inn 36 jordartsprøver som det er gjort kornfordelingsanalyser på. 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, serienr. 005-86.

Eksempler på kornfordelingskurver på utvalgte prøver er vist i Fig. 10.

### Bergartsbestemmelser

Bergartsinnholdet i fingrusfraksjonen 4-8 mm er bestemt i en del utvalgte prøver av morenemateriale.

### 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.

### Radiokarbondateringer ( $^{14}\text{C}$ -dateringer)

I luft og vann finnes det en liten, bestemt mengde radioaktivt karbon ( $^{14}\text{C}$ ) 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  $^{14}\text{C}$  slik at det etter ca. 5570 år bare er halvparten igjen. Ved å måle mengden av  $^{14}\text{C}$  som er igjen i dødt organisk materiale kan en beregne den omtrentlige alder i  $^{14}\text{C}$ -år før nåtid. Slike  $^{14}\text{C}$ -år svarer ikke nøyaktig til kalenderår, men det er utarbeidet omregningsmetoder. Forskjellen mellom de to tidsskalaene er relativt ubetydelige tilbake til Kristi fødsel, men videre bakover i tiden øker den betraktelig. Eksempelvis kan nevnes at 5000  $^{14}\text{C}$ -år før nåtid tilsvarer ca. 5700 kalenderår, og 8000  $^{14}\text{C}$ -år betyr omtrent 9000 kalenderår tilbake i tid.

### Løsmassenes anvendelse

Løsmassenes bruksegenskaper avhenger av flere faktorer. De enkelte partiklene kan bestå av bergartsstykker, mineraler eller organisk materiale. Partiklenes kornstørrelser, kornform og forvitningsgrad er av stor betydning for bruksegenskapene. I tillegg virker løsmassenes mektighet, pakningsgrad, bæreevne og de hydrologiske forhold inn på anvendelsesmulighetene. For å få god oversikt over alle disse faktorenes betydning er det som regel nødvendig med oppfølgende detaljundersøkelser.

### Landbruk

Bare 3 % av Norges landareal er dyrket, og beregninger går ut på at vi har omtrent like lite dyrkningsreserver. Størsteparten av de dyrkbare områdene er i dag høyproduktive skogsarealer. Begrepet "dyrkbare jord" endrer innhold i takt med den tekniske utvikling, men visse fundamentale data om løsmassene utgjør likevel et nødvendig bakgrunnsmateriale for vurdering av dyrkningsjord. Tilstrekkelig jorddybde er en helt avgjørende forutsetning for dyrkning. Dyrket og dyrkbar mark er derfor knyttet til arealer med sammenhengende eller tykt løsmassedekke, men enkelte arealer med tynt dekke av

næringsrik forvittringsjord er også egnet til dyrkning. I de nordlige landsdeler og i høyereliggende strøk er de klimatiske betingelsene særlig viktig for dyrkningsmulighetene. De rikeste jordbruksdistriktene ligger i områder med finstoffrike løsmasser som har evne til å holde på fuktighet og plantenæringsstoffer. Under marin grense er de finkornige havavsetningene de viktigste. Over marin grense er morenematerialet viktigst. Grovere sorterte avsetninger, f.eks. elveavsetninger og strandavsetninger er ofte god dyrkningsjord, men er generelt tørkesvake og har mindre evne til å holde på plantenæringsstoffene. Elvesletter har ofte et lag av finkornig flomma-teriale 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, usammenhengende løsmassedecke. Generelt er disse grunnlendte områdene langt mindre produktive enn områder med sammenhengende dekke. De utnyttes imidlertid til beitemarker og seterdrift, og derfor 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 løsmassetyper. 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. breelavsetninger, 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 skrånninger 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 breelavsetninger. 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 vann-

gjennomtrengelighet kan være godt egnet som tetningskjerner i jordfyllingsdammer. Leire er et råstoff for teglindustrien og for lett betongtilslag, og fins hovedsakelig i de finkornige hav- og fjordavsetningene.

