Nr. 271

NYTTBARE SAND- OG GRUSFOREKOMSTER I SYD-NORGE

DEL II

Grustakenes art og beliggenhet

av

GUNNAR HOLMSEN

OSLO 1971

UNIVERSITETSFORLAGET

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE Nr. 271

NYTTBARE SAND- OG GRUSFOREKOMSTER I SYD-NORGE

DEL II
Grustakenes art og beliggenhet

av
GUNNAR HOLMSEN

OSLO 1971
UNIVERSITETSFORLAGET

Redaktør.
Tore Torske

Sentrum Bok- og Aksidenstrykkeri, Trondheim

INNHOLD

	Side
INNLEDNING	5
A. FORKLARING TIL JORDARTKART OVER SYD-NORGE	6
1. Kartets kildemateriale	6
2. Hvad oversiktskartet fremstiller	9
Fortrinnsvis sorterte avsetninger	10
Marine, finkornige avsetninger, tildels berggrunn tørrlagt under landhevningen	10
Glasifluvial og fluvial grus og sand, marint eller supramarint avsatt, vesentlig i dalene	11
Eskere	13
Fortrinnsvis usorterte avsetninger	13
Dekke av morene-, ras- og forvitringsmateriale	13
Randmorener	15
Berggrunn, bar eller med sparsomt dekke av løsmateriale	15
3. Berggrunnens betydning for grusets art	16
Steintellinger av Svein Roar Østmo	19
B. KJENTE GRUSTAKS BELIGGENHET	23
1. Oversikt over utbredelsen innen hele Syd-Norge. Kartbilag II	23
2. Forklaring til kart over grustak innen Oslofeltet	24
Grustak i Østfold	26
Grustak i Vestfold	27
Grustak i Oslo	28
Grustak i Akerhus	28
Grustak i Hedmark	30
Grustak i Oppland	31
Grustak i Buskerud	32
3. Grustak i området Trondheim — Gauldalen	32
Israndavsetninger ved Selbusjøen og i Kaldvelladalen	35
4. Eksempler på israndavsetninger i Vest-Norge	37
Etne	37
Eidfjord	39
Lærdal	40

Side

Skjolden 42
Mjølsvik 43
Furnes, Bygstad 44
Førde i Sunnfjord 46
Sandane 48
Romsdalen 50

C. EKSEMPLER PÅ GRUSTAKS LAGFØLGE I DET HEVETE MARINE OMRÅDE 53
1. Aktive breers morener vasket og sortert av bølgeslag og strøm 53
2. Marine breelvdeltaer og lateraldannelser til dødis 63

D. EKSEMPLER PÅ GRUSTAKS LAGFØLGE I DET SUPRAMARINE OMRÅDE 82
1. Lateraldannelser til dalenes dødis 82
Rendalen 82
Glåmdalen 85
Setesdalen 89
Dokkaområdet 89
Gudbrandsdalen 91
2. Breelvdeltaer 93
3. Eskere 96
Trevatn 96
Tjernmoen 97
Øyer 98

E. HVAD EKSEMPLENE VISER 98
Grustak i det hevete marine område 98
Grustak i det supramarine område 102

F. TILLEGG TIL LITTERATURLISTEN I DEL I 104

G. SUMMARY 106

INNLEDNING

Denne avhandling, «Grustakenes art og beliggenhet», utgis som del II av «Nyttbare sand- og grusforekomster i Syd-Norge» (NGU nr. 233).

I del I er omtalt de geologiske betingelser under hvilke sand- og grusforekomstene er oppstått i innlandet. For fjordstrøkenes vedkommende på Vestlandet har statsgeolog Noralf Rye i det foreliggende arbeid, del II, skrevet om forekomstene på grunnlag av tilgjengelig litteratur, egne iakttagelser, opplysninger fra fylkesveisjefene og personell som f.t. arbeider ved Geologisk institutt, avd. B, Universitetet i Bergen. Rye har inntegnet både forekomster og grustak på jordartskartet og på kartet over grustakenes beliggenhet. I teksten er forøvrig nevnt de viktigste kilder til utarbeidelsen av de medfølgende kart.

Kravet til et moderne grustaks materiale er i første rekke at det er vasket og sortert, derfor omtales mindre det usorterte morenegrus, forvitringsgrus eller rasgrus. Grusets sortering og vaskning foregår i naturen ved transport i strømmende vann, idet transport med vind hos oss bare spiller liten rolle. Med havstrømmer og bølgeslag i sjøen og i elver og bekker på land er både de store stener og finmaterialet skilt ut når gruset kommer til avleiring.

Bergarten i gruskornene har betydning for grusets anvendelse. En inndeling av grusets art efter dets bergartssammensetning er mulig, men er ikke tatt i bruk her. I dette arbeid er gruset klassifisert efter sin genesis, og til nærmere belysning av dets art og de forskjellige forekomsters utbredelse er avhandlingen forsynt med kart som i store drag viser dette. Som det fremholdes i innledningen til del I mangler vårt land i stor utstrekning ennå kvartærgeologiske iakttagelser over landets avleiringer, så de medfølgende jordartskart er ufullkomne. De menes imidlertid å kunne rettes og suppleres ved fortsatt kartlegging.

Forfatteren ønsker hermed å frembære en takk for hjelpsomt samarbeid med Veglaboratoriets direktører Holger Brudal, Kåre Flåte, og veggeolog Ottar Jøsang, til Norges Statsbaners geotekniske kontor ved overingeniør Sverre Skaven Haug og jernbanegeolog Fredrik Huseby, til Norges Byggforskningsinstitutts direktør Øivind Birkeland, og til vitenskapelig assistent Svein Roar Østmo for å offentliggjøre sine stentellinger på Romerike. NGU's karttegnere Laila Nergård og Eli Torjussen takkes for deres tegnehjelp.

Statsgeolog Noralf Rye, som har levert sin utredning og kartlegging av Vestlandets grusforekomster, takkes for godt samarbeid, og professor Vokes og statsgeolog dr. Roberts for oversettelse av resymé og figurtekster til engelsk i henholdsvis del I og del II.

A. FORKLARING TIL JORDARTKART OVER SYD-NORGE

1. Kartets kildemateriale.

I innledningen til Del I, s. 5, fremheves at store deler av vårt land ennu mangler kvartærgeologiske karter som kan tjene til fremstilling av våre sand- og grusforekomsters art og beliggenhet. Denne mangel er forsøksvis søkt avhjulpet ved studium av luftfotografier, men luftfotografiene kan ikke erstatte karter eller befaring i marken. Selv om vi i skogbare strøk kan erkjenne terrengformer på fotografiene som tyder på avleiring av løse masser kan vi sjelden på dette grunnlag trekke slutninger om materialets egenskaper. I områder hvor hverken kvartærgeologiske karter eller beskrivelser foreligger innskrenkes derfor studiet av flyfotografier seg til bare å gi en oversiktlig orientering som tar sikte på å avgjøre om området har betingelser for å føre grusforekomster av betydning eller ikke.

Blant de landsdeler, som med unntagelse av enkelte områder, gjennom tidene har vært mangelfullt undersøkt er Trøndelagsfylkene. Forfatteren har derfor gjennomlett flyfotografier fra Røros — Kvikne i syd til grensen av Nordlands fylke i nord — for om mulig å finne spor av sand- eller grusforekomster og tegne et slags kvartærgeologisk kart efter hva flyfotografiene viser. Utbredelsen av marine avsetninger omkring Trondheimsfjorden kan så noenlunde fastslåes, og dalfyllinger med terrasser kan inntegnes på karter. Enkelte endemorener i det hevete marine område, så vel som enkelte store breelvdeltaer i høyde med MG er iakttatt. Det gjennomlette materiale, AMS-seriens flyfotografier, fremstiller imidlertid både eskere og rygger i ablasjonsmorenen mindre tilfredsstillende. Flere av de glasifluviale rygger, som er inntegnet på Foslies gradteigkarter fra Nord-Trøndelag kan således ikke gjenfinnes på luftfotografiene.

Det første oversiktskart av kvartærgeologisk interesse for vårt land er det geologiske kart over Det søndenfjeldske Norge av Tellef Dahll og Th.

Kjerulf i målestokk 1:400 000 hvis utgivelse begynte år 1865. Av kartet utkom imidlertidd ikke mere enn det område, som omfattes av de tre sønnenfjelske stifter, Kristiania, Kristiansand og Hamar. Foruten berggrunn av forskjellig opprinnelse er jordbunnens art inntegnet på kartet. Der skjelnes mellom jordslag i innlandet i motsetning til jordartene i «det gamle havdekkete felt», hvor foruten «Lerlag» er tegnet «Sand- og Rullestenslag» og enkelte «Gamle Jøkelgjerder». I innlandet er avlagt «Vassdragenes Sand- og Grus-Fyldninger», «Lerbund» og «Flyttede Masser, Blokke, søndermalet Berg og Jøkelgrus, samt Fjeldegnenes større Myr og Torv-Strekninger». Meget av denne omfattende betegnelse ville vi, når myr unntas, nutildags kalle dødismorene. — Dette 100 år gamle oversiktskart er ennu det mest fullkomne vi har til kjennskapet om de kvartære avleiringers utbredelse over store deler av landet.

På Kjerulfs senere utgitte geologiske oversiktskart over Det sønden-fjeldske Norge av 1877 i målestokk 1:1 000 000 ble, sannsynligvis av hensyn til kartets lille målestokk, ikke den tidligere differensiering opprettholdt, men samlet under en rubrikk «Overdekket med glacialt og postglacialt».

Mellom årene 1908 og 1913 ble av NGU utgitt noen geologiske karter i samme målestokk som Kjerulfs av 1865 hvor de kvartærgeologiske avleiringers utbredelse ble kopiert efter dette med noen spredte korreksjoner, og betegnet som «Morene», «Endemorene» og «Elvegrus og Havavleiringer». Disse kartene med tekst har numrene 47, 64 og 66 i NGU's publikasjonsrekke, de to første med H. Reusch som forfatter, den siste av W. Werenskiold. I kartbeskrivelsene fins kort omtale av de løse jordarter.

Til denne serie i målestokk 1:400 000 slutter seg et kart utgitt 1915 som NGU's publikasjon nr. 74: «Geologisk oversiktskart over Østerdalen—Fæmundstrøket» av nærværende forfatter. På kartet er av løse avleiringer utskilt Issjø- og Elveavsetninger med felles betegnelse, samt en annen gruppe: Blokksamlinger, Moræner og Aaser med en annen fellesbetegnelse i tegnforklaringen. Hva på denne tid ble kalt Blokksamlinger ville nu til dags bli betegnet som blokkrik dødismorene.

Beskrivelsen av de løse avleiringer omfatter 5 sider i teksten.

I 1915 utkom Werenskiolds geologiske oversiktskart over Syd-Norge. Heller ikke på dette er havavleiringer skilt fra elvegrus, men slått sammen under samme farvebetegnelse.

På de eldste geologiske rektangelskarter i målestokk 1:100 000, hvorav trykningen begynte i 1879, ble der ikke lagt an på å fremstille de løse avleiringers utbredelse så tilfredsstillende som kartenes målestokk ville tillatt.

Et ofte tilbakevendende uttrykk i tegnforklaringen er «Elveslyngningers og terrassernes sand og grus». I begynnelsen av åttiårene blir også «Sand, aur, morene og Fjeldmarkens fyldninger» en meget brukt betegnelse, visstnok til erstatning av Kjerulfs kategori «Flyttede Masser etc» i tegnforklaringen til kartet av 1865.

NGU's publikasjonsserie begynte år 1891. Til de geologiske rektangelkarter som utkom efter dette år er knyttet en forklarende tekst med eget nummer i publikasjonsserien. Det første kart med tekst er K. O. Bjørlykkes «Gausdal. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Gausdals område», trykt som seriens nr. 13, 1893. Beskrivelsen inneholder et avsnitt på 3 sider om «Det løse dekke». — Det neste geologiske kart på rektangelkartenes grunnlag, «Lillehammer», av Ths. Münster utkom 1901. En kort omtale av kvartære avleiringer over berggrunnen var nu blitt obligatorisk for denne slags karter. Da forfatteren ikke anså seg kompetent til å gi en sådan oversikt, ble dette overlatt til adjunkt J. Rekstad, senere 1ste geolog ved NGU, som i teksten forfattet en beskrivelse på 8 sider om «Det løse dekke».

De geologiske rektangelkarter med beskrivelse av de kvartære avleiringer som er inntegnet på dem, har vært til god hjelp for tegning av oversiktskartet over sand- og grusforekomsters utbredelse, men da de ikke er mere enn 15 i antall dekker de bare et lite område av Syd-Norge.

Siden midten av inneværende århundre har kravene til geologisk kartlegging av berggrunn, så vel som til de kvartære avleiringer over denne, spesialisert seg så sterkt, at en og samme geolog ikke lenger ventes å kunne utføre begge slags kartlegging. Utviklingen har derfor medført at der over samme område må fremstilles to forskjellige slags geologiske karter, ett over berggrunnen og et annet over de kvartære avleiringer.

Utgivelsen av et kvartærgeologisk kartverk, som skulle tegnes på det topografiske underlag av Norges geografiske Oppmålings landgeneralkarter i målestokk 1:250 000 begynte år 1951. Av dette er hittil trykt 6 blad med beskrivelser. Bladene dekker henimot 1/3 av Syd-Norge. De utgjør det beste materiale til tegning av oversiktskartet over sand- og grusforekomster.

Avleiringene over bergunderlaget på Sørlandet utenfor det store ra er kartlagt og inngående beskrevet av B. G. Andersen (1954 og 1960). Av hans kvartærgeologiske kartlegging fremgår det, at innlandsisen her holdt seg som kontinentalis helt til iskanten stod ved ramorenen. Andersen har fulgt raet praktisk talt i sammenheng tvers over hele Syd-Norge fra Grimstad til Sirdal. Under tilbaketrekningen fra den nuværende kystlinje

til ramorenen har innlandsisens breelver bygget opp terrasser i dalene, så vel i dem hvor havet var trengt inn som i de supramarine, mange steder med tydelig iskontakt. Morenebelter ble avsatt under avbrytelser i isens tilbaketrekning, likesom belter av støtsidemorener ble efterlatt i daler, som ligger på tvers av isbevegelsen. De største løsmasser finnes på Lista og i bunnen av de store dalene syd for randmorenen. En del løsmateriale forekommer også i de øvrige dalsenkninger, spesielt på disses nordvendte sider, støtsidene. På heiene er der utenom morenebeltene som regel svært lite, eller ikke noe løsmateriale.

Av de vidstrakte heieområdene nord for randmorenen er det bare traktene nærmest morenebeltet som er godt undersøkt. På heiene her er det efterlatt påfallende lite løsmateriale, og det har ikke lykkes å finne tydelige endemorener utenfor enkelte av de store dalfører.

Fra ratrinnet av oppløstes på Østlandet innlandsisen i dalbreer. Det er sannsynlig at det samme fant sted på Sørlandet.

Beskrivelser i en del hovedoppgaver i fysisk geografi til embedseksamen er også benyttet til kartets tegning. De fleste av disse hovedoppgaver er nevnt i Del I under avsnittet «Spredte kvartærgeologiske iakttagelser fra det sydligste Norge».

2. Hvad oversiktskartet fremstiller.

Sammenholdt med kartet over grustakenes beliggenhet, kartbilag II, gir oversiktskartet et bilde av årsakene til en ulik fordeling av sand- og grusforekomster i landet. På grunnlag av forskjelligartete betingelser for avleiring av sand- og grusforekomster er på kartet skilt mellom områder hvor løsmaterialet i stor utstrekning er sortert, og hvor det er usortert.

Bortsett fra vann og torv er berggrunnen i vårt land stort sett dekket av istidsgrus avleiret under innlandsisens smeltning. Istidsgruset kan være usortert bregrus eller sortert breelvgrus. (Vedrørende nomenklatur og nærmere beskrivelse, se Gunnar Holmsen 1924).

De geologiske betingelser for avleiring av nyttbare sand- og grusforekomster er omtalt i Del I av dette arbeide om sand og grus i NGU's publikasjon nr. 233, s. 133 o. f .

Områder rike på sorterte avleiringer er de, som ligger mellom den nuværende havstand og MG. I dette belte ble under innlandsisens smeltning de største av våre aktive breers morener avsatt, samtidig som den tids breelver avleiret sitt medrevne materiale i sjøen. — Andre områder med stor utbredelse av sorterte grusforekomster er knyttet til breelvers avleiringer i innlandets dalfører.

Av områder med relativt lite av sorterte sand- og grusforekomster er på oversiktskartet utskilt 2 kategorier, nemlig områder dekket hovedsakelig av bunnmorene eller ablasjonsmorene hvori også kan innngå forvitrings- og rasmateriale, og områder med bar, mere eller mindre synlig berggrunn, oftest sparsomt dekket av løsavsetninger. Begge disse kategorier fører imidlertid også spredte og små forekomster av sortert materiale. Den sistnevnte betegnelse omfatter større arealer enn alle de andre tre tilsammen, men er langt fattigere enn disse på sorterte sand- og grusforekomster.

Det foreliggende geologiske materiale tillater ikke å trekke sikre grenser mellom de forskjellige områder, hvis utbredelse derfor er sterkt generalisert på kartet.

De største forekomster av sortert sand og grus er knyttet til breelvers avleiringer.

På et kart i så liten målestokk som 1:1 000 000 er det ikke mulig å inntegne små forekomster med brukbar sand eller grus uten å overdrive deres utstrekning. I denne målestokk dekker en kvadratmillimeter på kartet et areal på 1 kvadratkilometer i marken, og svært mange forekomster av betydning er mindre enn som så. Selv på originalkarter i større målestokk mangler det meget på at forekomster og grustak er inntegnet så nøyaktig som topografien og kartets målestokk tillater. Utstrekningen av forekomster med grustak, særlig innen områder med betegnelse «Fortrinnsvis usorterte avleiringer» er derfor sterkt overdrevet på oversiktskartet.

Kartet over grustakenes beliggenhet i Syd-Norge ligner meget det kart Statens jordundersøkelse har utarbeidet over jordbruksdistriktenes utbredelse. Dette er nærmere omtalt under avsnitt B. Kjente grustaks beliggenhet.

Fortrinnsvis sorterte avsetninger.

Marine, finkornige avsetninger, til dels berggrunn tørrlagt under landhevningen.

Denne gruppen forekommer mellom den nuværende havstand og den høyeste sjøflate i avsmeltningstiden, den marine grense, MG. For bedømmelse av sand- og grusforekomsters opprinnelse er det av betydning å kjenne denne grenselinjes høyde på de forskjellige steder av kysten. En samlet fremstilling av den høyeste havstands beliggenhet for det hele land foreligger i NGU's skrifter, nr. 96 (Rekstad, 1922). Efter at dette arbeide ble offentliggjort er leilighetsvis utført korreksjonsmålinger av den marine grenses høyde, omtalt i spredte meddelelser. Landhevningen er større i innlandet enn ved kysten. Noen steder, således på Lista, Jæren og andre

steder ytterst i skjærgården, når den ikke høyere enn til 10 m over den nuværende havflate, mens den lengst inne i landet, således ved bunnen av Oslofjorden når til 220 m o. h. På steder hvor MG ligger høyt, langt inne i landet, kunne breelvenes materiale i stor utstrekning bli avsatt for senere å tørrlegges under landhevningen. Her fins marin leir, mjele og mo vekslende med aktive breers morener. Bølgeslag og strøm i sjøen sorterte og flyttet morenenes sand og grus, og avsatte materialet på ny, så vel innenfor som utenfor moreneryggen. Breelver som munnet i en fjord deponerte sitt materiale ved utløpet, og hvor dette lå på samme sted gjennom lengere tid ble gjerne store forekomster avsatt. Fra berggrunnens skråninger ble bunnmorenegrusets innhold av sand og grus skyllet ned av bølgeslag og strøm, vasket og omleiret til det fant sitt nye leie i dalganger eller i andre av berggrunnens forsenkninger.