## Grunnvann i løsmasser

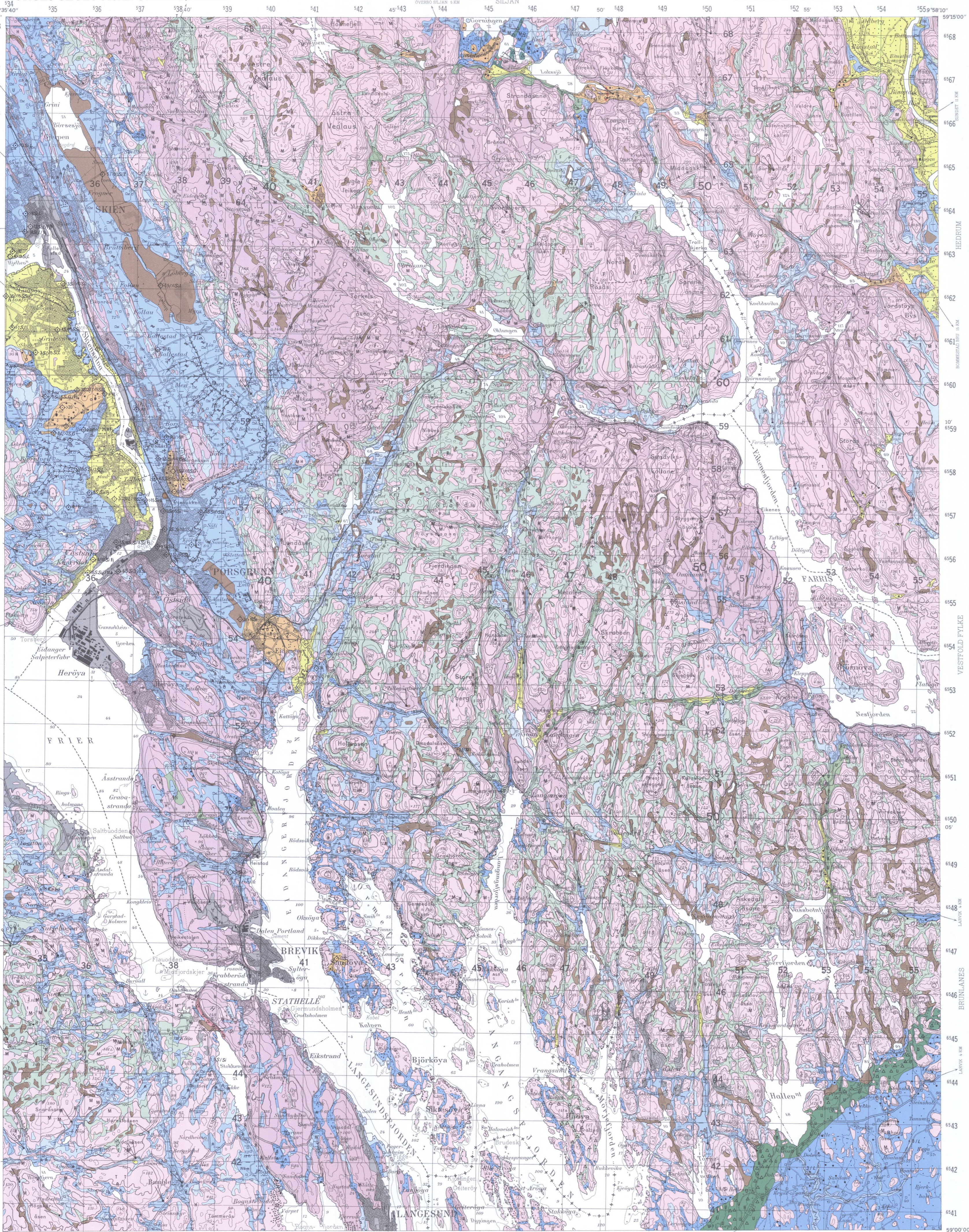
Under grunnvannsspeilet er alle hulrom (porene) mellom partiklene i løsavsetningene fylt med vann. Om en avsetning er egnet for grunnvannsuttak er bestemt av grunnvannsspeilets beliggenhet og løsmassenes effektive porøsitet (hvor mye uttagbart vann en avsetning kan inneholde) og permeabilitet (avsetningens evne til å slippe vann gjennom). En avsetnings effektive porøsitet og permeabilitet er bestemt av partiklenes form, størrelse, fordeling og pakning (den geologiske dannelseshistorie). Gunstig effektiv porøsitet og permeabilitet for uttak av vann forekommer normalt i sorterte og ikke for finkornige breelv- og elveavsetninger. Mindre grunnvannsuttak kan også skje fra andre løsavsetninger som f.eks. ablasjonsmorene. For at en avsetning skal kunne utnyttes med varige grunnvannsuttak må det dannes nytt grunnvann av akseptabel kvalitet til erstatning for det som tas ut. Dette kan skje ved tilførsel fra nedbør, ved at grunnvannet står i forbindelse med vann og vassdrag, og ved kunstig tilførsel av vann (kunstig infiltrasjon).

## Avfallsdeponering

I mange tilfelle er løsmassene godt egnet til deponering av flytende og fast avfall. Prinsipielt kan to metoder benyttes: Infiltrasjon i porøse masser eller kontrollert avrenning på tette masser. Ved infiltrasjon 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. Grunnvannsspeilet bør ligge dypt og ha minst mulig gradient. Avstanden fra deponeringssted til åpent vann og grunnvannsbrønner må være over en viss grense, avhengig av bl.a. løsmassenes 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. Kvartsrik sand brukes blant annet til sandblåsing.



**TEGNFORKLARING Legend**

**LOSMASSER**  
Superficial deposits

- MORENEMATERIALE, SAMMENHENGENDE DEKKE, STEDVIS MED STOR MEKTHIGHET  
Till, continuous cover, locally of great thickness
- MORENEMATERIALE, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN  
Till, discontinuous or thin cover on bedrock
- RANDMORENERYGG/RANDMORENEBELTE  
Marginal moraine zone of marginal moraines
- BRELLAVSETNING (GLASIFLUVIAL AVSETNING)  
Glacifluvial deposit
- HAV- OG FJORDAVSETNING, SAMMENHENGENDE DEKKE, OFTE MED STOR MEKTHIGHET  
Marine deposit (excluding shore deposit), continuous cover, often of great thickness
- MARIN STRANDAVSETNING, SAMMENHENGENDE DEKKE  
Marine shore deposit, continuous cover
- HAV- OG FJORDAVSETNING OG STRANDAVSETNING, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN  
Marine deposit, discontinuous or thin cover on bedrock
- ELVE- OG BEKKEAVSETNING (FLUVIAL AVSETNING)  
Fluvial deposit
- FORVITRINGSMATERIALE  
Weathered material
- SKREDMATERIALE, (RASMATERIALE) SAMMENHENGENDE DEKKE, STEDVIS MED STOR MEKTHIGHET  
Rapid mass-movement deposit, continuous cover, locally of great thickness
- SKREDMATERIALE, (RASMATERIALE) USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGRUNNEN  
Rapid mass-movement deposit, discontinuous or thin cover on bedrock
- TORV OG MYR (ORGANISK MATERIALE)  
Peat and bog (organic material)
- FYLLMASSE (ANTROPOGENT MATERIALE)  
Anthropogenic material

**BART FJELL**  
Exposed bedrock

- BART FJELL  
Exposed bedrock
- LITEN FJELLELOTNING  
Small exposure of bedrock

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

- MORENEMATERIALE  
Till
- BRELLAVSETNING  
Glacifluvial deposit
- BRESJØ- OG INNSJØAVSETNING  
Glaciolacustrine and lacustrine deposit
- HAV- OG FJORDAVSETNING  
Marine deposit
- MARIN STRANDAVSETNING  
Marine shore deposit
- ELVE- OG BEKKEAVSETNING  
Fluvial deposit
- FORVITRINGSMATERIALE  
Weathered material
- SKREDMATERIALE  
Rapid mass-movement deposit
- TORV OG MYR  
Peat and bog
- HUMUSDEKKE/TYNT TORVDEKKE OVER BERGRUNNEN  
Humus cover or a thin cover of peat on bedrock
- FYLLMASSE  
Anthropogenic material

**KORNSTØRRELSE**  
Grain size

- BLOKK (B) > 256 mm  
Boulder
- STEIN (S) 256 mm - 64 mm  
Cobble
- GRUS (G) 64 mm - 2 mm  
Gravel
- SAND (S) 2 mm - 0.063 mm  
Sand
- SILT (SI) 0.063 mm - 0.002 mm  
Silt
- LEIR (L) < 0.002 mm  
Clay

Symbole brukes enkeltvis når en fraksjon utgjør mer enn 80%. Sammensatte symboler brukes når flere fraksjoner inngår med mer enn 10%, hovedfraksjonen blir angitt sist.  
The symbols are employed individually when one fraction exceeds 80%. Combined symbols are used when several fractions exceed 10%, the largest fraction being indicated last.