Hvad der på kartet med egen farve er betegnet som marine avleiringer omfatter foruten finkornige sedimenter leir, mjele og mo også oppstikkende berggrunn som i kartets lille målestokk vanskelig kan avgrenses fra sedimentene.

Sand- og grusforekomster beliggende innen det hevete marine område er gitt egen farve for å skille dem fra de finkornige sedimenter, den samme farve som dalførenes glasifluviale og postglasiale avleiringer har.

Glasifluvial og fluvial grus og sand, marint eller supramarint avsatt, vesentlig i dalene.

Denne gruppen omfatter de fleste av kjente sand- og grusforekomster. På Østlandet og i Trøndelagsfylkene ligger vasket, fluvialt materiale av sand og grus i så stor utstrekning i dalbunnene under MG, at disse avleiringer er tegnet sammenhengende. På Sørlandet og Vestlandet er det anderledes. Som kartet viser veksler både i Nidelvens og Otras dalfører de sorterte sand- og grusavleiringer i dalbunnene med usortert morenegrus. På Vestlandet ligger de glasifluviale eller postglasiale forekomster spredt langs fjordene og dalene.

Den ytre kystsone er fattigere på istidsavleiringer enn de indre fjordstrøk. I de trange og bratte vestlandsdaler er breelvavsetningene som regel blandet med rasmateriale.

Østlandets store dalfører, Trysilvassdragenes, Renas og Glåmas daler og sidedaler, har mektige breelvavsetninger, om ikke i hele sin lengde så over lange strekninger. Disse dalers avsetninger er omtalt i Del I s. 19 o. f. under avsnittet «Det stagnerende isdekkes smeltning og avleiringer».

Efter at innlandsisen over toppene var smeltet lå dødisrester igjen i

dalene sammen med det grus smeltevannselvene hadde avleiret. Så vel nord som syd for breskillet samlet seg store grusmasser i dalene. Noe av løsmaterialet ble lagt igjen på berggrunn eller på bunnmorene langs randen av dalenes dødis, noe ble ført ut på isen, og resten fulgte med breelvens subglasiale løp og ble avleiret i isens hulrom. Sammen med de sorterte avleiringer som breelvene har lagt igjen i dalbunnen, forekommer også usortert materiale, som er kommet med flombrudd, og dessuten kan bunnmorene eller ablasjonsmorene også stikke opp mellom de glasifluviale avleiringer.

Langs vassdragene ligger nederst en elveterrasse, noen steder så lavt at den oversvømmes under flom. Ovenfor den ligger flate moer av sortert sand og grus, ablasjonsmorene som breelvene har jevnet utover, og ovenfor moene følger elveterrasser med bølgende overflate, dødisgroper og breelvløp, noen steder også med oppstikkende eskerrygger. Lateralterrasser til dødisen viser seg ofte dårlig sortert, men deltaavsetningene foran sidedalenes utløp pleier å være vel sortert.

I Øvre Gudbrandsdalen, som var bredemt ved Rosten, ble store lateralterrasser avsatt langs dødisen i forskjellig høyde eftersom denne smeltet ned, og tilløpene til Laugen har bygget opp høye akkumulasjonsterrasser. I Dovre og Lesja ligger langs begge dalsider avbrutte strandlinjer, som viser en vannflate korresponderende med vannskillets høyde mot Rauma. I dalbunnen ligger grusrygger av subglasial opprinnelse samt finkornig bresjøsediment.

I Gudbrandsdalen nedenfor Otta ligger store akkumulasjoner ved sidedalenes utløp, mange steder med grytehull. Under et tynt, utvasket gruslag forekommer her godt sortert, fin sand av noen meters tykkelse, og derunder en stor lagtykkelse av dårlig sortert glasifluvialt materiale. I dalsidene ligger bunnmorene, som i dalutvidelser og bak dalnes kan ha stor mektighet, opp til 10 m. I dalbunnen hvor postglasiale vannløp ikke har jevnet materialet, sees enkelte steder rester av eskere og dødisgroper.

Sammen med dalenes glasifluviale avsetninger forekommer talusdannelser i bratte dalsider, fremfor alt på Vestlandet. Mange steder er de glasifluviale avsetninger og skredgrus så sammenblandet at de under kartleggingen ikke kan skjelnes fra hverandre, og her og der danner ur og skredjord et sammenhengende belte innunder bratte bergsider ovenfor dalbunnens lateralterrasser.

Skredgrus og ur er på kartet ikke utskilt fra morenegrus.

Eskere

kan forekomme i alle vårt lands jordartregioner, helt fra det hevete marine område til høyfjellene. De er ryggformige breelvavleiringer av grus og sand i dødisens kanaler eller tunneler, som oftest vel vasket og sortert, så de er eftertraktete forekomster, se Del I, s. 32 o. f. samt s. 139. Eskerne ble av eldre geologer ansett for å være oppstått som midtmorener fordi deres beliggenhet i dalene langs vassdraget kunne minne herom. De kan følges sammenhengende eller med avbrytelser langs dalbunnen i mange av østlandsdalene. I de bredemte sjøers område har de stor utbredelse. De subglasiale breelver som avleiret eskerne i bresjøområdene fant avløp gjennom hoveddalene der de nuværende vannløp går, efter at breskillets demninger var gjennombrutt.

Mer detaljert enn på oversiktskartet er eskerne avlagt på de kvartærgeologiske landgeneralkarter, hvortil kan henvises.

Fortrinnsvis usorterte avsetninger.

Dekke av morene-, ras- og forvitringsmateriale.

Hvor breis smelter i kupert mark, i berggrunnens forsenkninger og omkring opprakende berghamre, blir det ofte avleiret rygger og hauger av ablasjonsmorene. Innen det området som på kartet er betegnet berggrunn, bar eller med sparsomt dekke av løsmateriale, kan det således være stor forskjell på avleiringenes dekningsgrad og mektighet. Av eksakte målinger foreligger der ytterst få. Skillet på oversiktskartet mellom et sparsomt dekke og ett med anseelig utstrekning og mektighet beror derfor på usikre kilder, oftest bare på en skjønnsmessig vurdering.

Der fins beskrivelser av dalfører med dype avleiringer av bregrus. I Del I, s. 85 er referert omtale av store morenetykkelser i Nedre Gudbrandsdalens sidedaler. Således anslåes Fryas dal, som ligger i skuringsstripenes retning, til å ha en 100 m tykk morene i dalbunnen. Om Vestfjorddalen skriver Reusch (1896) at dalbunnen så vel som dalsidene er dekket av morenegrus, dalsidene opp til 100 m's høyde over elven. Det er ikke sjelden å finne et mektig bunnmorenedekke oppover dalsidene, særlig i dypt nedskårne daler, således i Gauldalen og Orkdalen.

I de store østlandske dalfører er det alminnelig å se hauger av ablasjonsmorene langs dalsidene i et belte over den høyde hvor breelvenes flommer har jevnet dem i dalbunnen.

Ablasjonsmorener, fig. 1, er vidt utbredt innen det supramarine område. De kan ligge som et utjevnet lag over bunnmorenen, men tiltrekker seg helst oppmerksomhet hvor de danner hauger og rygger, dødismorener,

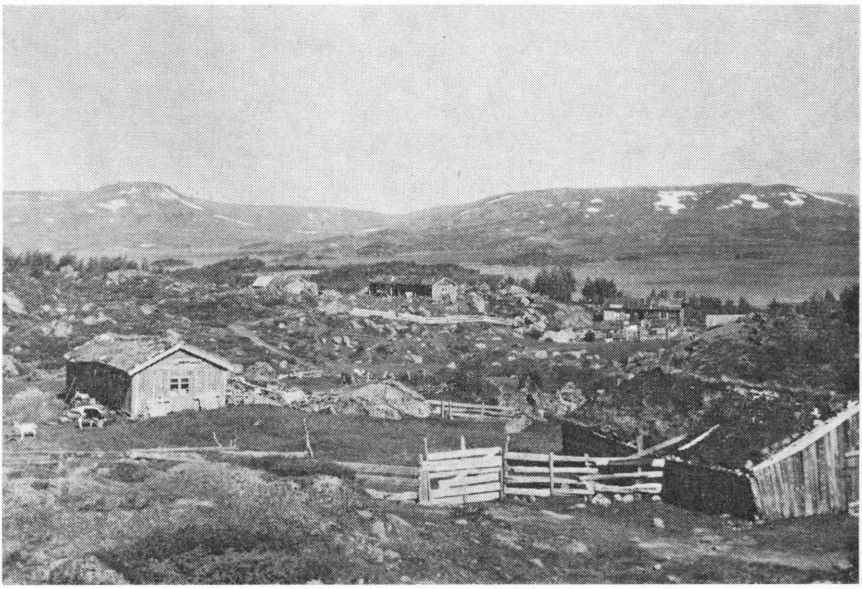


Fig. 1. Ablasjonsmorene ved Øyungen, Hessdalen i Aalen.
Ablation moraine at Øyungen, Hessdalen in Aalen.

sammen med eskere og andre hulromfyllinger i dødis. Eftersom isen smeltet gled dens last av grus ned og dannet hauger og voller av usortert materiale som delvis kunne bli revet med av smeltevannløpene, vasket og sortert, og avleiret i isfri forsenkninger som gruskjegler.

Karakteristisk for ablasjonsmorenen er de kantete blokker i det usorterte grus, men noen steder, således i Femundsbassenget, er blokkene like ofte rundslitt efter langveis transport i strømmende vann. Dype snitt som de, der frekommer ved elvebrudd, viser undertiden at de dypeste lag i ablasjonsmorenen til en viss grad kan være sortert.

Fjellene og åsene mellom dalene i Hedmark fylke så vel som fjellvidder i Oppland fylke, har et mere sammenhengende og tykkere dekke av bunnmorene enn det øvrige landområde sydøst for halvøens hovedvannskille.

På de geologiske rektangelkarter Nordre Femund, Tynset, Søndre Femund, Øvre Rendal, Ytre Rendal og Stor-Elvdal samt på de kvartærgeologiske landgeneralkarter er ablasjonsmorener, «dødismorener», inntegnet.

På oversiktskartet er utbredelsen av morene- og rasmateriale tegnet som

sammenhengende områder selv om der innen disse kan forekomme oppstikkende berggrunn av anseelig areal. Utenfor den kvartærgeologisk kartlagte del av Østlandet er dekket tegnet efter iakttagelser på flyfotografier, eller efter iakttagelser omtalt i eldre geologisk litteratur.

Randmorener

finner vi på Østlandet øst for halvøens lengdeakse i to forskjellige høyderegioner.

De lavest liggende randmorener ble avsatt under kontinentalisens smeltning og dennes overgang til bretunger. Mange steder ligger aktive breers morener fra denne tid under MG. Det sentrale Norge synes stort sett å mangle randmorener før opp imot høyfjellene langs landets høydeakse. På Vestlandet er et sådant skille mindre merkbart.

Av de aktive breers randmorener kan de, som ligger under MG føre sorterte sand- og grusforekomster opplagt på sekundært leiested av bølgeslag og strøm i sjøen.

Berggrunn, bar eller med sparsomt dekke av løsmateriale.

Grensende til de marine avsetninger og de store dalførers glasifluviale avsetninger finner vi et utstrakt belte med sparsomt dekke av morenemateriale, fig. 2. Det er av forfatteren tidligere omtalt som en egen jordartregion (G. Holmsen, 1960). Berggrunnen innen dette område er blottet over store strekninger. Bare hvor landskapet er gjennomskåret av daler kan bunnmorenegruset i disse ha anseelig tykkelse, særlig bak dalnes og oppstikkende bergknatter, men dets utstrekning er som regel liten. Oppe på åsene hvor der er mindre bratt ligger berggrunnen bar, og hvor der er flatt, dekket av myrer. Når en aktiv bres bevegelse stagnerer og breen smelter over flat mark efterlater den som regel bare små mengder morenemateriale.

Foruten av berggrunnens relieff kan det tynne og spredte jorddekke skyldes berggrunnens art, særlig dens motstand mot knusing. En aktiv bre efterlater seg mere grus langs sine kanter enn langs midten.

Også i dette utstrakte belte finnes forekomster av sortert sand og grus, men i sterkt begrenset mengde og av så liten utstrekning, at de ikke blir inntegnet på de geologiske gradteigkarter. Således viste det seg i sin tid, at ved grundig gjennomsøkning kunne der skaffes sand både til støpning og tetting av dammer under reguleringsanleggene langs Tokkeåi og Vinjeåi, som renner gjennom dette belte av sparsomt utbredt bregrusdekke, selv

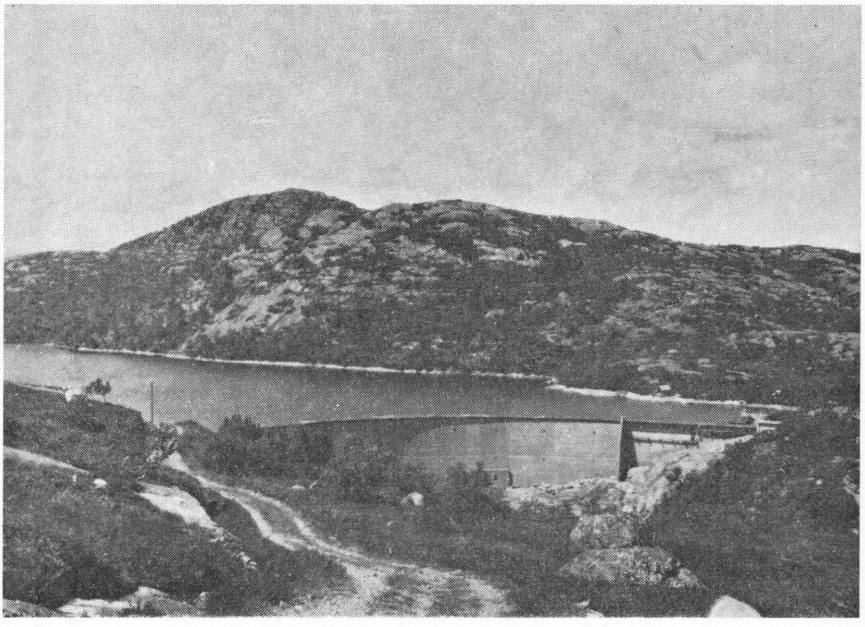


Fig. 2. Sparsomt dekket berggrunn. — Skjerkadammen.
Sparsely covered bedrock. — Skjerkadammen.

om de fundne forekomster var små, og transportveiene til anleggene var lange. Noe sand måtte endog hentes undervanns.

Høyt til fjells er bregrusdekket i stor utstrekning oppblandet med rasgrus eller ur, men i fjelldalene og i andre forsenkninger i høyfjellet er også dødismorener med rygger og hauger å finne. Det areal sådanne forekomster dekker er lite, og det har ikke latt seg gjøre å inntegne dødismorener på det foreliggende oversiktskart. Anderledes kan det være med eskere, de kan ha så stor lengde, at de lar seg inntegne selv på karter i liten målestokk.

3. Berggrunnens betydning for grusets art.

Det er en betydelig forskjell på materialets art eftersom en grus- eller sandforekomst stammer fra løse eller hårde bergarter. Løse, skifrige bergarter gir mindreverdig grus til bærelag for gater, veier og jernbaner, likesom sand fra sådanne bergarter gir dårlig betong. Hårde, seige bergarter er efterlyst til bærelag, men den slags bergarter leverer lite naturgrus, så de må brytes i stenbrudd.

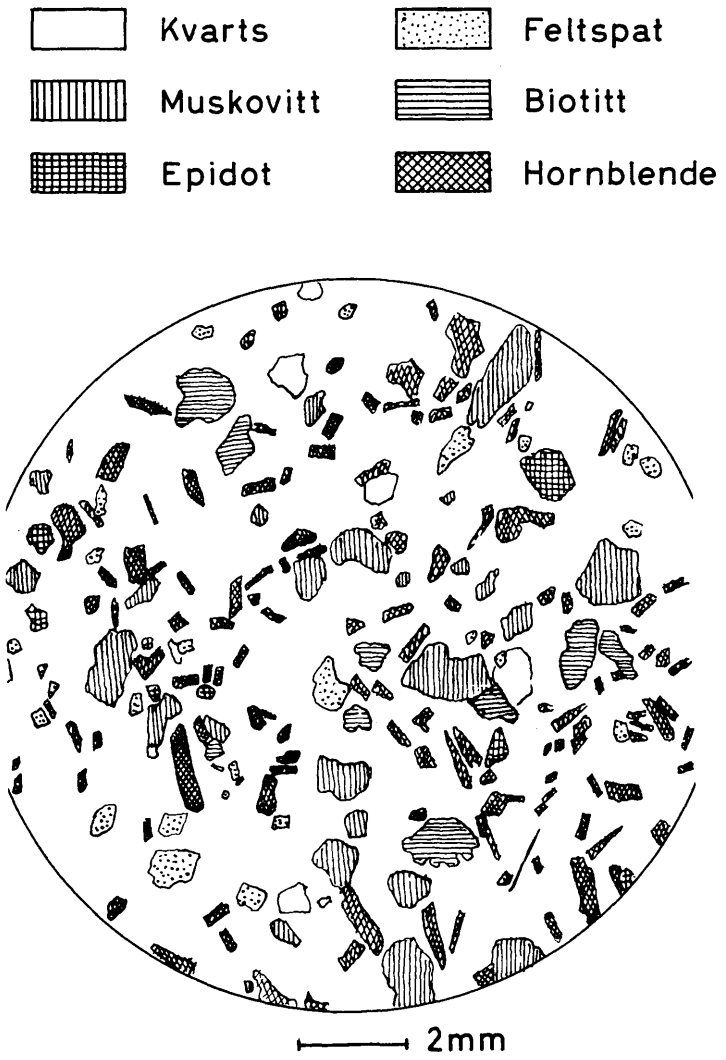


Fig. 3. Mikrofotografi av finsand fra Rørosskifre.
Fine sand from the Røros Schist; drawn from a photomicrograph.

Hvor berggrunnskarter foreligger kan skurestriper og vandreblokker til en viss grad gi rettledning om en grusforekomsts bergartsammensetning. Stammer gruset fra områder med skifrig, sprø bergart er det dårlig egnet til teknisk anvendelse. Glimmerskifer gir eksempelvis fri glimmer i sandens finfraksjoner og nedsetter derved betongens holdbarhet.

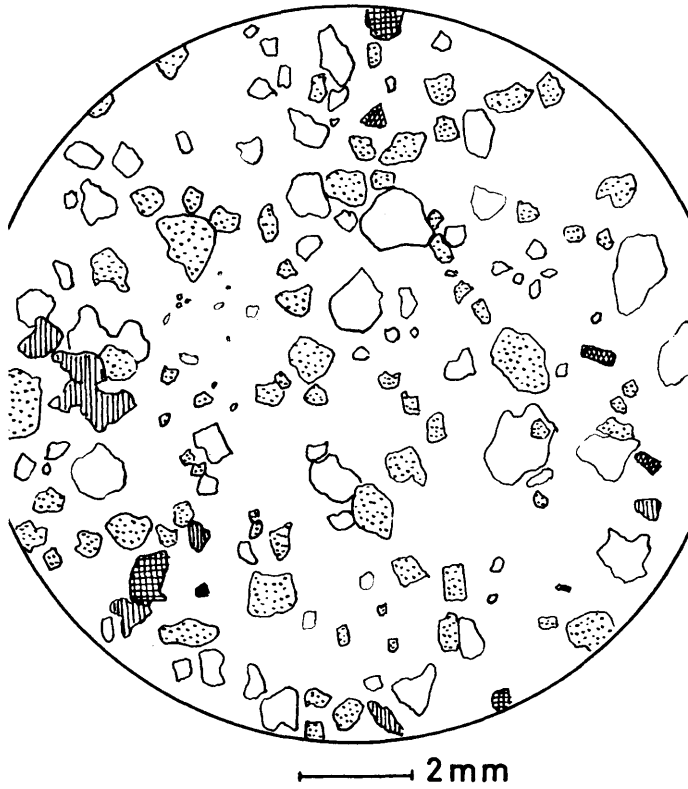


Fig. 4. Mikrofotografi av finsand fra sparagmittavdelingen.
Fine sand from the Sparagmite division; drawn from a photomicrograph.

Finkornige fraksjoner med kornstørrelse under 1 mm består av fri mineralkorn, hvorav hitsettes 2 tegninger efter mikrofotografier med lineær forstørrelse ca. 14, fig. 3. og 4. Det ene er sparagmittsand fra nordre Osas utløp i Osensjøen, det annet er sand fra rørosskifre i deltaet ved Glåmas utløp i Aursunden.

I vår faglitteratur er det lite å finne om grusets og sandens bergart-opprinnelse.

Sikrere til bedømmelse av grus- og sandforekomsters bergartopprinnelse enn skuringsstripenes retning er stentelling i gruset. På oppfordring av forfatteren har vid.sk.assistent Østmo nedenfor referert resultatet av en moderne stentelling han har utført på Øvre Romerike.

Steintellinger og rundethetsanalyser i løsavsetningene på Øvre Romerike (En foreløpig meddelelse)

ved Svein Roar Østmo

Øvre Romerike er valgt som representativt område av Den norske komite for Den internasjonale hydrologiske dekade. I denne forbindelse utfører Norges geologiske undersøkelse en detaljkartlegging av løsavsetningene i området. Samtidig blir det foretatt steintellinger for å bestemme bergartssammensetningen i løsavsetningene, og transportretningen og -strekningen for materialet.

Det blir også foretatt rundethetsanalyser av materialet. Alle undersøkelsene som blir omtalt her er foretatt i glacifluvialt materiale, og de fleste analysene er utført i Hauersetertrinnet.

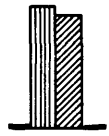
Resultatene som er fremstilt i kartogrammet (kartbilag 5) og fig. 5 er kun en foreløpig meddelelse. Her er det fremstilt analyser fra 32 lokaliteter i fraksjonen 2—6 cm. Det vil imidlertid bli foretatt flere analyser i denne, samtidig som det også vil bli foretatt analyser i grovere og finere fraksjoner.

Steintellinger.

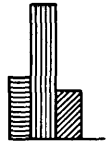
Hver analyse er utført på de hundre første, tilfeldig valgte steinene fra et mest mulig konsentrert område. Tallet 100 er valgt fordi det foruten å gi den prosentvise fordelingen, også synes å gi et representativt bilde av bergartsmaterialet i avsetningene. J. Mangerud (1962, s. 250) og O. Fr. Bergersen (1963, s. 20) har også i sine analyser funnet at 100 stein er tilstrekkelig. W. C. Brøgger (1877, s. 234) foretok allerede i 1877 en bergartsbestemmelse av 1092 stein i jernbanens gamle grustak nord for Hauerseter stasjon. Av denne fremgår det at ca. 55 % av materialet er prekambriske bergarter, mens de resterende ca. 45 % er fremmede, langtransporterte bergarter; da hovedsakelig sparagmitter og kvartsitter. På kartet er mine egne steintellinger satt opp. De er delt inn i fem bergartsgrupper og en samlegruppe.

1. De permiske bergartene er i særlig grad konsentrert til løsavsetningene i den vestre delen av feltet, hvor de også danner berggrunnen. Det er hovedsakelig nordmarkitt, ekeritt og biotitt-granitt i tellingene, men også noe rombeporfyr.

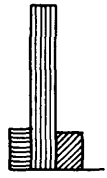
I tellingene fra området øst for Nordmoen—Gardermoen er de permiske bergartene meget sparsomt representert. Det forekommer imidlertid enkelte permiske syenitter og granitter, og likeledes enkelte spredte sandsteiner og rombeporfyrer av Brumundal-typen.



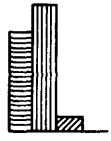
1. PERMBERGARTER
591 talte stein
gr: 1.8 % r: 51.0 %
kr: 47.7 % k: 0.5 %



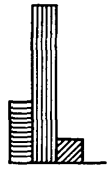
2. KAMBRO-SILURBERGARTER
65 talte stein
gr: 24.6 % r: 55.4 %
kr: 20.0 % k: 0.0 %



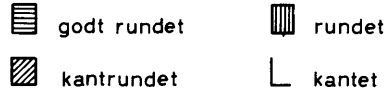
3. KVARTSITT (vesentlig eokambrium)
540 talte stein
gr: 16.5 % r: 68.3 %
kr: 15.2 % k: 0.0 %



4. SPARAGMITT (eokambrium)
499 talte stein
gr: 41.5 % r: 52.5 %
kr: 6.0 % k: 0.0 %



5 PREKAMBRISKE BERGARTER
1520 talte stein
gr: 25.3 % r: 65.2 %
kr: 9.5 % k: 0.0 %



Et gjennomsnitt av rundethetsanalysene i de forskjellige bergartsgruppene i lösavsetningene på Övre Romerike. Analysene er utfört i fraksjon 2-4 cm.

Fig. 5. Diagram over stenslitasje i grus på Øvre Romerike.
Roundness analysis of material from different rock groups in the superficial deposits at Øvre Romerike, from left to right the columns show proportions of wellrounded, rounded, sub-angular and angular pebbles (in the size range 2—4 cm).

2. De kambro-silurske bergartene opptrer gjennomsnittlig med ca. 2 % i området, så nær som i tellingene fra Rustadmoen og Vålaugmoen i vest, hvor de mangler helt. Bergartene er hovedsakelig hornfels og kalkstein (tildels med fossiler). Grunnen til at kambro-silurbergartene opptrer så sparsomt i tellingene, er bl. a. at disse, så nær som hornfels, slites meget raskere ned enn de andre bergartene i løsavsetningene.

3. Kvartsitt er en vanlig bergart i tellingene. Øst for Nordmoen—Gardermoen er innnholdet av kvartsitt ca. 15—20 %, mens det vestenfor er ca. 5 %. Her er det ikke gjort forsøk på å skille mellom de forskjellige kvartsitt-typene, men man må anta at det vesentligste kommer fra eokambrium, selv om en del også skriver seg fra kambro-silur og prekambrium.

4. De eokambriske sparagmittbergartene er også meget vanlige, og de opptrer i omtrent samme mengdeforhold som kvartsitten, dvs. ca. 15—20 % østenfor Nordmoen—Gardermoen og ca. 5 % vestenfor.

5. Det er de prekambriske bergartene som danner hovedmassen med ca. 50—60 % i den østre delen av feltet, mens de i vest bare utgjør ca. 10—15 %. Dette kommer av at berggrunnen øst for Nordmoen nordover til Minnesund og på østsiden av Mjøsa består av prekambriske bergarter. Det er gneiser og granitter med varierende kornstørrelse, farge og mineralsammensetning som er de vanlige bergartene i løsavsetningene.

6. I samlegruppen er det plassert ukjente og usikre bergarter. Det kan enten være bergarter som er så sterkt forvitret at de vanskelig lar seg identifisere, eller f. eks. en diabas som ikke kan begrenses til noe bestemt område.

Som man ser av kartbilag 5, er det god overensstemmelse mellom tellingene i den østre delen av området og den tellingen W. C. Brøgger utførte i 1877.

Rundethetsanalyser.

Samtidig med bergartsbestemmelsen ble det også foretatt rundethetsanalyser av materialet etter Reichelts metode. Ved bruk av denne metoden, som er beskrevet hos O. Fr. Bergersen (1963, s. 22), ble steinmaterialet delt inn i fire grupper: godt rundet (gr), rundet (r), kantrundet (kr) og kantet (k).

Fig. 5 viser et gjennomsnitt av rundethetsanalysene i de forskjellige bergartsgruppene. Her ser man tydelig at det er stor forskjell mellom permbergartene og de fire andre bergartsgruppene.

Transportstrekning.

Permbergartene består av rundet og kantrundet materiale, men lite av «godt rundet materiale», noe som tyder på en kortere transport enn for de fire andre gruppene. Permbergartene i den østlige delen av feltet er ikke tatt med i dette gjennomsnittet. De lokale avsetningsforholdene i den vestre delen av området tyder da også på at permbergartene består av meget stedegent materiale.

De eokambriske og kambro-siluriske bergartene må ha hatt en lengre transport, og dette materialet er da også meget bedre rundet. Fra Li, ved proksimalkanten av Hauerseter-trinnet, er det over 7 mil i luftlinje til sparagmittens sydgrense nord for Hamar.

Når det gjelder de prekambriske bergartene, består også disse hovedsakelig av rundet og godt rundet materiale, noe som viser at materialet må ha blitt transportert et langt stykke. En god del av de prekambriske bergartene finner man da også igjen i fast fjell på østsiden av Mjøsa.

Hvorvidt en del av materialet i den prekambriske gruppen skriver seg fra Jotunbergartene, er det ikke tatt stilling til her.

Transportretning.

Ut fra bergartssammensetningen i løsavsetningene i Hauersetertrinnet må man anta at materialtransporten, som antakelig har vært subglacial, har kommet fra Mjøsbassenget. Dersom dette materialet var kommet ut Hurdalen måtte løsavsetningene ha et meget sterkere innhold av permbergarter. Disse bergartene danner berggrunnen i Skreiafjellene, som går helt over til vestsiden av Mjøsa. Hauersetertrinnets oppbygning tyder da også på at tilførselskanalene har kommet fra området ved Dal.

Ved Rustadmoen og Vålaugmoen har man deltaoppbygning som viser en materialtransport fra høydedragene vestenfor.

B. KJENTE GRUSTAKS BELIGGENHET

1. Oversikt over utbredelsen innen hele Syd-Norge. Kartbilag II.

Oversiktskartet over sand- og grustak viser beliggenheten av et stort antall kjente grustak i Syd-Norge inntegnet efter geologiske manuskriptkarter i NGU's forvaring så vel som efter Veglaboratoriets, Norges Statsbaners og Norges Byggforskningsinstitutts arkiver. Mange av disse grustak er gamle, noen kanskje uttømt, og der er ikke gjort forsøk på å skille mellom store og små forekomster. Hvor flere grustak ligger i samme grusforekomst er som regel bare ett grustak inntegnet.

Det fremgår av kartbildet, at grustakene fortrinnsvis ligger i dalførene eller er knyttet til det hevete marine område. Utbredelsen ligner jordbruksarealets tetthet således som denne er fremstillet på det skjematiske oversiktskart utarbeidet ved og offentliggjort av Statens Jordundersøkelse, Norges Landbrukshøgskole (J. Låg m. fl.) i målestokk 1:1 000 000. Likheten kan for en del skyldes, at de best undersøkte områder med hensyn til sand og grus er knyttet til de store gruskonsumenters virksomhet således som veier, jernbaner og annen byggevirksomhet, og det er nettopp i de tettest beboete strøk, nemlig de lavtliggende, at også jordbruksarealet har sin største tetthet. Den dypere liggende årsak til denne samhørighet mellom grustakenes utbredelse og jordbruksarealets er imidlertid, at der hvor breelvenes medrevne materiale fortrinnsvis kom til avleiring er gunstige betingelser til stede så vel for bosetning som for brukbare grusforekomster, og det var både i dalene og i det senere tørrlagte marine område.

Over jordbruksarealet foreligger kalkyler.

Amund Helland (1892) regner med at ca. 5 % av Norges overflate er aker og eng, vel 24 % er skog, og resten, 71 %, er «uproduktivt», snaufjell og myr.

Dette stemmer godt med de senere utførte undersøkelser av Landsskogtakseringen. I følge disse, som her siteres efter Aasulv Løddesøl

(1948, s. 20), består landets areal av følgende forskjellige slags mark i dette forhold:

Innmark	3,03 %
Hagemark og Utslått	2,31 »
Myr under skoggrensen	6,52 »
Impediment	12,86 »
Vann	4,10 »
Høyfjell	47,66 »
Produktiv skogmark	23,52 »

Hellands tall stemmer således forbausende godt med Landsskogtakseringens når hensyn tas til, at hvad Landsskogtakseringen benevner «Impediment» inngår i Hellands betegnelse «uproduktivt», som foruten snaufjell også innbefatter beiter og fjellskog så vel som vann, og myr under skoggrensen.

De områder, som på det foreliggende geologiske oversiktskart, kartbilag I, er betegnet som «Berggrunn, bar eller med sparsomt dekke av løsmateriale» er hovedsakelig Landsskogtakseringens høyfjell, vann, impediment og myr tilsammen. Disse markslag er fattige på forekomster av sortert sand og grus, mens produktiv skogmark, innmark, hagemark og utslått ligger innen de områder, der på oversiktskartet er avlagt som «Sorterte avsetninger». Områder avlagt som «Dekke av morene-, ras- og forvitringsmateriale» står i en mellomstilling. De fører hovedsakelig usortert morenegrus, men kan også omfatte sorterte mindre utbredte avleiringer, særlig fra ablasjonsmorener, hvor disse er vasket av smeltevann.

Hvor tilgangen på sortert sand og grus er liten får det usorterte morene- eller rasgrus anvendelse til fyllinger og delvis som bærelag for veier og jernbaner, men erstattes nu mere og mere av kunstig fremstilt pukk for å unngå telehiving.

For Oslofeltets område og til dels også for omegnen av Trondheim foreligger bedre kvartærgeologisk materiale til vurdering av sand- og grusforekomsters opprinnelse enn for landet forøvrig. Det har derfor sin berettiggelse å inntegne grustakenes beliggenhet innen disse landsdeler på et mere detaljert kvartærgeologisk kart i større målestokk enn det hvorpå Jordartkartet over Syd-Norge er tegnet.

2. Forklaring til kart over grustak innen Oslofeltet.

Omkring Oslofjorden og Trondheimsfjorden ligger de største tidligere havdekte områder, og i disse fins mange og store sand- og grusforekomster med vasket og sortert materiale, skyllet ut av morene ved bølgeslag

og strøm, eller avleiret som breelvdeltaer. Over den marine grense ligger forekomstene fortrinnsvis i dalene, hvor de ble avsatt langs dødisene efter-som disse smeltet, dels som lateraldannelser, og dels som gruskjegler i dal-bunnene.

Det kvartærgeologiske underlag for kartbilag III, Sand- og grustakenes beliggenhet innen Oslofeltet, er det samme som følger Del I tegnet på grunnlag av de kvartærgeologiske landgeneralkarter Oslo og Oppland.

For de marine avsetningers vedkommende, som ligger i en smal stripe vest for landgeneralkartene Oslos og Opplands rammer, er benyttet det kart NGU utga i 1923, «Geologisk kart over Oslofeltet», tegnet av W. C. Brøgger og hans daværende amanuensis Jakob Schetelig. Det er et berg-grunnskart, men foruten berggrunnen viser det også områder av «Marin leir og sand» samt «Oscillasjonsmorener».

Grustakene er avlagt efter de kilder, som er nevnt foran (s. 23).

Det fremgår av grustakenes fordeling innen Oslofeltet at de fortrinns-vis er knyttet til randmorenene, til isbreernes lateralavsetninger og til de marine breelvdeltaer. Disse slags forekomster gir de mest verdifulle grus-tak, men kartet viser også mange sand- og grustak beliggende i områder karakterisert som bunnmorene, eller i finkornige sedimenter som leir, mjele og mo. Det kan være, at sådanne forekomster bare har vært brukt for å skaffe fyllmasse. Under betegnelsen bunnmorene skjuler det seg ofte sorterte avleiringer, som muligvis kan stamme fra ablasjonsmorene.

På kartet er høydekoten for 200 m opptrukket. I Osloområdet danner denne høyde stort sett grenselinjen mellom det hevete marine og det supra-marine område. Strandmerker sydligst innen kartområdet når imidlertid bare til noe lavere høyde, nær Halden til 186 m o h. Herfra stiger den marine grense nordover til Oslo, hvor den når sin største høyde på 220 m o. h. for derfra atter å synke nordover så den ved Minnesund ligger på 190 m o. h. For studiet av grusforekomstenes utbredelse er kjennskapet til beliggenheten av den høyeste kystlinje viktig. Det viser seg nemlig, at like under denne høyde ligger mange av våre beste grustak. I de foreliggende oppgaver over grustakenes beliggenhet forekommer ikke et eneste ovenfor denne linje hverken i Østfold eller i Vestfold fylke.

Det største forbruk av grus og sand går til anlegg og vedlikehold av veier og jernbaner, samt til betongbygg. I betraktning av materialets tran-sport er det derfor forståelig at grustakene ligger tett langs kommunika-sjonslinjer og omkring industrisentrene.

For bygging og vedlikehold av veiene i eldre tid var hensynet til tran-sportomkostningene av veigruset mere tungtveiende enn nu til dags, og

dette kunne føre til at mange grustak ble anlagt i små forekomster, efter nutidens mål ubetydelige både i utstrekning, mektighet og kvalitet, undertiden endog i usortert bunnmorene. Dette gjelder mange grustak inntegnet i kartets supramarine område.

Enkelte forekomster har så liten utstrekning at de ikke er inntegnet på landgeneralkartene Oslo og Oppland. I bunnmorene og ablasjonsmorene kan forekomme små avsetninger av sortert materiale hvor lokale breelver har avleiret sitt medrevne grus, og i områder av finkornige marine sedimenter, leir, mjele og mo, kan der være grusholdig underlag som stikker opp gjennom sedimentene i små flekker, så små at de ble oversett under kartleggingen.

Grustak i Østfold.

Så vel langs det store ra som langs det ytre ra ligger mange og store grustak i forekomster omleiret av bølgeslag og strøm. På det store ra ligger grustakene tett i Tistedalen og nord for Visterflo, og på det ytre ra i Idd. Noen av de på kartet inntegnete er uttømt.

I Borge ligger også mange grustak i nærheten av hverandre, noen på det ytre ra, andre på forekomster mellom det store ra og det ytre. De siste er ikke store, de fleste mindre enn 6 m dype, og har fortrinnsvis vært drevet på sand.

På Hvaler og langs kysten mellom Halden og Fredrikstad er noen mindre betydelige sandtak drevet på strandsand.

På Iddefjordens østside ligger et større sandtak med 25 m's høyde. Det er ikke bemerket under den geologiske kartlegging, men kan antas å være avsatt av en breelv, muligens i tunnel gjennom isen.

En stans i isavsmeltningen fant sted under avsetningen av Ås-Skitrinnets endemorener. Disse fører tallrike grustak innen forekomster knyttet til utvasket materiale fra morenene eller fra breelvløp. De store forekomster Svelvikryggen i Hurum og Mona i Eidsberg er begge avsatt av breelver fra hvert sitt utstrakte smelteområde. Morenene innen kartbladet Eidsberg er beskrevet av Rekstad (1921), som efter datidens oppfatning omtaler de mange breelvdeltaer innen morenerekkene som morener, således breelvdeltaene ved Folkenborg nær Mysen og Jåvall ved Rødenessjøen.

Mellom det store ra og Ås-Skimorenene ligger vest for Glåma spredte grustak med små forekomster avlagt på de kvartærgeologiske karter som sand eller sandblandet leir. Unntagelsesvis kan de være over 10 m dype, og de må karakteriseres som breelvavleiringer. I det hevete marine område rundt Oslofjorden kom breelvene i avsmeltningstiden fra aktive breområ-

der, og munnet i fjorden lite avhengig av de is- og havfylte dalrenners forløp.

På østsiden av Glåma synes en større breelv å ha trukket seg tilbake fra Tistedalen over Østeby — Skjeklesjøen — Ertevann — Svarvermoen — Gjulem — Trømborg. Langs dette formodete breelvløp ligger mange store grustak, dels i breelvdeltaer, dels i langstrakte rygger bygget som eskere. Rekstad beskriver (1921) forekomsten ved Gjulem således: «Ved Gjulem i Rakkestads prestegjeld er der et grustak, hvorfra en stor del av bygden får sin forsyning av grus og støpesand. Grusryggen her ligger med sin lengderetning i brebevegelsens retning (NØ — SV). Gruset og sanden viser lagdeling. Over det midtre parti av ryggen er lagene så noget nær horisontale, men på begge sider går fallet ut fra midten. Grusets anordning ligner den, man finner i grusåsene.» — Også bygningen av en annen forekomst, Jonsrud øst for Svarvermoen, tyder på at det er en esker, men liggende i et annet breelvløp enn det ved Gjulem.