**EKSEMPLER**  
Examples

- GRUS (G) MER ENN 80%  
Gravel (G) more than 80%
- SANDIG GRUS (SG) MEST GRUS, SAND MER ENN 10%  
Sandy gravel (SG). Most gravel, sand exceeds 10%
- GRUSIG SAND (GS) MEST SAND, GRUS MER ENN 10%  
Gravelly sand (GS). Most sand, gravel exceeds 10%
- LEIRIG SILT (LS) MEST SILT, LEIR MER ENN 10%  
Clayey silt (LS). Most silt, clay exceeds 10%

**MEKTHIGHET OG LAGFØLGE**  
Thickness and stratigraphy

(SYMBOLER FOR AVSETNINGSTYPEN OG KORNSTØRRELSE ER VIST OVENFOR)  
(Symbols for sediment types and grain size are shown above)

**EKSEMPLER**  
Examples

- +3 DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 3 M MEKTIG  
The thickness of the mapped deposit is 3 m
- +2 MEKTHIGHETEN TIL DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER STORRE ENN 2 M  
The thickness of the mapped deposit exceeds 2 m
- +1/3/5/G/D DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN BESTÅR AV 1 M SAND, UNDER DET 3 M SANDIG GRUS OVER FJELL  
The mapped deposit consists of 1 m sand, which is underlain by 3 m of sandy gravel on bedrock
- +2/5B/1/M DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 2 M MEKTIG, UNDER ER DET EN 5 M MEKTIG BRELLAVSETNING OVER MORENEMATERIALE SOM ER MER ENN 1 M MEKTIG  
The mapped deposit is 2 m thick; this is underlain by a glacioluvial deposit of 5 m over till which exceeds a thickness of 1 m

**ISBEVEGELSESTRETTING**  
Direction of ice movement

ISSKURINGSSTRIPE, BEVEGELSE MOT OBSERVASJONSPUNKT  
Glacial striation, movement towards the observation point

KRYSSENDE ISSKURINGSSTRIPER, ØKENDE ANTALL HAKER MED ØKENDE RELATIV ALDER  
RELATIV ALDER UKJENT/STAGT  
Crossing glacial striations, increasing number of ticks indicate increasing relative age.  
Relative age undetermined/stagnant

ISSKURINGSSTRIPER INNENFOR SEKTOREN  
Glacial striation within the sector

**OVERFLATEFORMER**  
Surface morphology

- ISKONTAKTSKRÅNING  
Ice-contact slope
- ELVE- ELLER BEKKENEDSKJERING  
Fluvial erosion scarp
- TIDLIGERE ELVE- ELLER BEKKELØP  
Abandoned fluvial drainage channel
- RAVNE  
Gully
- SKREDKANT  
Slide scarp
- FYGG  
Ridge

**ANDRE SYMBOLER**  
Other symbols

- HOYT BLOKKINNHOLD I OVERFLATEN  
High frequency of boulders on the surface
- KILDE (GRUNNVANNSLAG)  
Spring
- SKJELLOKALITET  
Shell locality
- MASSETAK I DRIFT  
Gravel pit in operation
- MASSETAK, NEDLAGT ELLER SPORADISK I DRIFT  
Gravel pit, worked out or sporadically in operation
- BAKKEPLANERING  
Hill levelling
- SEISMISK PROFIL MED REFERANSE  
Seismic profile with reference
- BOREHULL  
Borehole
- RADIOCARBON-DATERING MED REFERANSE  
Radiocarbon dating with reference

Kvartærgeologisk kartlagt 1980-85 av H. C. Augedal, B. Bergström, F. Ben, L. J. Jensen, F. Lien, A. Løve, K. S. Olsen og K. Ribes  
De vestlige deler av kartet er vesentlig blitt utarbeidet på grunnlag av de kvartærgeologiske kartbladene Brevik CD 026, Heistad CD 028, Porsgrunn CD 027, Bale CD 028, Skien CD 029, Bjørnes CE 025 og Langangen CE 026, M 110 020. Disse kartene er laget i samarbeid mellom Fylkeskartkontorene i Telemark og Vestfold, og Telemark distrikthøgskole, som en del av "Prosjekt Telemark, Telemark".  
Sammenlagt av B. Bergström og A. Løve.  
Prosjektleder: B. Bergström.