I Tistedalsvassdraget er det sparsomt med løse avleiringer over berggrunnen, og det er langt mellom grustakene, hvorav de fleste ligger på breelvdeltaer. Dybden er for noens vedkommende over 10 m. Ved Fladeby nær sydenden av Aremarksjøen er et grustak i en nord-sydgående grusrygg, som efter den kartleggende geologs beskrivelse må antas å være en esker.

I Norges Byggforskningsinstitutts arkiv fins en oversikt fra 1953 som viser hvorfra kommunene i Østfold og Vestfold får dekket sitt behov for støpesand. Av byene fikk Halden støpesand fra sandtak i Berg og Idd herreder, og Sarpsborg fra Time og Borge. Fredrikstad brukte også en del sand tatt fra sandtak i nabokommunene, men storparten kom fra Svelvik med lektere til byens silo. Moss tok også det meste av sin støpesand fra Svelvik. Fra en silo leverte Moss i stor utstrekning svelviksand til kommunene Rygge og Våler på samme måte som kommunene Rolvsøy, Glemmen, Kråkerøy, Onsøy og Råde hentet svelviksand fra siloen i Fredrikstad. Kommuner som ligger nærmere Mona, således fra Rakkestad i syd til Trøgstad i nord, brukte støpesand fra grustakene i Mona.

Grustak i Vestfold.

På vestsiden av Oslofjorden ligger tallrike grustak på det store ra og på de utskylte sandavleiringer både utenfor og innenfor raet. Ås-Skitrinnets morenebelte kan følges i den sydligste del av Buskerud fylke over Hurumlandet til Svelvik med de store grustak der, og videre til endemorenene i Sande. Videre vestover kan trinnet ikke utpekes sammenhengende, men store forekomster av sortert grus i det hevete marine område tyder på flere

avbrytelser i isens tilbaketrekning. Fra Sandebuktens bunn strekker seg et strøk med grusforekomster fra Holm vestover nord for Vikevann, og herfra mot sydvest til det store sandtak ved Goverud i Hof. Et annet strøk med grusforekomster går parallelt med raet fra Smørstein ved Sandebukten over Botne kirke til Vivelstad. Disse to strøk går tversover skuringsmerkene som følger dalretningene, og tyder på at dalbreer har avsatt grusforekomstene som breelvdeltaer.

Grustakene i Vestfold er for en stor del inntegnet på kartet efter lektor Samuelsens kvartærgeologiske kartlegging i 1942. Ifølge Samuelsens beskrivelser synes de, med unntagelse av noen få, deriblant grustakene i det store ra, å tilhøre forekomster av så liten utstrekning at han ikke har avlagt dem på kartet. Noen ligger i strandvoller opplagt av strøm og bølgeslag, andre ligger ved utløpet av mindre breelver i datidens fjord som terrasser mellom fjellknatter. De kan forekomme opp til 190 m o. h. som er den marine grense i området.

Utenfor Vestfoldraet ligger i Slagen utstrakte sandavleiringer med tallrike sandtak. Her påtreffes også blokkfelter, som tyder på at sanden stammer fra aktive breers morener fra det ytre ra's tid, fremholder Samuelsen.

Av Norges Byggforskningsinstitutts arkiv fremgår, at i 1953 brukte byene Holmestrand, Horten, Åsgårdstrand og Tønsberg støpesand fra Goverud i Hof, mens Sandefjord, Larvik og Stavern fikk støpesand fra sandtak i Hedrum og Lardal. Flere av fylkets herreder tok også det meste av sin støpesand fra Goverud. Ellers produserte Årholt i Stokke en god støpesand, som gikk til bygg i de nærmeste herreder.

Grustak ved Oslo.

Gamle grustak i Oslos nærhet er nu for det meste uttømt og groper efter dem jevnet ut og bebygget. Øverst i Sørkedalen ved Pipenhus, likesom nord for Maridalsvannet ved Skar, har breelver munnet i sjøen og avleiret forekomster med vekslende lag av grov grus, sand og til dels leir. Andre grustak lå i Akerstrinnets morener, således foran Bogstadvannet, Maridalsvannet og ved Linnerud—Ballerud. Snittene viste sterkt stenholdige lag av usortert bregrus i veksel med, eller overleiret av lag med sortert sand, samt leir.

Grustak i Akershus.

Grustakenes opprinnelse i fylkets sydlige del angis efter hvad kvartærgeologisk landgeneralkart Oslo viser, grustakene i nord efter kvartærgeologisk landgeneralkart Opplands angivelse.

Lengst nord i fylket er på kartet avlagt enkelte grustak beliggende over MG, således ved Gullverket i Eidsvoll og i Skrukkeli i Hurdal. Av disse ligger det første i bunnmorene, det annet i en esker. I Aurskog ligger enkelte grustak så høyt at de neppe kan tilhøre de hevete marine område. Også innen rektanglene Fet og Setskog forekommer lignende høytliggende grustak.

Store grustak med snitt opp til 20 m's høyde eller derover fins mange steder som marine avsetninger nær den høyeste havstand. Innen rektangelkart Fet stikker tallrike øyformige områder med berggrunn opp over MG. Nedenfor 200 m's koten forekommer langs det supramarine område i øst utbredte laterale israndsavsetninger av sand og grus, vasket og sortert av breelver på hele strekningen fra Søndre Høland til Aurskog. Fra breis, som fylte Øyerenbassenget har breelver rent i de sydøstfallende daler, Hafsteinelvens og Dalselvens, og avleiret mer enn 20 m tykke deltaer ved MG. Den maksimale dybde i Nygård grustak ved Hafsteinelven angis endog til 50 m. På østsiden av Øyeren ligger ved Ersrud et grustak med dybde opp til 25 m av vekslende lag grov sand og fin grus, sandsynligvis en lateralavsetning til dødis i Øyeren, og i Fet, nordøst for Dalen kpl. et par grustak av samme opprinnelse med dybde omkring 20 m samt noen mindre, mest med lag av finsand og leir, tilsynelatende lateralavsetninger som de på vestsiden av Øyeren. I Enebak ligger store grustak i Kirkebygden og ved Børter nær MG.

Andre store grustak i Akershus forekommer på Romerike. I Skedsmo og Nes ligger grustak ved Berger, Asak og Kolmoen. Det er dype grustak i breelvløp med varierende lag i deltaskiktning. I Ullensaker ligger det store breelvdelta Hauersetertrinnet med mange og dype grustak. MG når her til 208 m o. h. Som kartet viser ligger derfor noen grustak over 200 m's kurven. Nær Hauerseter stasjon har jernbanen i en lang årrekke hentet ballastgrus fra sitt grustak. Lagstillingen er her nesten vannrett. Andre snitt i Hauersetertrinnets grustak viser hellende deltaskiktning. Dybdene kan gå opp til 30 m. De nordligste grustak har øverst sterkt stenførende lag, som når til 10—15 m's dyp. Mot bunnen er stenfri sand, i de sydligste lokaliteter finsand og mo.

I Nannestad ligger mellom de tidligere marine og de supramarine områder helt fra Hurdalssjøen til Berger laterale avsetninger langs dødis hvor nuværende elver Leirelven, Rotua, Mikkelsbekken og Gjermåen falt ut i fjorden. På disse avleiringer er anlagt mange grustak.

De løse avleiringer i Nittedal er kartlagt 1944 av Ludv. H. Hertsberg.

Leir, antagelig marin, forekommer oppover dalen til Kapelsrud, hvor der er grustak med grovt materiale. I dalbunnen strekker seg utvasket sand nordover til henimot Stryken. Så vel ved utløpet som ved tilløpet til Harestuvann er utstrakte breelvdeltaer med grytehull. Dalfyllingen i Nittedal veksler mellom leir, sandholdig leir og finsand. Grovere materiale med rullesten, og muligvis usortert morenegrus, stikker her og der opp av leiravsetninger, og langs dalsidene ligger lateraldannelser, av Hertsberg omtalt som sidemorener, til MG's høyde. På disse er anlagt flere grustak.

I Eidsvoll ligger store grustak i Daltrinnets dødisområde med laterale rullestensterrasser vest og øst for Dal stasjon. I Eidsvoll finner vi også noen grustak i bunnmorenen, således ved Våler mellom Råholt og Vorma, og ved Rundtom.

De nordligste grustak i fylket ligger i Feiring på lateralavsetninger til Mjøsisen.

Grustak i Hedmark.

I de tett bebyggete Mjøsbygder er kjent flere grustak enn det er tegnet inn på kartet. Dette gjelder især herredene på Mjøsens østside, Furnes, Vang, Løten og Romedal. Efter grustakenes beskrivelse i Norges Byggforskningsinstitutts arkiv fremgår det at mange av dem er små og ligger i bunnmorene. Langs Svartelven, Flagstadelven og i Vallset er derimot breelvavsetninger med store grustak. Fra Åstdalen har breelver, efter hvad Steinar Skjeseth har meddelt (Del I, s. 77), ført smeltevann sydover fordi dødis ennu demte Glåmdalen. Stedvis kan breelvløpene følges som eskere langs Furua over Løten, og videre som lateralavsetninger gjennom Vallset og nord for Haresjøen i Rasenåens dal til Storsjøen i Odal. Langs dette breelvløp ligger flere store grustak i eskere eller i rygger av ablasjonsmorene (ifølge beskrivelsen av en forekomst «i en 10 m høy og 12 m bred morene»). Eskeren fra Vallset til Tangen har et par grustak dypere enn 10 m.

I Nord-Odal ligger flere store grustak nær oppunder MG i breelvutløp rundt den fjordarm, som fyllte Storsjøen.

I Solørdalføret viser boringer efter vann i dalbunnen store lagtykkelser av finkornige marine sedimenter. Høyere enn dalbunnen ligger langs dalsidene mektige lateralavsetninger med grus av varierende kornstørrelse i lag med sterkt vekslende fall. På forekomster av denne opprinnelse er mange og store grustak anlagt. Også opp gjennom de marine sedimenter stikker her og der sorterte breelvavsetninger. Se herom beskrivelse i «Oppland», NGU nr. 187, hvor en del grusforekomster er nærmere om-

talt. Snittene i grustakene kan variere sterkt fra den ene vegg til den annen. Som eksempel herpå hitsettes en beskrivelse av Branterud grustak ved Flisas utløp på vestsiden av Glåma, forfattet av Veglaboratoriets geolog 1954: «Uregelmessig lagdeling. Under 10 cm matjord er det nord i grustaket finsand isprengt noen få lag med grus. I takets sydlige del er der under matjorden 2 m leire. Dernest følger en sone finsand isprengt enkelte gruslag. Denne sone utgjør hele veggen i sydøst, men kiler steilt ut i dagen. Underst er der i den sydlige del variert grus med tildels mye stein. — Maksimal høyde 10 m.»

En stor esker følger Kynnas dal. I denne er flere grustak anlagt, og nordligst på kartet, omkring Setre kpl., er hauger og rygger av ablasjonsmorene med grustak.

Grustak i Oppland.

I de tett bebyggete herreder Vardal, Vestre Toten, Østre Toten, Kolbu og Eina ligger mange grustak i sortert ablasjonsmorene, som her har stor utbredelse og tykkelse. Ablasjonsmorenen er bare leilighetsvis utskilt på de kvartærgeologiske landgeneralkarter. Ellers inngår den under tegnforklaringen «sandholdig bregrus». Grustak i eskere er heller ikke sjeldne. I eskerne syd og øst for Einavann, i Snertingdal, ved Trevatn, nord for Landåsvann, nord for Reinsvoll, ved Hunnselven og syd for Jarenvann er større og mindre grustak.

I Snertingdalen, Bråstadelvens, Hunnselvens og Byelvens dalganger fyller sortert breelvsand delvis dalbunnene, og langs dødisen i Mjøsen nord for Gjøvik er avleiret lateralterrasser av sand og grus i skråttstilte lag, således ved Stokkeelvens utløp som ved utløpene av Skulhuselven og Vismundelven. Syd for Gjøvik er en lateralavsetning av sortert grus ved Stensli. I disse avleiringer ligger til dels store grustak. Eksempelvis kan nevnes, at ved Stokkeelvens utløp er et delta med flere grustak. Øverst ligger et metertykt lag av grus omtrent vannrett. Derunder er finsand med noen lag av grov sand og grus, samt tynne leirlag. Nederst atter grus, til dels med meget sten.

Langs Randsfjorden ligger som ved Mjøsen grusforekomster i forskjellige høyder. Alminnelig utbredt er breelvdeltaer avleiret i lateralsjøer langs dødisen. Både langs Randsfjordens østside og vestside er grustak i disse avsetninger, de fleste på sjøens østre bredd. Nær sjøen når grusforekomstene mange steder opp til henimot 200 m o. h. Lagfølgen viser ofte et grovt grus med store sten øverst, derunder veksling mellom sand- og gruslag og gjerne med tynne mjelelag. Stenmengden pleier å avta med

dypet. Ikke sjelden ligger leir i bunnen. Grustakenes dybde kan nå 15 m.

Ved Moen kpl. i Brandbu ligger en breelvavsetning på over 300 m's høyde over havet hvorpå flere grustak er anlagt. I følge Fr. Isachsens dagbok for 19/7 1943 er breelven kommet ned Skjervas løp.

Grustak i Buskerud.

En snipp av Buskerud fylke ligger innenfor kartrammen og strekker seg fra Hurumlandet nordover til Sperillen, hvor de aktive breers morener i Ås-Skitrinnet og Akerstrinnet er representert med store grustak, det første ved Svelvikryggen og det annet ved Eggemorenen i Lierdalen og Ryggkollen ved Mjøndalen (Del I, s. 23).

Nord for sammenløpet av Begna og Randsfjordelven ligger de utstrakte breelvterrasser Eggemoen og Hensmoen med store grustak av vekslende mektige lag grus, grov sand og fin sand. Lignende breelvavsetninger med mindre utstrekning forekommer langs Sokna og dens tilløp fra nord, så vel som langs Begna fra utløpet av Sperillen. I beskrivelsen av enkelte grustak her omtales lagstillingen som horisontal med et bunnlag av leir. På østsiden av Sperillen ligger to grustak i en lateralavsetning mot dødisen i sjøen. I det nordligste, Vollvik, faller lagene mot sydsydvest, øverst med grov sten i et gruslag, nedentil sand. I det sydligste, Buttingsrud, ligger lagene vannrett, øverst med vekslende lag av grus og av fin eller grov sand, samt leir. I bunnen ligger meget store blokker.

Ved Trøgstad, 7—8 km syd for Eggemoen, ligger et stort sandtak. Dets vegghøyde er opp til 30 m med sand av forskjellig kornstørrelse. I overflaten sees søkk med mjele og leir, 2—3 m dype.

3. Grustak i området Trondheim—Gauldalen.

(Statsgeolog Arne Reite har forfattet nedenstående beskrivelse.)

Somrene 1956, 57 og 58 foretok F. Huseby kvartærgeologisk kartlegging i dette området etter oppdrag fra Norges geologiske undersøkelse. Hans kart og dagbøker danner grunnlaget for kartbilag IV.

Samtlige beskrevne grus- og sandtak ligger i det hevete marine område. Hvor MG er avmerket på kartet er lokalitetens høyde nivellert i forhold til bykartenes fastmerker. Det supramarine område er ikke undersøkt i detaljer. Dets grenser er inntegnet ved hjelp av kartenes høydekurver.

Husebys og Reites iakttagelser over grustakenes bygning supplerer eksemplene i kapittel C: Grustakenes lagfølge i det hevete marine område.

Det fremgår av kartbildet at en stor israndavsetning strekker seg tvers over Nidelvens dalføre fra Gisvål, Ekle, Sjetnan til Heimdalryggen med tallrike verdifulle grustak.

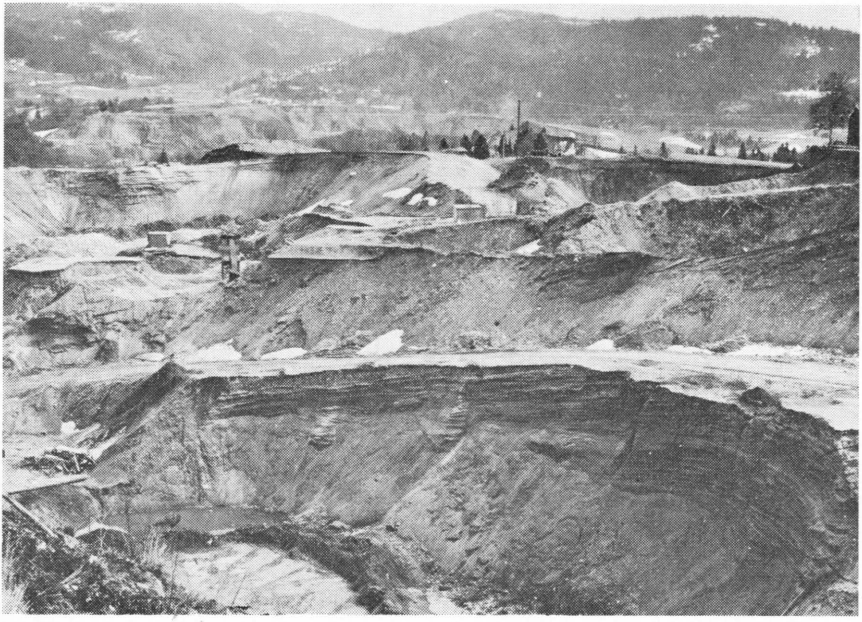


Fig. 6. Grustak ved Tiller.
The gravel pits at Tiller.

Fig. 6 viser israndsavsetningen ved Sjetnan (Tiller kirke). I bakgrunnen sees avsetningen ved Ekle. På begge steder består materialet stort sett av grus og sand, med lag som faller mot nord. I overflaten er ofte grov grus og stein, men i den nordlige del av grustakene er leire av flere m mektighet. Høyden over havet er 164 m.

I de dypeste deler av grustaket ved Ekle ble det høsten 1969 funnet en leirblokk på minst 20 m^3. Leiren er lagdelt, og lagningen er diskordant med deltaskiktningen. Materialet rundt leirblokken er godt sortert sand. Arbeidere i grustaket opplyste at det også tidligere var funnet partier med leire.

Det er tydelig at leiren ikke kan være avsatt på stedet, men må være revet med av isen eller breelvene. Det er derfor svært sannsynlig at det er leire under israndsavsetningen, noe også geofysiske undersøkelser tyder på.

Den sydligste del av Heimdalsryggen hører trolig til samme israndstans. Fig. 7 viser materialet i et grustak ved Jesmo.

Nord for denne avsetningen er det de fleste steder marin leire og mjele

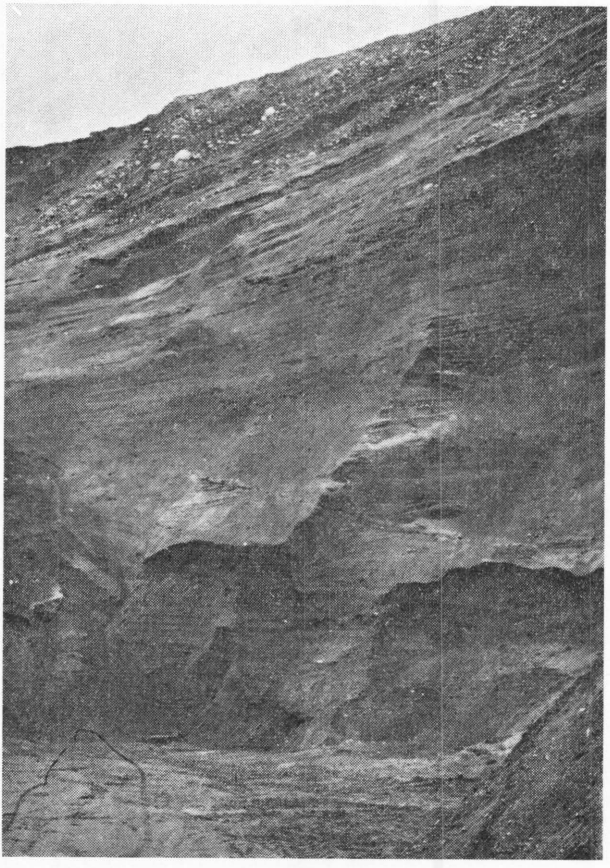
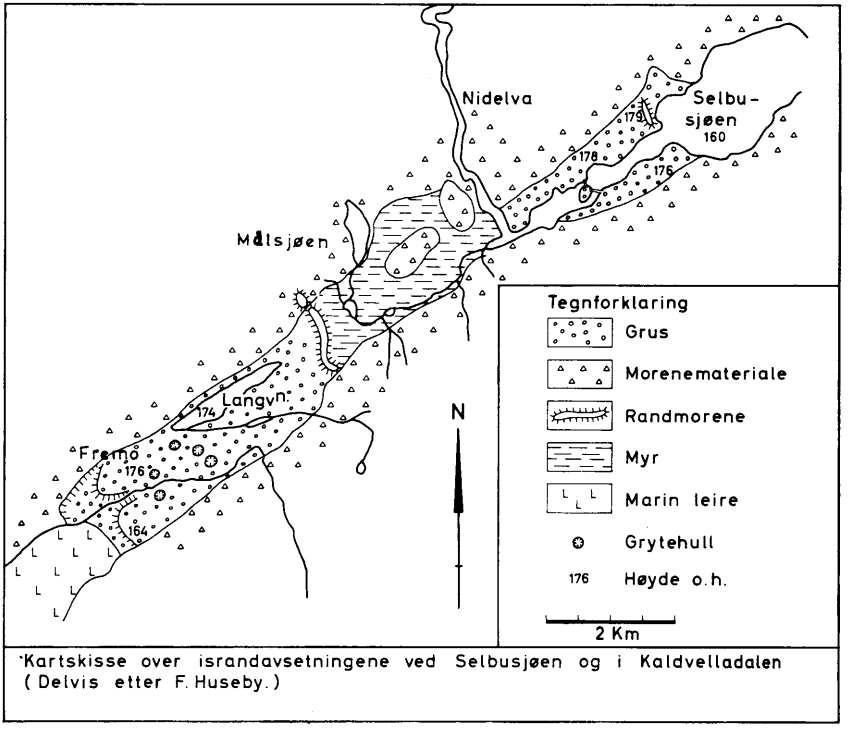


Fig. 7. Snitt i grustak i israndavsetningen Heimdal—Skjøla.
A section ice-margin deposits in a gravel pit at Heimdal-Skjøla.

til ca. 160 m o. h. Ved Nardo er en avsetning av godt sortert sand, bygget opp til ca. 70 m o. h. Huseby mener at den er avsatt av en breelv, mens Reite oppfatter den som et postglasialt delta.

Lavereliggende sand- og grusforekomster kan være dekket av marin leire, mjele eller finsand. Ved Bratsbergøya ligger på sydsiden av Bratsbergbekken et større grustak med leir over grusmaterialet. Overflatens høyde er 80 m o. h.

I Gaulas dalføre øst for Hofstad og Skjerdingstad ligger et par høyere grusterrasser hvis innerkant er på 160—170 m o. h. Terrasser på omtrent tilsvarende høyde forekommer på vestsiden av dalføret ved Kregnesmo, Sjetnan og Holem. Innerkanten av dem når til 170—180 m o. h. Efter kartbildet å dømme må disse avsetninger ansees som lateralterrasser, som sydligst ved Høgmelan danner et utpreget terrassefremspring i dalen, som



Kartskisse over israndavsetningene ved Selbusjøen og i Kaldvelladalen (Delvis etter F. Huseby.)

Fig. 8. Israndavsetninger ved Selbusjøen og i Kaldvelladalen.
Sketch-map of the ice-margin deposits at Selbusjøen and in Kaldvelladalen (partly after F. Huseby).

Huseby oppfatter som en frontal isranddannelse. Ved Kregnesmo er et grustak med overkant på 162 m o. h. Under en mantel med rullestenholdig grus er vekslende lag av sand og grus, hvorunder påtreffes leir. «Når man står ved Holemsrønningen og ser mot Høgmælan, får man inntrykk av at øvre halvpart av Høgmælan består av sand og grus, som hviler på leir,» skriver Huseby i sin dagbok.

Gaula har mange steder skiftet løp, og i den flate dalbunnen ligger postglacial sand og flomsand over marin leir.

Israndavsetninger ved Selbusjøen og i Kaldvelladalen.

Fra Selbusjøen fortsetter et markert dalføre i sydvestlig retning mot Gauldalen, (fig. 8). Selbusjøen har nu avløp mot nord gjennom en trang canyon, dette er et ungt elveløp.

Mellom Målsjøen og Langvatn i Kaldvelladalen går en markert morene-

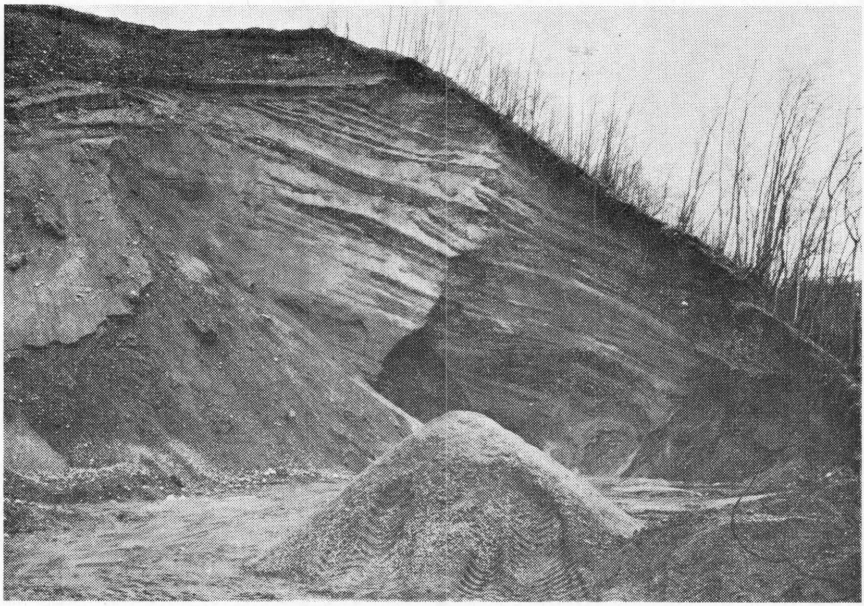


Fig. 9. Snitt i grustak ved Fremo„ Kaldvelladalen.
A part of the gravel pit at Fremo, Kaldvelladalen.

rygg tvers over dalføret, utvilsomt avsatt av et brefremstøt fra Selbubassenget. Foran randmorenen er et meget stort delta av grovt materiale, nær randmorenen for det meste grov grus og stein, distalt fin grus og sand.

I den vestlige del av avsetningen er et par grustak i drift, ved Fremo (fig. 9) er takhøyden omtrent 20 m, men den kan uten tvil økes betydelig. Lagene faller mot sydvest. Denne del av avsetningen er omtrent horisontal, og er trolig bygget opp til den marine grense. Videre innover mot randmorenen er tallrike grytehull. Langvatn — som ikke har avløp — er også en dødisgrop. Det må derfor ha vært adskillig is igjen i dalføret under avsetningen.

Materialet er nokså skiferholdig, men her er store materialmengder (minst 30 mill. m^3).

Øst for randmorenen — som danner vannskillet mellom Nidelvas dalføre og Gauldalen — er store myrstrekninger.

Også ved Selbusjøens vestende ligger et isranddelta med en liten randmorene nær proksimalsiden. Avsetningen når til 176—179 m o. h., som tilsvarer den marine grense på stedet. Materialet er avsatt langs sidene av en smal istunge, og består hovedsakelig av grov grus.

4. Eksempler på israndavsetninger i Vest-Norge.

(Statsgeolog Noralf Rye har forfattet nedenstående beskrivelser.)

Som jordbunnskartet viser består mesteparten av Vest-Norge av bart fjell med eller uten et sparsomt dekke av løsmasser. Det generelle bildet er at grus- og sandavsetninger av betydelig størrelse må søkes under den marine grense i områder der dalfører munner ut i fjordene. Så snart det oppskårne landskapet utflates utover mot kyststrøkene, minker også konsentrasjonene av løsmateriale og går over til et mer eller mindre jevnt sparsomt dekke. Det er dessuten en nær sammenheng mellom grus- og sandavsetningenes mektighet og den marine grenses høyde, slik at de mektigste avsetningene som regel fins inne i fjordene der den marine grense ligger høyere enn ute ved kysten.

Det er ikke vanlig at israndavsetningene i Vest-Norge har morenestruktur. Smeltevannsmengden er svært avgjørende for materialtypen i randavsetningene, og det er derfor naturlig at det i Vest-Norges markerte dal- og fjordtopografi ble relativt sterk konsentrasjon av smeltevann i forsenkningene. Materialet ble effektivt utvasket og sortert og israndavsetningene fikk gjennomgående et sterkere glasifluvialt preg enn i områder med en lang, sammenhengende isfront.

På grunn av denne smeltevannskonsentrasjon og de mange relativt bratte dalfører som medvirket til at vannet fikk stor transportevne, ble de finere kornstørrelser for en vesentlig del ført ut i områder, som fremdeles er havbunn.

Nedenstående beskrivelser av sand- og grusforekomster ansees karakteristiske for Vest-Norge.

Etne

I Etne i Sunnhordland ligger det i området Støle — Mo — Grindheim mektige rester etter en israndavsetning, jfr. fig. 10. Ved Støle er det en meget stor terrasse med overflate ca. 75 m o. h., mens terrassen når opp i ca. 80 m o. h. ved Grindheim. Både ved Støle og Rygg går terrasseflaten over i klare morenerygger. Ryggene ved Støle, som har en hel del store blokker i overflaten når bare lite over terrasseflaten, men ved Rygg går de fra terrasseflaten og oppover mot fjellet, der de delvis dekkes av rasmateriale. Imidlertid kan ryggene både ved Støle og Rygg følges i fjellnesene like ved. Det er klart at vi har for oss en israndavsetning der de ryggformige partiene ved Støle og Rygg utgjør iskontaktområdet, eller avsetningens proksimale del. De svære terrasseområdene ved Støle, Mo og Grindheim består vesentlig av grus og sand, men mye tyder på at det er silt og leire i de dypere soner.

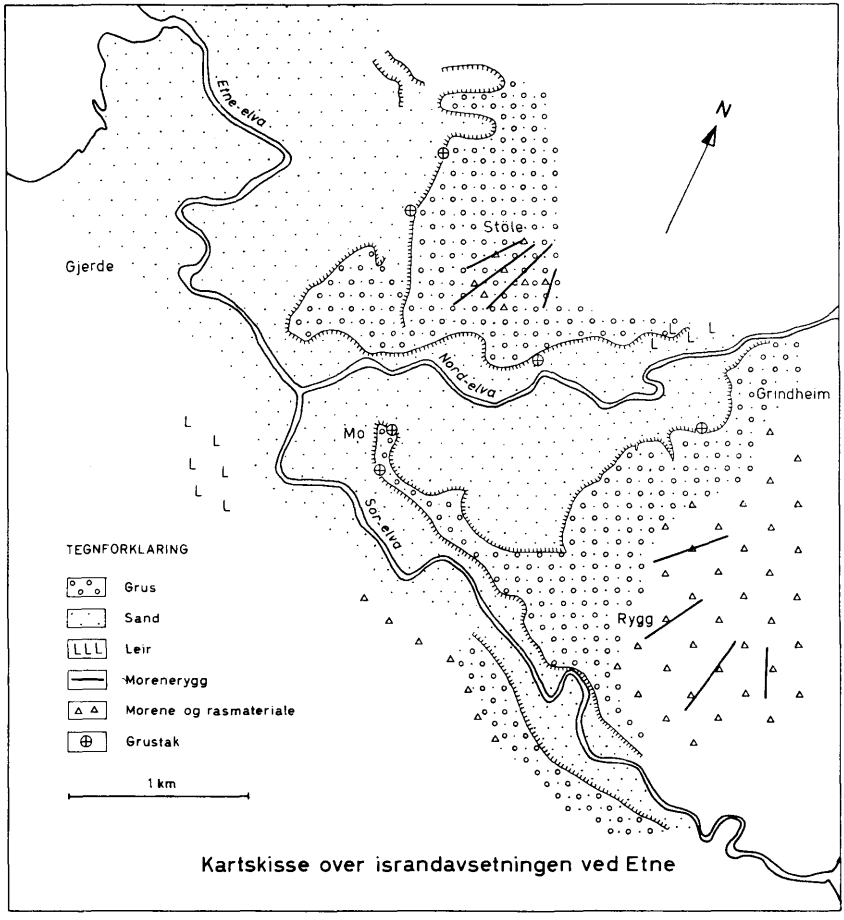


Fig. 10. Kartskisse over israndavsetningene ved Etne.
Sketch-map of the ice-margin deposits at Etne.

Mellom Litledalsvatnet og moreneryggene i området ved Rygg er det lite materiale av økonomisk betydning. Det samme kan vi stort sett si om området syd for Etneelva. Her finner vi marin leire i bakkene, og i Gjerde-området viser noen grøfter sandig morenemateriale. Avsetningenes mektighet er heller ikke så stor, idet bart fjell kommer fram i dagen flere steder.

Foruten det omtalte øverste terrassenivå fins det i Etne flere lavere.

Fig. 11. Isranddeltaet i Eidfjord, Hardanger.
Ice-margin delta in Eidfjord, Hardanger.

Eidfjord

Den mektige israndavsetningen i Eidfjord i Hardanger, fig. 11, er en type-avsetning som også finnes i en hel rekke andre dalfører i Vest-Norge. Isfronten er blitt liggende ved nedre ende av et overfordypet bekken innenfor den nåværende strandlinje. Breelvene førte med seg store mengder materiale som ble akkumulert i havet. På figuren ser vi Eidfjord-vatnet, som nå ligger 19 m o. h., i bakgrunnen. Terrassen er bredest like nedenfor vannet, i sin proksimale del, og fyller her nesten hele dalbunnen. Elva har skåret seg ned i terrassen her, men den har ikke nådd ned på fast fjell. Framover mot havet smalner terrassen noe av. Skråningen mot elva står i rasvinkel, bortsett fra nær elvas nedre parti. Terrassens overflate er noe bølgete, men skråner jevnt utover mot elva, fra ca. 112 m o. h. inne ved fjellet til 100—102 m o. h. ved kanten av rasskråningen. På motsatt side av elva finnes det en rekke lavere terrassenivåer. Hele dalføret fra Eidfjord-vatnet og ned til havet har vært fylt av grus- og sandmasser opptil over 100 m o. h. Den mektige terrassen er således bare en erosjonsrest.

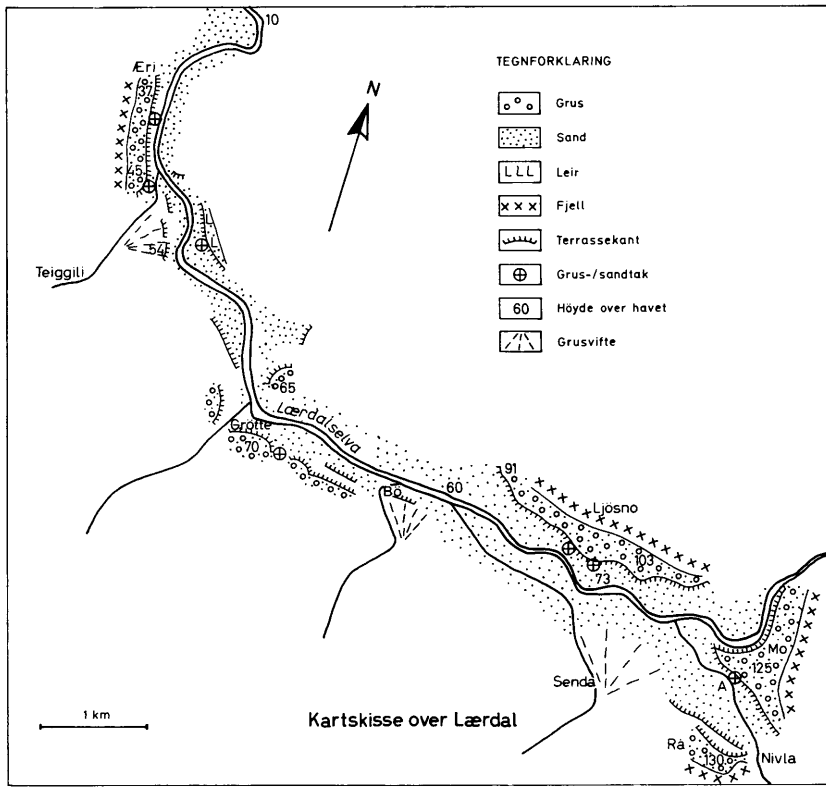


Fig. 12. Kartskisse over grusforekomster i Lærdal.
Sketch-map of the gravel deposits in Lærdal.

Materialtypen i Eidfjord-avsetningen er overveiende glasifluvial grus og sand.

Foruten det omtalte øverste terassenivå fins det i Etne flere lavere.

Lærdal

Lærdal er eksempel på en daltype som vi finner mange steder ved endene av de store vestnorske fjordene. Likevel bør det framheves at dalbunnens gradient er meget liten (litt over 1/250) for denne daltypen å være. I Lærdal inntreffer kombinasjonen slakt skrånende dalbunn og stor isostatisk heving i senglasial tid. Sjøen nådde dermed langt oppover dalen da isen smeltet og isfronten trakk seg tilbake. Det er bakgrunnen for at vi nå finner en meget stor marin israndavsetning bortimot 2 mil fra sjøen, i området der Lærdalselva og Nivla møtes, se fig. 12.

Israndavsetningen består først og fremst av to terrasser som er svært dominerende i dalbunnens morfologi. Den ene, ved Ljøsno, er bortimot 200 m bred på det bredeste og strekker seg over 2 km langs fjellsiden nedover på dalens nordside. Med en gjennomsnittsmektighet på ca. 30 m betyr dette at det her ligger bortimot 10 mill. m^3 masse. Terrassen ved Mo er noe mindre i utstrekning, men mektigheten er omlag den samme, så også her fins det svære mengder materiale. I et større snitt ved A på fig. 12 viser det seg å være store partier med morenestruktur, men materialtypen har likevel alt overveiende et klart glasifluvialt preg. I Ljøsnoterrassen, der det fins flere grus- og sandtak som gir gode snitt, er materialet glasifluvialt.

I dalføret er det ellers betydelige forekomster av grus og sand i Råområdet, og dessuten på dalens sydside i strøket Bø—Grøtte og mellom Æri gard og der elva Teiggili munner ut i Lærdalen. Disse forekomstene er langt mindre enn avsetningene ved Mo og Ljøsno, men store nok til at de har økonomisk betydning.

Nedenfor Æri er dalbunnen fylt av postglasial elveslette som når like over elvas nivå. Det samme gjelder dalbunnen i nærheten av elva fra Æri og oppover. I Lærdalen litt ovenfor Mo er det mindre, forholdsvis lave terrasser, som bare når ca. 5 m over dalbunnen her. Overflaten på disse terrassene er ca. 130 m o. h.

Fra dette området og oppover mot Borgund er dalsidene dekket av rasmateriale, der det ikke er bart fjell. Bare et par steder er det såpass bred elveslette at det danner grunnlag for gardsbruk. Det er mest sannsynlig at de omtalte, små terrassene i Lærdalen like ovenfor Mo er erosjonsrester etter en noe større dalfylling og at havet ikke har nådd hit inn. Derimot er terrassene ved Mo og Ljøsno marine avsetninger. Terrassen ved Ljøsno når ca. 103 m o. h. i den østlige delen, mens terrassen ved Mo ligger 125 m o. h.