Referanse til dette kartet: BERGSTRÖM, B. & LÖVE, A. -1988  
PORSGRUNN 1713 II - Kvartærgeologisk kart 1:50 000.  
Norges geologiske undersøkelse.

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

SONELETTE GRID ZONE DESIGNATION	KARTFØRSELSE 100 M RUTE	INSTRUKSJONER SAMPEL PUNKT	FLATA SAMPEL PUNKT
32 V	100 km rute (se fig. 10)	NL	
100 KM RUTE 100 000 M RUTE	Første vertikale til venstre for punkt. Avstand østrett i kolonner av ruter	43	
NL	Første vertikale under punkt. Avstand østrett i rader av ruter	60	
RUTETITTELING	Det er 10' til øst punkt med lik titling. Rutetittel til SONELETTE gir titlingens fullstendige	NL430606	
SMÅ rutetittel gir full koordinat. Bruk bare STORE tittel i tilsvarende		32VNL430606	
		6541000	
		6541000	

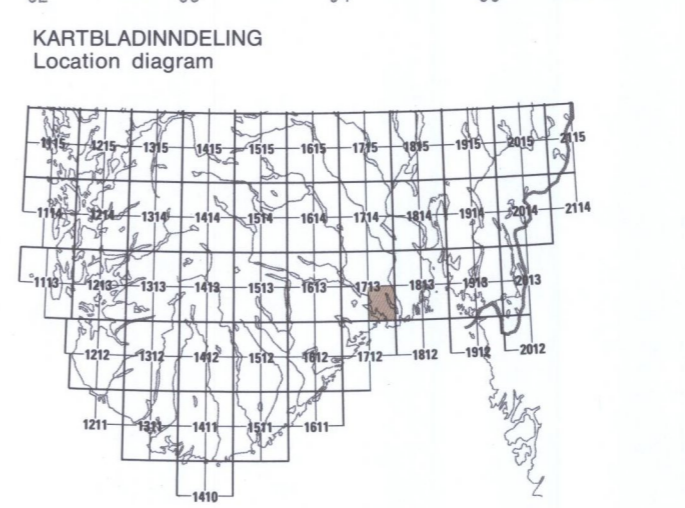
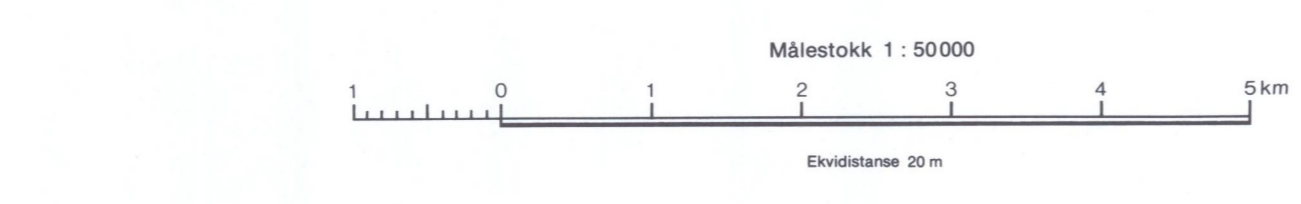
TO GÅVE STANDARD REFERANSE PÅ THIS SHEET TO NEAREST 100 METERS  
Read letters identifying 100,000 metre square in which the point lies

Locate first VERTICAL grid line to LEFT of point and read FIRST figure tabulating the line letter to the top or bottom margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point.

Locate first HORIZONTAL grid line BELOW point and read FIRST figure tabulating the line letter on the left or right margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point.

SAMPLE REFERENCE  
If reporting beyond 10' in any direction, prefix Grid Zone Designation

NOTE: the SMALLER figures of any grid number. These are for finding the full coordinates. See ONLY the LARGER figures of the grid number.



Kartgrunnlag : Statens kartverks kart filg. brukstilatte  
Pasportkart : Norges geologiske undersøkelse  
Trykk : A/S Adresseavisen, Trondheim 1988