Den høyeste terrasseflaten her er imidlertid ved Rå, der overflaten ligger ca. 130 m o. h. Dette skulle representere den marine grense i Lærdal. Bunnforholdene i fjorden utenfor Lærdalsøyri tyder på at isen her hadde en stabil kalvingsfront med en markert stans i tilbaketrekningen. Sannsynligvis trakk isfronten seg relativt raskt tilbake til Mo-området, der den ble liggende i en lengre periode, slik at avsetningen nedover i dalen fikk karakter av en sandurdelta-avsetning. De svære terrassene ved Mo og Ljøsno er således erosjonsrester etter denne dalfyllingen.

Fig. 13. Randavsetningene i Skjolden. Fotografiet er tatt mot NØ. I forgrunnen midt på bildet sees Eideavsetningen som demmer Eidsvatnet. I forgrunnen til venstre ligger Bolstadavsetningen tvers over Mørkrisdalen ca. 300 m fra fjorden. Bare munningen av dette dalføret er med på bildet. I bakgrunnen til høyre sees Fanaråken.
Ice-margin deposits at Skjolden: photograph taken looking N. E. The Eide deposits, which dam the lake Eidsvatn, are in the middle foreground. To the left across Mørkrisdalen and ca. 300 m from the fjord are the Bolstad deposits. Only the lowermost part of the valley of Mørkrisdalen is shown in the photograph. Fanaråken is prominent in the background to the right.

Skjolden

Når det gjelder israndavsetningene i Skjolden har Tore Vorren gitt følgende beskrivelse:

I Skjolden er der to randavsetninger, Bolstadavsetningen og Eideavsetningen, dannet av breer fra henholdsvis Mørkrisdalen i nord og Fortundalen i øst (fig. 13).

Eideavsetningen har en overflateform som minner om en sadel med bredde på 500 m og høyde på 15—20 m o. h. i midten, stigende til vel 60 m o. h. i nord og til 100 m o. h. i syd. Her er det en svakt østoverhellende flate som danner dens øvre begrensning. Det 34 m dype Eidsvatnet med overflate 3 m o. h. er oppdemt av avsetningen.

Materialet i Eideavsetningen er av en kompleks natur. Primært er der avsatt submarint morenemateriale i syd og glasifluvialt materiale i nord. Dette viser at breelvene har vært konsentrert til dalmunningens nordside.

Det glasifluviale materialet er godt sortert og består av sand- og gruslag med spredte blokker. Lagene faller opptil 35° mot vest og nordvest.

Morenematerialet inneholder alle kornstørrelser og opptil 40 % av materialet mindre enn 20 mm består av mo.

Kvalitativt inneholder sedimentene vesentlig glimmerskifer, metasandstein (valdressparagmitter) og jotuneruptiver. Glimmerskiferen gjør seg særlig gjeldende i de mindre kornfraksjonene, mens metasandsteinene og jotuneruptivene dominerer i blokkfraksjonen.

Etter at isfronten trakk seg tilbake ble avsetningen utsatt for marine prosesser. Dette kommer til uttrykk i at der flere steder i lavere nivåer er horisonale marint utvaskete lag av grus, sand, mo og mjele. I et par av disse er der funnet rester av molluskskall, hovedsakelig boreale arter. Før disse lagene ble sedimentert har der imidlertid foregått en kraftig marin abrasjon som har gitt avsetningen dens endelige form. En indikasjon om styrken på den marine abrasjon gir de tidligere angulære morene-blokkene som nå finnes igjen godt rundete i distalsidens sydlige del.

Bolstadavsetningen har en lignende genese som Eideavsetningen. Den sekundære utforming har imidlertid her vesentlig vært fluvial erosjon. Ellers er det den forskjell at materialet i Bolstadavsetningen hovedsakelig stammer fra gneiser og gneisgranitter (tilhørende det nordvestlige basal-gneisområde).

Mjølsvik

Mjølsvikelvas dal som munner ut i Sognefjorden ved Mjølsvik, er hengende vel 1 km syd for fjorden, fig. 14. I senglasial tid nådde havet inntil denne terskelen.

Utenfor den nåværende strandlinje skråner bunnen igjen sterkt utover og ved munningen av Mjølsvikbukten er dybden over 500 m. Herfra går det meget bratt ned til 12—1300 m.

Det går fram av det skjematiske lengdeprofilet på figuren at havnivåene står i et nærmest ideelt forhold til dalbunnens lengdeprofil med tanke på akkumulasjon av nyttbart smeltevanns-transportert materiale.

Lignende situasjoner har vi mange steder i Vest-Norge der relativt bratte sidedaler munner ut i fjordene. Det medfører da en konsentrert akkumulasjon av glasifluvialt materiale. Er sidedalen for bratt i den sonen havet har fluktuert, medførte det at mesteparten av materialet ble ført ut i fjorden. En slik situasjon kunne vi tenke oss på en lokalitet som Mjølsvik, dersom nåværende havnivå og senglasial havstand var forskjøvet 100 m eller mer nedover sammenlignet med de faktiske forhold.

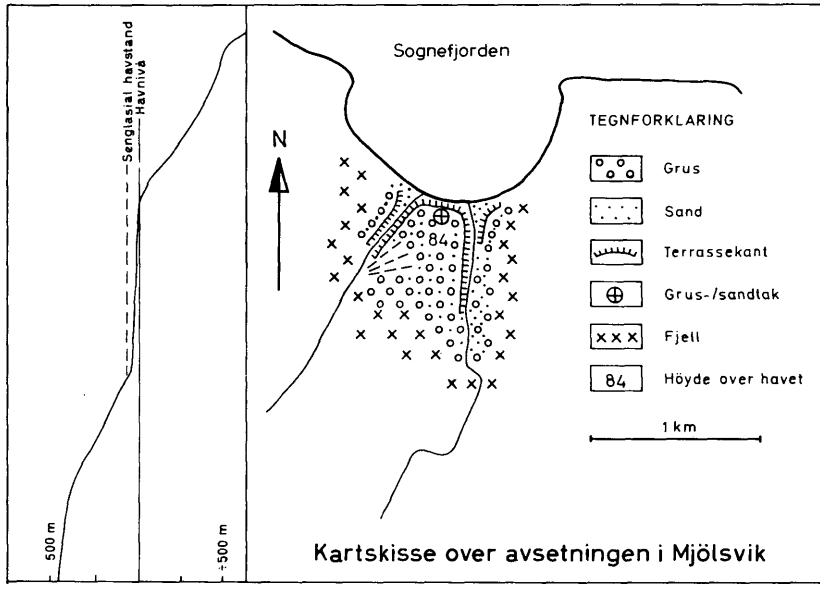


Fig. 14. Kartskisse over grusforekomster i Mjølsvik.
Sketch-map of the gravel deposits in Mjølsvik.

Avsetningen i Mjølsvik når i framkant bortimot 80 m o. h. og i bakkant ca. 95 m o. h. Den marine grense antas å ligge i underkant av 90 m o. h. I terrassens framkant er det nå et meget stort sandtak for uttak av støpesand. Snittet her viser at der er leire i avsetningens nedre deler helt opp til 20—30 m o. h. Over leira følger sand og grus i veksling, og i overflaten rullestein og grus. Steinmengden og størrelsene øker innover terrassen. Den relativt markerte overgangen mellom leire og grovere materiale tyder på at isfronten her rykket fram fra syd nedover Mjølsvikelvas dal etter at leira ble avsatt. I den perioden resten av materialet ble akkumulert har brefronten trolig ligget i området like ovenfor terskelen.

Furnes, Bygstad

På østsiden av Gaula, mellom denne og sideelven som fra NØ løper ut i Gaula ved Åmot, ligger en mektig terrasse inntil fjellet, jfr. fig. 15. Terrasseflaten er nokså horisontal i høyde ca. 58 m o. h. og terrassens kanter står i rasvinkel. Terrassen er oppbygd av glasifluvialt materiale, og i et stort grustak viser lagene jevnt over fall i østlig retning. Dette tyder på transport ned Gaula-dalføret. Materialet er for det meste sand og

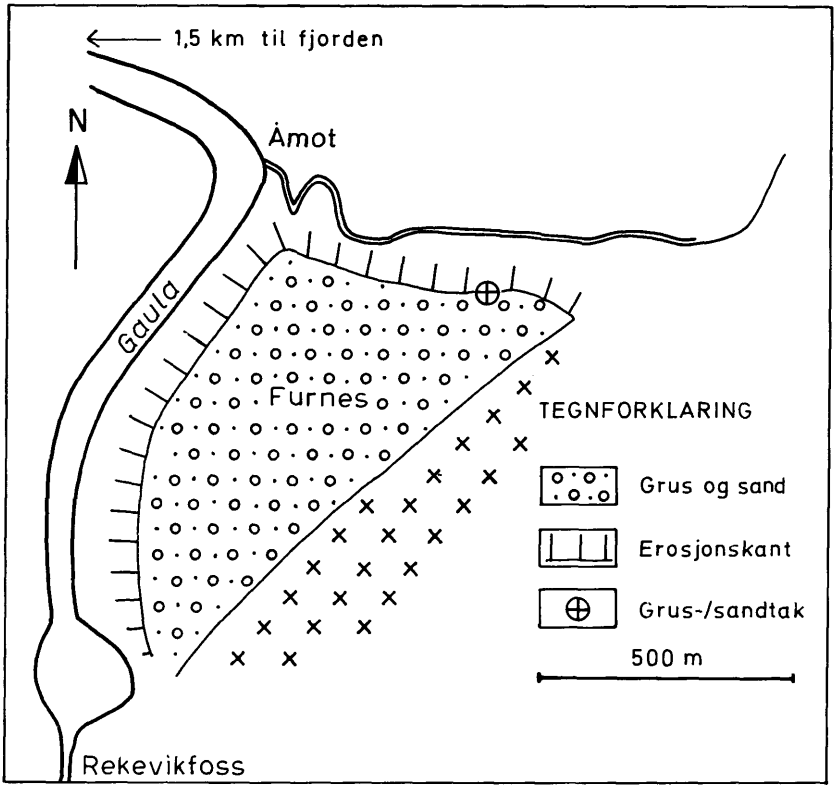


Fig. 15. Terrasse ved Furnes.
The terrace at Furnes.

rullesteinsgrus, og det er meget lite stein på hodestørrelse og større å se i grustaket. Det fins også endel lommer av finsand og silt i terrassen, men dette innslaget er forholdsvis beskjedent. Den omtalte sideelven løper over et amfibolittdrag litt ovenfor Furnes, men steintellinger viser bare spor av amfibolitt i avsetningen. I Gauldalføret er bergartene overveiende gneiser, granitter og kvartsitter. Dette gjenspeiles i sandens mineralinnhold, som nesten bare er kvarts og feltspat. I grus- og steinfraksjonen fins det i tillegg endel glimmerskifer og gneisglimmerskifer, som tildels er kraftig forvitret og knuses lett. Med tanke på støpesand skulle dette imidlertid ikke representere noen kvalitetsforringelse av betydning.

Det er sannsynlig at brefronten lå i området ved Rekevikfossen da terrassen ble oppbygd. Hele dalen i Furnesområdet ble oppfylt av smeltevannstransportert materiale som ble akkumulert i havet. Det meste av

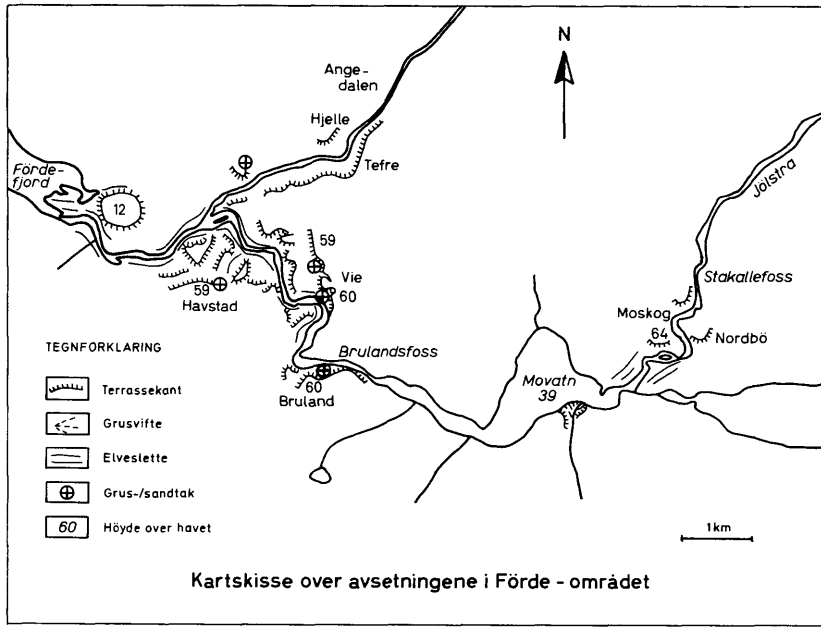


Fig. 16. Kartskisse over avsetningene i Førdeområdet.
Sketch-map of the various deposits and terraces in the Førde area.

dette er imidlertid senere fjernet av Gaula. Terrassen ved Furnes er således en erosjonsrest som er blitt stående igjen p. g. a. sin beliggenhet i lé for fjellnesset som terrassen nå ligger inn mot. Overflatens høyde, ca. 58 m o. h., representerer den marine grense i området.

Førde i Sunnfjord

Sett i lengdeprofil skråner dalbunnen i Jølstras dal stort sett jevnt fra Jølstravatnet til Førdefjorden, men to steder er det betydelige terskler som gir lengdeprofilet trappetrinnsform. Det er Stakallefossen ovenfor Movatnet, der dalbunnens høyde er vel 60 m o. h. nedenfor fossen og noe over 95 m o. h. umiddelbart ovenfor fossen, og Brulandsfossen like nedenfor Movatnet, der trinnet går fra 12—14 m o. h. til ca. 38 m o. h., jfr. fig. 16.

Den marine grense i området ved Moskog befinner seg omkring 65 m o. h. Det betyr at havet i en periode nådde inn til Stakallefossen, og i denne relativt grunne fjordarmen ble glasifluvialt materiale akkumulert. I dette området fins det nå et par terrasser ved Moskog og Nordbø som

hovedsakelig består av glasifluvial sand og grus, og som når opp til ca. 64 m o. h. Mellom disse terrassene og Stakallefossen ligger det en større ansamling av glasifluvialt materiale. Et stort grustak viser at materialtypen er vanntransportert sand, grus og rullestein med relativt flattliggende hovedlag. Det opptrer tildels store blokker i denne avsetningen som ved grustaket har en toppflate ca. 75 m o. h., altså betydelig over marin grense. Overflaten er stort sett jevn og slett, men noe småkupert enkelte steder og den skråner jevnt nedover mot de nevnte terrassene. De avsetningene som her er omtalt har trolig vært sammenhengende. De to terrassene representerer erosjonsrester av materiale avsatt submarint.

Avsetningen nærmest fossen er trolig en sandurflate som danner overflatelagene i et sandurdelta.

Avsetningene i dette området er altså rester av et sandurdelta som fylte området fra Stakallefossen og nedover mot Movatnet. Mektigheten, særlig av den submarine delen, er forholdsvis beskjeden p. g. a. den vesle høydeforskjellen på marin grense og den faste dalbunn i området her.

I området ved Vie og Bruland er den marine grense ca. 60 m o. h. Elvas nåværende høyde er her omkring 10 m o. h. I dette området er det både en markert terskel i dalbunnen (Brulandsfossen) og en sterk innsnevring i dalen. Begge disse forhold medvirket sterkt til at isfronten holdt stand her over et lengre tidsrom. En høydeforskjell på minst 50 m mellom MG og dalbunnen betydde videre at forholdene lå til rette for akkumulasjon av store mengder glasifluvialt materiale. Fjordbunnen ble oppfylt av en mektig israndavsetning, et breelvdelta. De mektige terrassene ved Vie og Bruland, og den i utstrekning noe mindre terrassen ved Havstad, er nå de eneste primærrester etter det gamle breelvdeltaet. I postglasial tid har Jølstra strømmet gjennom de tidligere avsetninger og det vekkførte materiale finnes igjen i lavereliggende akkumulasjonsterrasser videre nedover i dalen. Jølstras deltaavsetninger kan således følges fra den marine grense og ned til den nåværende strandsone, men det er et nivå 12—14 m o. h. i tillegg til det høyeste på ca. 60 m o. h., som er særlig framtredende.

Den mektige terrassen ved Vie har en meget nær horisontal overflate over store områder, men skråner gjennomgående svakt mot vest. Terrassens overflate ligger gjennomsnittlig ca. 60 m o. h. Elvens høyde i området her er ca. 10 m, og det betyr at terrassens mektighet er av størrelsesorden bortimot 50 m. Terrassens framskråning står stort sett i rasvinkel. I terrassen er det svære grustak. Snittet nærmest Vieskaret viser at materialtypen alt overveiende er grus. Innslaget av stein er betydelig, og i de nedre deler fins det også lag av sand og mo i veksling med gruslag. I snitt 100—200

m mer distalt i avsetningen er kornstørrelsen jevnt over mindre. Grus dominerer i de øvre ca. 10 m, sand i de neste 30 m og nederst er det dominans av fraksjonene mo, mjele og leir.

I Angedalen ligger det store terrasser ved Hjelle og Tefre. Begge terrassene når ca. 60 m o. h. ved framre kant og ca. 61 m o. h. ved bakre kant. Videre SV-over mot Førdedalen er det en rekke lavere terrasser som tilsvarer lavere havstander.

De store terrassene ved Vie, Bruland og Havstad i Førdedalen og ved Hjelle og Tefre i Angedalen vitner om hvordan havet fulgte etter den vikende isfronten. I Angedalen nådde ikke havet lenger enn til Hjelle og Tefre i senglasial tid. Terrassene her representerer altså den marine grense. Isfronten lå NØ for området Tefre—Hjelle i Angedalen samtidig som den lå i området SV for Kletten i Førdedalen.

Sandane

Ved Vassenden, jfr. fig. 17, er det svære mengder glasifluvial grus og sand. Umiddelbart vest for Vassenden ligger store undulerende furumoer i høyde 73—75 m o. h. Et snitt i østkanten av den svære terrassen viser grovt rullesteinsmateriale med blokker med lengste akse opptil 50 cm i de øverste 3—4 m. Lenger nede er det hovedsakelig grus. Moreneinnleiringer var ikke å se, trass i at en her må være i nærheten av proksimalkanten på et randdelta. M. a. tre grytehull like ved terrassens østende vitner om det. Akkurat her er dalen kraftig innsnevret, og det ligger dessuten en fjellterskel ved Breimsvatnbassengets vestende. Forholdene skulle således ligge godt til rette for en stans i isfrontens tilbaketrekning her. I terrasseflaten er det et par vestgående elverenner som senker seg omlag 1 m i forhold til omgivelsene, og som er opptil 20 m brede. Rennene forsvinner distalt på terrassen ca. 73 m o. h. Den marine grense i området ved Vassenden er vel 73 m o. h.

I området mellom Vassenden og Kleivedam ligger det flere terrasser, m. a. en like NV for den omtalte Vassenden-terrassen. De øvre lagene er horisontale og består ved SØ-enden av rullestein opptil hodestørrelse. Lenger nede skråner lagene ca. 25° mot VNV. Materialet er stort sett grovt, og grus med eggstor og nevestor rullestein ser ut til å dominere. I terrassens NV-ende, omlag 100 m fra det første snittet er materialet noe finere.

Også ved Kleivedam ville det være et naturlig oppholdssted for brefronten idet en fjellterskel ligger her. Kleivedam-terrassen fyller dalen fra fjellknausen til dalsiden i nord. Terrasseflatens høyde er ca. 73 m o. h. ved

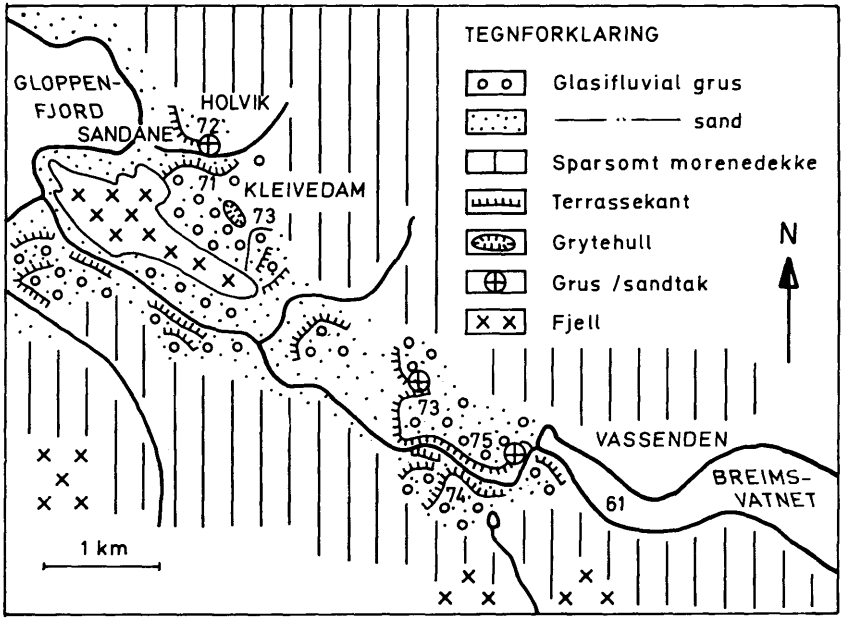


Fig. 17. Kartskisse over området Vassenden—Gloppenfjord.
Sketch-map of the Vassenden—Gloppenfjord area.

bakre kant og 70—71 m o. h. ved framre kant. Omlag midt på flaten ligger en svær grytehullforsenkning som er over 300 m lang, 100 m bred og opptil 15 m dyp. Det er ingen snitt i Kleivedam-terrassen. Holvik-terrassen er oppbygd av glasifluvial grus og sand, med en del rullestein. Denne avsetningen er akkumulert i sammenheng med avsetningen ved Kleivedam, og utgjør således en del av et isranddelta. Både her og ved Vassenden må en regne med at deltaene har strukket seg lenger framover i dalen enn de gjør nå. I området syd for fjellterskelen, der elva fra Breimsvatnet munner ut i fjorden, har det ligget et tilsvarende randdelta som det ved Kleivedam. Den senere utvikling medførte at sjansene var langt mindre for å få bevart primæravsetningene her. Et par mindre rester står imidlertid igjen, i tillegg til en rekke lavereliggende terrasser.

Da isfronten trakk seg bakover fra Kleivedam-området, var det mulighet for dannelse av en ferskvannssjø mellom isen og israndavsetningens proksimalkant. Men smeltevannet måtte skaffe seg avløp, og det skjedde i den del av dalen der elva går nå. Det var således her havet trengte inn, og bassenget innenfor randavsetningen ble en havarm med brakt vann.

Neste stans i brefrontens tilbaketrekning inntraff så ved Vassenden hvor vi fikk en ny randavsetning. I området mellom disse randavsetningene finner en grytehull, myrområder og finkornig materiale som skriver seg fra sekundært utskylte masser.

Romsdalen

I området fra Lesjaskogsvatnet og NV-over til Bjorli—Stuguflåten er dalbunnen meget vid og temmelig flat. Fjell stikker her og der opp i dagen og dalsidene er stort sett dekket av morenemateriale. I hoveddalen, like SV for Brøstdalens munning, er et mindre område med glasifluvial grus med mektighet et par meter. Videre NV-over mot Verma—Ormhaug-området blir dalsidene stadig brattere mot en smal dalbunn. Et stykke oppe i liene ligger det likevel gardsbruk på morenejord, særlig på dalens nordside. Herfra og nedover dalen blir dalsidene for bratte til at jordbruk kan drives, men samtidig blir selve dalbunnen videre, og ved Flatmark er det, som navnet antyder, åpen og flat elveslette. Fra området like nedenfor Flatmark og 3—4 km nedover er dalbunnen oppfylt av kjempemessig ur av svære blokker, jfr. fig. 18.

Et par steder har avsetningen ryggform, således ved dens øvre begrensning ved Flaten. Denne ryggen viser i snitt lagdelt grus, mens den altså i overflaten er oversådd av tildels kjempesvære blokker. Rauma demmes et par steder av slike rygger, slik at det dannes mindre vann. Blokkopphopningene er for en vesentlig del konsentrert mer eller mindre midt etter dalen, adskilt fra dalsidene. Blokkene må være rast ned på dalbreen ovenfor dette området og fraktet hit. Avsetningen kan i prinsippet tolkes som en israndavsetning der grus og finere materiale for en stor del er vasket vekk i det smale dalføret.

Lenger nede i dalen ligger det ved Horgheim en stor avsetning inntil dalsiden. Overflaten har nærmest kjegleform med en viss utflatning i 90—100 m høyde over havet. Elva ligger her ca. 60 m o. h. Avsetningen er således av betydelig mektighet og størrelse. Snitt viser nærmest horisontale lag av glasifluvial grus og sand, som egner seg meget godt til støpesand og veigrus. En lignende avsetning ligger på andre siden av dalen 2—3 km lenger nede. Her er overflaten oversådd med blokker. Snitt fantes ikke, men sannsynligvis vil man finne tilsvarende materiale her.

Mellom Flatmark og Sogge fins det ellers en del mer eller mindre lavtliggende terrasser, men trolig er det svært få av disse avsetningene som har vesentlig økonomisk betydning, iallfall med tanke på støpesand og veigrus. På skissen er dessuten tatt med endel framtredende raskjegler.

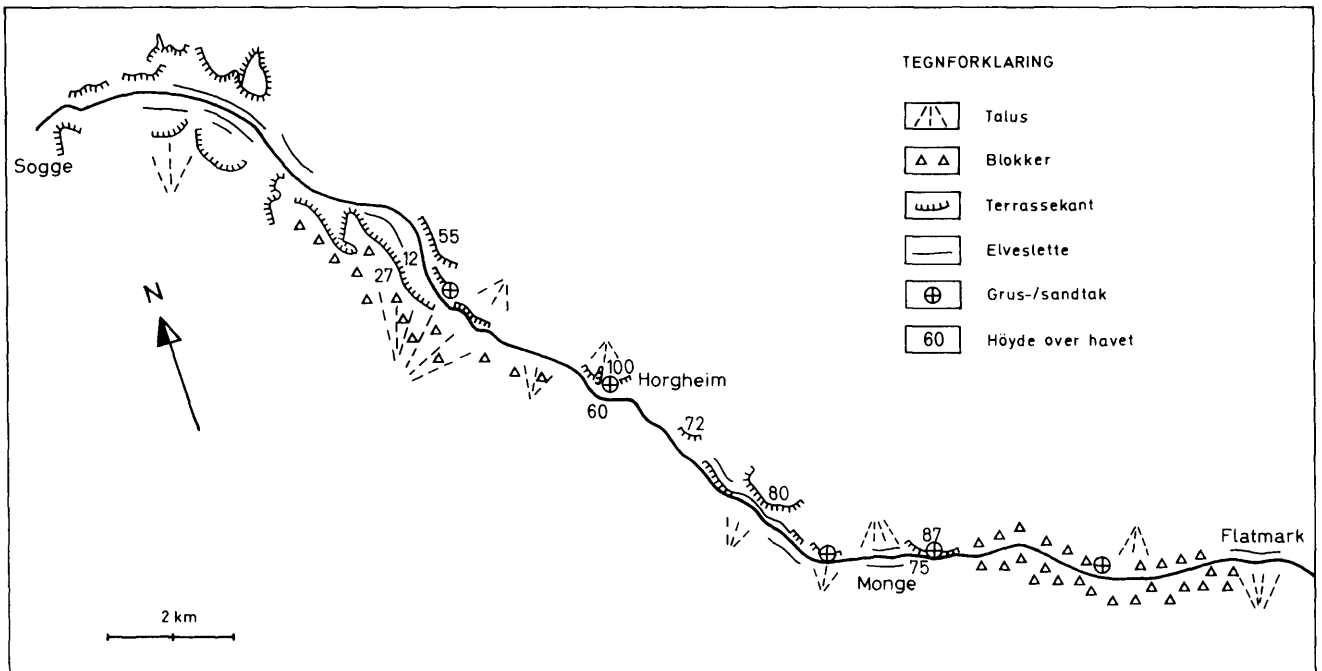


Fig. 18. Kartskisse over Romsdalen mellom Flatmark og Sogge.
Sketch-map of the area between Flatmark and Sogge in Romsdalen.

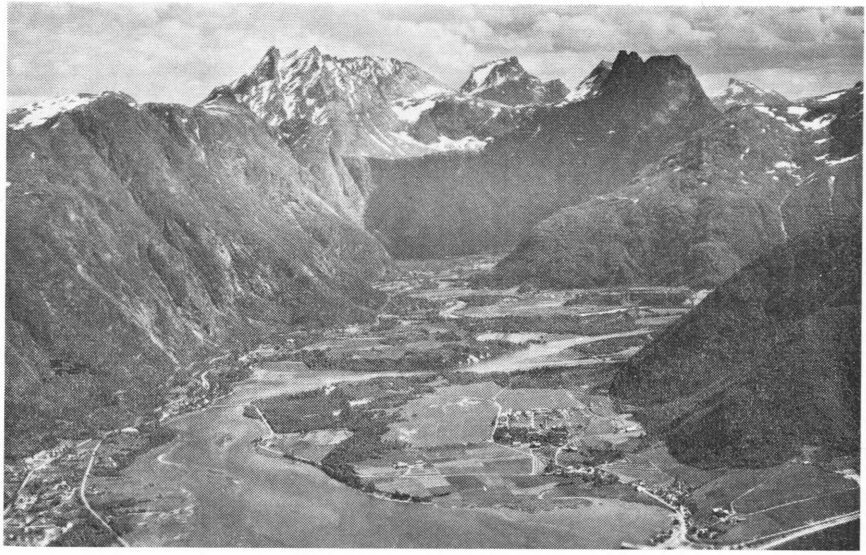


Fig. 19. Nedre del av Romsdalen. Veblungsnes i nederste, høyre hjørne. I nederste, venstre hjørne sees litt av tettbebyggelsen på Åndalsnes. Ved dalinnsnevringen midt på bildet ligger Sogge, og midt på bildet til høyre munner Isterdalen ut i Romsdalen. De kjempestore terrassene ved Isterdalens munning er ikke med på bildet. Soggemoen midt på bildet til høyre (foran dalneset). Setnesmoen i forgrunnen omlag midt på bildet. *The lower part of Romsdalen. Veblungsnes at lower right; part of Åndalsnes lower left. Sogge lies in the narrow part of the main valley in the centre of the picture. The lowermost part of Isterdalen is seen to right of centre. Soggemoen is the flat area at the confluence of the two valleys. The flat area in the centre foreground is Setnesmoen.*

Ved munningen av Romsdalen ligger det en stor ryggformet randavsetning ved Veblungsnes, fig. 19. En tilsvarende, men mye lavere tange ligger ved Åndalsnes på andre siden av fjorden. Den er ikke med på fotografiet, men ligger umiddelbart utenfor billedkanten til venstre. Ryggen ved Veblungsnes består av glasifluvial grus og sand, som egner seg utmerket til støpesand, både når det gjelder kornfordeling og mineralinnhold.

Løsmassene i nedre del av Romsdalen mellom Veblungsnes og Sogge, og ved munningen av Isterdalen, består av finsand, silt og leire. Dette gjelder også de kjempemessige bortimot 40 m høye terrassene som praktisk talt fyller hele Isterdalens munning, og den ca. 47 m høye Soggemoen.

Setnesmoen har en bølgende, temmelig horisontal overflate ca. 36 m o. h. I overflaten her er det en hel rekke flygesandsdyner.

C. EKSEMPLER PÅ GRUSTAKENES LAGFØLGE I DET HEVETE MARINE OMRÅDE

1. Aktive breers morener vasket og sortert av bølgeslag og strøm.

J. H. L. Vogt (1881) var blant de første geologer som erkjente ramorenenes avsetning under vann, og hevdet at skiktningen er et almindelig utbredt trekk i deres bygning. Efter en stipendiereise 1880 beskrev han sine iakttagelser i en innberetning til Det akademiske kollegium, trykt i Christiania Videnskabsselskabs Forhandlinger, om snitt gjennom morener han hadde sett, fremkommet ved Smålensbanens anlegg. Lignende sorterte lag omtaler han også fra morener i Oslodalen, og fra Sandedalen langs jernbanen fra Drammen til Holmestrand, likesom han gjør oppmerksom på at Th. Kjerulf og den svenske geolog L. Holmstrøm tidligere hadde omtalt «en hel del» morener som skiktete.

Så vel i raene som i de indre morenerekker ligger tallrike grustak med sortert og lagdelt materiale. Hvor breelvløp har krysset raene kan normal deltaskiktning forekomme fra innerst til ytterst i morenene. Som eksempel herpå kan nevnes Numedalslågens gjennomskjæring av raet ved Åbufoss i Hedrum. Alminneligere er det å finne at bølgeslag under landhevningen har vasket ut og sortert materiale av morenens rygg og avsatt det på ny, enten på vollens distale eller på dens proksimale side.

Fig. 20 viser et snitt gjennom raet efter et elvebrudd i 1930 ved Åbufoss. Her gjennomskjærer Laugen raet på skrå hvor det er sannsynlig at et større breelvløp avsatte et delta i ralinjen. Raets overflate er bestrødd med blokker. Oventil i det 20 m høye snitt ligger stenførende grus i et flatt fallende lag av et par meters tykkelse, ellers består den øverste halvdel av profilet av lagdelt sand. I den nederste halvdel veksler leirlag med gruslinser og med spredte blokker. Stenene i fotografiets forgrunn er den forlatte elveseng, som er et par meter tykk. Elvens nye løp går fra venstre mot høyre innunder melfoten på fotografiet. Sonderingsboringer

Fig. 20. Raets lagdeling i elvebrudd ved Åbufoss 1931.
Stratification in the moraine at Åbufoss, 1931.

og prøvegravninger i elvekanten, som Vassdragsvesenet lot utføre, viste hårdt, finkornig materiale så dypt som undersøkelsene gikk, til 3 á 4 m under elvenivået, uten at berggrunn eller store blokker ble påvist.

I morenekjernen er som regel materialet dårlig sortert. De beste grustak ligger alminneligvis i bølgeslagets utvaskningssone på morenens sider.

I sin hovedoppgave i fysisk geografi 1948 har Elias M. Mevang omtalt mektige forekomster flyttet av bølgeslag fra det ytre ra nord for Borge Varde (referert i Del I s. 134). Her lå flere sandtak i høyder mellom 58 og 93 m o. h. med sandlag fallende mot nord. Under landhevningen førte bølgeslaget først morenens fineste fraksjoner til nytt leiested. Eftersom vanndybden avtok fulgte grovere korn. I ett av sandtakene bestod de underste 7 m av fin, stenfri sand med enkelte leirholdige striper. I de neste 5 m var materialet grovere, og øverst lå et topplag av stenførende grus, et par meter tykt, i vannrett leie. På morenens opprinnelige plass lå der enkelte steder bare igjen noen få store blokker så tunge, at bølgeslaget ikke hadde kunnet flytte dem.

En sådan omleiring er iakttatt mange steder. Det store grustak i raet nær Kalnes Landbruksskole ble drevet på lag omleiret og flyttet fra raet til dets innside. Grustaket, som ligger ca. 6 km nordvest for Sarpsborg,

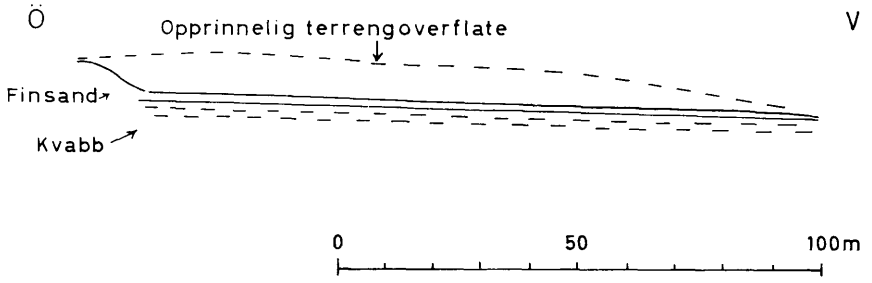


Fig. 21. Grustak ved Jareteigen mellom Adal og Barkåker, Vestfold.
Gravel pit at Jareteigen between Adal and Barkåker, Vestfold.

leverte i 30-årene store grusmengder til Veivesenet. I 1937 ble drevet på skråttstilte lag med fall mot nord og med kornstørrelser vekslende mellom grov rullestensgrus og sand. Tykkelsen av laget med veigrus varierte fra 8 til 12 m. Under veigruset lå en ganske grov, skjellførende sand, mindreverdig som veigrus, blottet over et areal større enn 3 dekar. Dette lags mektighet kunne være opp til 6 m. Det hvilte på leir. Tilsammen var der således her en mektighet på 16—18 m av utskyllet materiale fra raet. Olaf Holtedahl beskriver forekomsten således (1953, s. 651): «Grusmassen ligger som en mot syd avsmalnende tange på nordsiden (i le) av fjellpartiet Brattåsen, flyttet nordover av bølger som under en periode av landets hevningstid har skyllet grus og sand avsted. Av særlig interesse er det, at vi i strøket nordvest og sydøst for den nevnte bergmasse finner mengder av svære blokker, på nordsiden i en tydelig rygg. Det er dette materiale (som sjøen ikke har maktet å flytte) og ikke den nordvendte grustange som representerer den primære ra-avsetning.»

Fra jernbanegeolog Fredr. Huseby har forfatteren mottatt de to følgende beskrivelser av grustak knyttet til de aktive breers morener i Oslo-feltet, Jareteigen og Åshaugen.

Jareteigen

På innsiden av raet mellom Adal og Barkåker stasjoner nord for Tønsberg ligger et uttømt og nedlagt grustak tilhørende jernbanen. Bunnen av grustaket, hvor det nu er dyrket mark, ligger 85—90 m o. h. mens opprinnelig terreng sannsynligvis har ligget 5 m høyere. For å undersøke hvad slags masser som finnes under grustakets bunn ble der i 1960 skovlboret en rekke steder for å ta opp prøver. Det viste seg da, at der overalt var et ca. 1 m mektig lag med enssortert sand og finsand over kvabb. Forholdene er vist på fig. 21 med opprinnelig terrengprofil inntegnet.

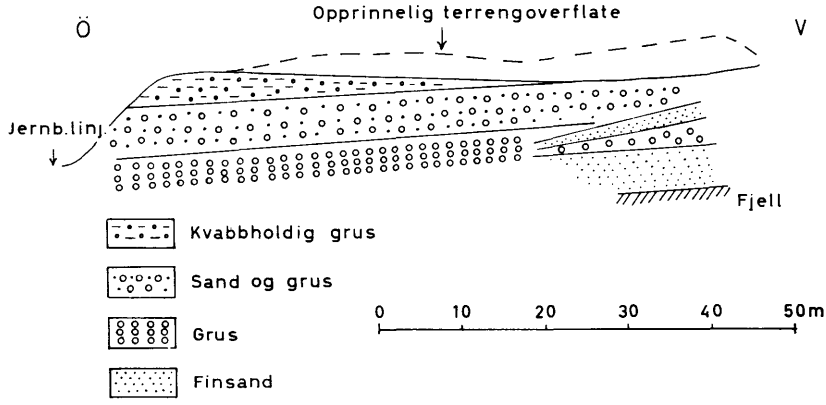


Fig. 22. Åshaugen grustak, Sande st. i Vestfold.
Åshaugen gravel pit, Sande st. in Vestfold.

I grusgropen må der ha vært en lomme med sand og grus som er blitt avbygget ned til finsandlaget, tatt ut til bruk for jernbanen. Det er rimelig å anta at raet i området forøvrig består av relativt finkornig materiale siden nye grustak ikke er åpnet i nærheten.

Åshaugen

Ca. 2 km nord for Sande stasjon i Vestfold ligger den såkalte Sanderyggen på tvers av dalen i retning VNV—OSO. Den ligger ca. 45—50 m o. h. og er antagelig å oppfatte som samtidig med Svelvik- og Storsandtrinnet på vestsiden av Oslofjorden. På vestsiden av Sanderyggen har jernbanen et nedlagt grustak hvor det i 1934 ble gjort en del undersøkelser. Et skjematisert profil omtrent i ryggens lengderetning er gjengitt på fig. 22. I overflaten lengst øst er der svakt leirholdig eller kvabbholdig grus over vekslende lag av sand og grus. Lengst vest i profilet hviler et 5 m mektig lag av sortert finsand direkte på fjellgrunn. Sand- og gruslagene heller svakt mot syd. Mesteparten av materialet er relativt dårlig sortert, og kan betegnes som grusholdig sand med vekslende mengder finsand. Det virker som om materialet i Sanderyggen er raskt sammenskyllet.

Det skjematiserte profil av Åsmorenen har K. O. Bjørlykke tegnet (1914, s. 6). I beskrivelsen av snittet heter det, at arcaleiret opprinnelig var avsatt over morenen, men under landets stigning ble leiret skyllet bort sammen med en del av morenematerialet i toppen og ført utover til sidene, hvor det ble avsatt over det tidligere sedimenterte leir. Inne i

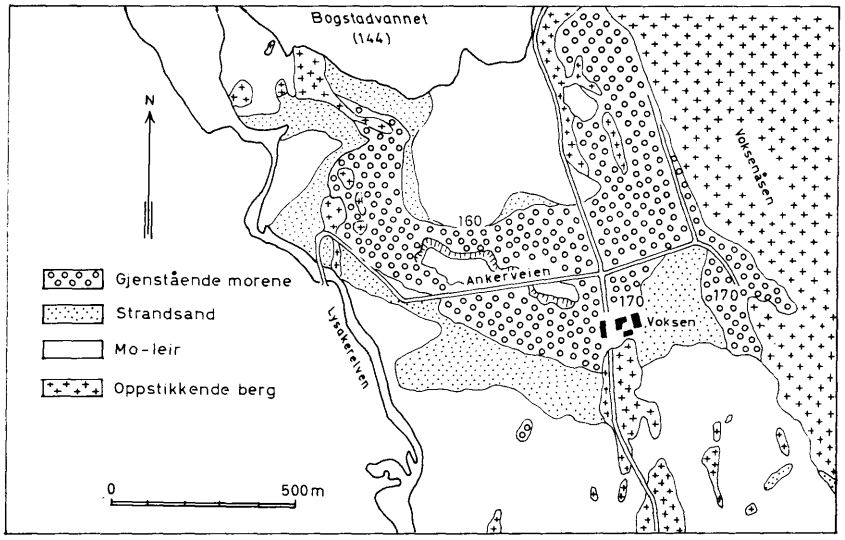


Fig. 23. Kartskisse over Bogstadmorenen.
Sketch-map of the Bogstad moraine.

morenen forekommer sammenpressete partier av havleir, skriver Bjørlykke (1930, s. 16). Det er derfor sannsynlig, at isranden under dette morenetrinn har gjort et mindre fremstøt og derunder rotet opp løsmaterialet på bunnen, og avsatt det sammen med det materiale isen selv brakte med seg foran iskanten som en morenerygg.

De siste fremstøtsmorener avsatt under aktiv isbevegelse i Oslofeltet, Akerstrinnets, er morenene foran Bogstadvannet, Sognsvannet, Maridalsvannet og den sistnevnte morenes fortsettelse over Linderud—Ballerud. Til Akerstrinnets morenerekke regnet W. C. Brøgger også Eggemorenen i Lierdalen og Ryggkollen mellom Drammen og Hokksund.

Akerstrinnet er på langt nær sammenhengende. Det antas, at på denne tid var isbarrieren som vi kjenner den fra det store ra, oppdelt i bretunger, hvis utløpere tømte sine breelver hvor de nådde ned til den tids fjordarmer.

Den høyde morenene i Akerstrinnet når opp til er meget forskjellig. Maridalsmorenen når ved Grefsen (Olaf Holtedahl 1953, s. 661) til 218 m o. h., Bogstadmorenen efter forfatterens kartlegging til 170 m. o. h., mens Eggemorenens høyeste rygg på kartblad Lier er angitt til 113 m o. h. og Ryggemorenen (blad Eiker) bærer høydetallet 68 m o. h.

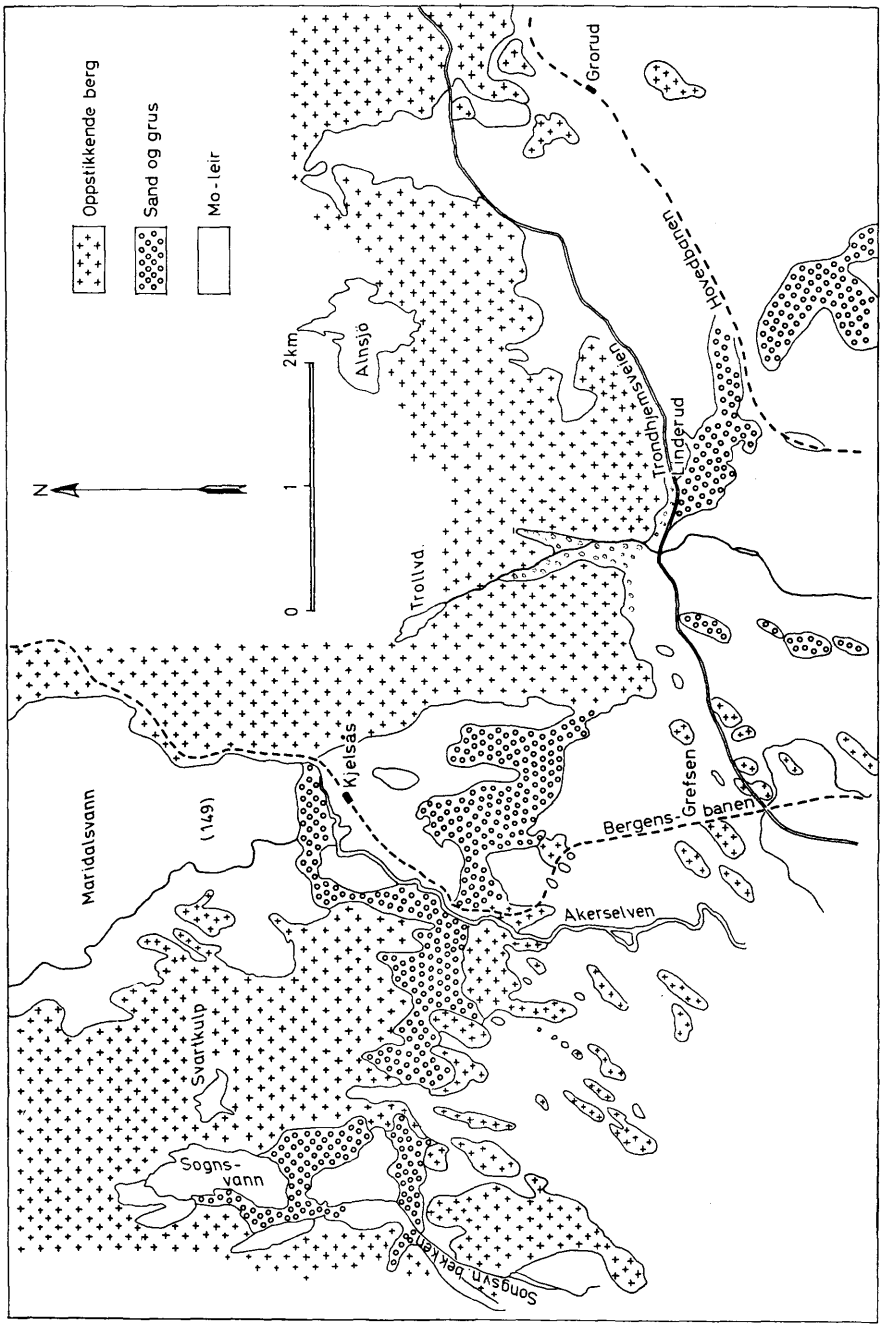


Fig. 24. Kart over Maridalsmorenen efter P. A. Øyen.
Map of the Maridal moraine (after P. A. Øyen).

Felles for dette trinns morener er at de ligger i daler hvis sider viser sparsomt dekket berggrunn.

Bogstadmorenen, fig. 23, er inntegnet i 1923 av forfatteren på et kart i stor målestokk utgitt av Akers Oppmålingsvesen. Snitt i grustakene viste en kjerne av usortert bregrus. Fra morenens gjenstående rygg var sand vasket ut av bølgeslaget og avsatt på ny over leir både på distal- og proksimalsiden.

Av Maridalsmorenen hitsettes et kart i forminsket målestokk tegnet ca. 1920 av P. A. Øyen på Kristiania Omegns blad IV. Øyen skjelner mellom to rygger i morenen, den nordligste, som demmer for Maridalsvannet, og den sydligere som kan følges fra Sognsvannet til Ballerud. Den førstnevnte rygg kaller Øyen Maridalstrinnet, den sistnevnte Nydalstrinnet.

Den første beskrivelse av Maridalsmorenens bygning skriver seg fra J. H. L. Vogt (1892, s. 44). Høsten 1891 foretok Vogt sammen med den bekjente svenske geolog O. Torell en ekskursjon til Økern, hvor Torell tok et fotografi av den 15—20 m høye veggen i et grustak, hvorefter tegningen fig. 25 er utført. Vogts beskrivelse av snittet er således: «Mellem den skiktede sand- og grusmasse ser man hist og her nogle bænkformige, indtil omtrent 5 m mægtige partier af aldeles uskiktet morænegrus, hvor de jevnlig meget store stenblokke ligger uden orden, hulter til bulter, sammenfattede af haardstampet sand. Ved de mange profiler, jeg har havt anledning til at studere, kan det uskiktede morænegrus efter skjønn i høiden beløbe sig til en tredjedel af det hele, ogsaa kan det særlig betones at morænen er ligesaa godt skiktet mod dybet som nær skorpen — skiktningen er saaledes ikke noget overfladefænomen, heller ikke kan den forklares ved sekundære omlagningsprosesser.»

W. C. Brøgger skriver (1900—1901, s. 217) om Maridalsmorenen som et påfallende trekk i dens bygning, at det øverste lag består av grov grus med til dels store blokker. Blokkene må være utskyllet av brenningene da havet stod høyest, og stammer fra bregrus efterlatt på dalsidene.

Fridtjov Isachsen har gitt en inngående beskrivelse av Maridalsmorenen, som han kaller Grefsenmorenen (1940, s. 235—265), hvorav hitsettes: «Grefsenmorenen strekker seg fra foten av Grefsenkollen og vestover til Akerselvens gjennemskjæring i Nydalen. Den er dannet ved et fremstøt av Maridalsbreen, som derved rotet op igjen leire og sand som tidligere var avsatt på innsiden (Nordsiden) av den nuværende moreneryggen. Breen gikk under fremstøtet fremdeles ut i en fjordarm. Ved brefronten ble det fremskjøvne materiale avleiret på ny, sammen med grus og sand fra bre-

Fig. 25. Snitt i Maridalsmorenen tegnet av Brøgger efter Torells foto.
Section trough the Maridal moraine, drawn by Brøgger from Torells photograph.

elvene. I hvert fall innunder Grefsenkollen blev morenen bygget op til havoverflaten. En klar og tydelig terrasse med høide 217,60 m o. h. avslutter her løsmassene inn mot åssiden.

Resten av den svagt hvelvede moreneryggen videre vestover ligger under den marine grense og stort sett i en høide av ca. 180 m o. h., ifølge kartene. Morenen er dukket frem av havet efter hvert som landet hevet seg. Bølgeslaget har tæret på løsmassene, finmaterialet er skyllet vekk, mens blokkgruset er blitt liggende igjen. Dette overflatelaget med «anrikning» av blokker kan være 0,5—2 m tykt og er en utvaskningssone eller skyllesone. Hvor høit morenen oprindelig var bygget op, og om den f. eks. nådde op til havnivået da breen var rykket frem hit, kan vi ikke si noe sikkert om. Det rimeligste er kanskje at den ikke var bygget så høit op, da det enkelte steder, således på platået litt nord for stoppestedet

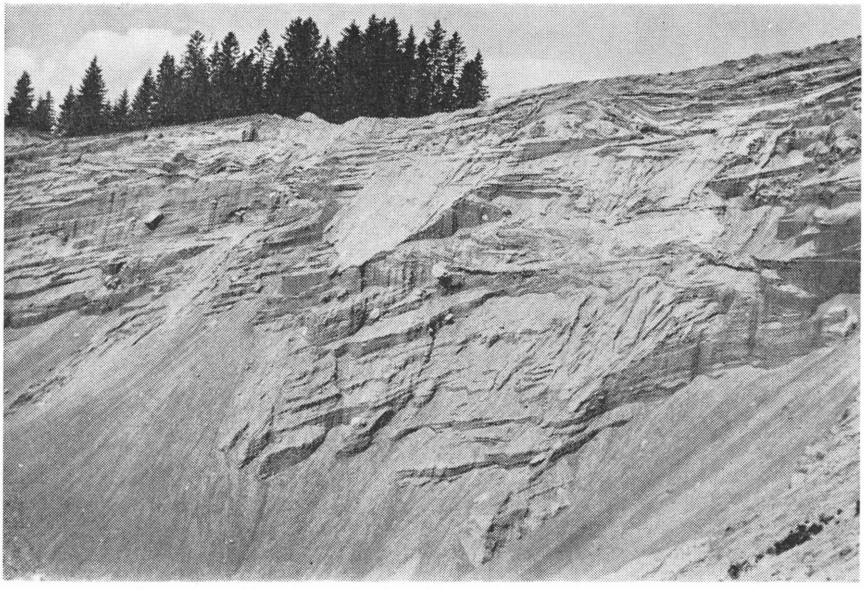


Fig. 26. Snitt i Eggemorenen. Per Holmsen fot. 1964.
Section through the Egge moraine (photo: Per Holmsen, 1964).

Glads vei, finnes leire i overflaten, avsatt oppå morenen da den ennu lå under vann.

Grefsenmorenens nuværende form er altså sekundær. Den fremtrer nok ennu som en skuvrande, en rygg som skiller mellem Oslodalen og forsenkningen nordover mot Maridalsvatnet. Men den er nedslitt og utjevnet av bølgeslaget under hevningen, og den er som nevnt også noe tiljevnet ved avsetning av leire i flekker på overflaten.»

I begynnelsen av vårt århundre var der i morenen anlagt flere grustak, hvis drift vesentlig gikk ut på fremstilling av sand og grus til betongstøping.

Eggemorenens bygning er omtalt i Del I, s. 24.

Langs Drammenselven mellom Drammen og Hokksund ligger flere sandforekomster, hvorav Ryggkollen, øst for Mjøndalen er den største. Det er en breelvavsetning på elvens sydside som når til 68 m's høyde. At iskanten har stått lenge med sine breelver på dette sted fremgår av forekomstens store dimensjoner. Det skyldes muligvis at dalen snevres inn fra nordsiden av det bratte Solbergfjell. Jernbanen har et sandtak langs jernbanelinjen. Snittet i dette når til 40 m over linjen, øverst med et par meter

Fig. 27. Strømlagring i Ryggemorenen. Efter Per Holmsens fot. 1964.
Current bedding in the Rygge moraine, drawn from a photograph (Per Holmsen 1964),

tykt lag av stenførende grus. Derunder ligger sandlag med spredte blokker. Fra øverst til nederst i profilet forekommer lag og linser med finsand, som gjør materialet telehivende. I elveleiet er påvist grov sand til 10 m under vannstanden.

For Østlandets vedkommende gikk innlandsisen over i den inaktive fase efter avsetningen av Akerstrinnets morener (Del I, s. 23). Ifølge Ulf Hafstens pollenundersøkelser fulgtes den vikende iskant efter ratiden av en skogvegetasjon hvori furu var alminnelig så tidlig som år 7500 BC, og Gøsta Lundqvists C—14 bestemmelse av gamle furustubbers alder fra Det østenfjellske Norges grensetrakter i Sverige varierer omkring år 6000 BC. I Øst-Norge, hvor breskillet lå sydøst for halvøens hovedvannskille, oppløstes innlandsisen i dødiser, hvorav de siste rester lå i dalene. Det er imidlertid mulig, at Gudbrandsdalen og Valdresdalen fikk istilførsel fra Jotunheimen, som synes å ha beholdt firnområder ennu efter at isen i Østerdalen var gått over i den inaktive fase.

Randmorener i Søndre Knutshø nær Kongsvoll er omtalt av forfatteren (1915, s. 189) og var dengang antatt å skrive seg fra den nordvestlige isbevegelse. Nyere undersøkelser over skuringsmerker, drumliner og mo-

rener har vist at den siste kjente aktive isbevegelse som utgikk fra Jotunheimen fulgte den forsenkning hvor Dovrebanen nu ligger over Dovrefjell mellom Dombås og Kongsvoll. (Del I, s. 94).

2. Marine breelvdeltaer og lateraldannelser til dødis.

Under tilbaketrekningen av den aktive innlandsis fra raene avsatte breelvene mange sand- og grusforekomster, hvorav beliggenheten av de mest kjente er omtalt i Del I, s. 18 og s. 22. Noen av disse forekomster er normale breelvutløp i fjorden som Svelvikryggen og Mona, men av meget mindre dimensjoner enn disse. Andre forekomster synes efter sin utbredelse og form å skyldes breelver, som har avlastet sitt materiale mellom avsnørte dødisrester i fjorden og oppstikkende berggrunn over fjordens vannstand. Øst for Øyeren så vel som flere steder på Romerike er utstrakte sandområder avsatt på denne måte. I høyde henimot MG sees strømskiktet sand og grus i snittene. Fra dette høyere nivå har bølgeslag og strøm ført sand ut over store lavere liggende arealer.

Hvad innlandsisens smeltningshistorie angår fra Akerstrinnet til Innsjøtrinnet henvises til Olaf Holtedahls avhandlinger (1953) og (1960) samt til Del I, Israndterrasser på Romerike, s. 25.

Den største sand- og grusforekomst som for tiden drives på forretningsmessig basis er Svelvikforekomsten, en stor israndavsetning omtalt i Del I, s. 19. Den ligger på begge sider av Svelvikstrømmen i Drammensfjorden, beleilig til for sjøverts transport. Det viktigste produkt er støpesand som fraktes på lektere til byene rundt Oslofjorden, først og fremst til Oslo. Svelvikryggen strekker seg fra øst ut i Drammensfjorden i en lengde av 1750 m og med en bredde som fra vest mot øst tiltar fra 500 til 900 m. Ryggens høyde når til 60 m o. h. Der er nu drevet sandtak inn til midten av Ryggen uten at berggrunn er blitt truffet over høyvannslinjen. Ifølge A/S Svelviksands beregning inneholdt forekomsten opprinnelig 450 mill. hl. skipningsmasse.

I Del I, s. 19 o. f. er foruten beskrivelse av forekomsten reprodusert et oversiktsfotografi av Svelvikryggen med sandtak år 1964, og dessuten et fotografi, som viser dens vekslende lag. I ryggens proksimalside sees i overflaten så vel som i noen små prøvegroper grovblokket, dårlig sortert materiale, mens sorteringen i de store sandtak anlagt fra distalsiden er bedre.

Breelvdeltaene er som regel bygget av sterkt vekslende lag så vel med hensyn til kornstørrelse som til helning og utstrekning. Noen lag fører grovt, tilsynelatende usortert materiale med kubikkmeterstore blokker til

hvis transport breisen må ha vært medvirkende. Man kan være i tvil om sådanne lags dannelsesmåte, om de muligvis kan tenkes å være avsatt ved kalving under brefremstøt. Men beliggenheten mellom sikre fluviale lag, både over og under, tyder ikke herpå.

Svelvikryggen ligger i Ås—Skitrinnet. Isranden med sin store breelv har her stått lenge på samme sted, og forekomsten karakteriseres bedre som et breelvdelta enn som en morene.

Olaf Holtedahl (1953, s. 6 60) har omtalt og illustrert omleirete sandlag av 10—12 m's mektighet på Ryggens proksimalside.

Utskylte sandlag tyder på at Ryggen opprinnelig har vært høyere, om den enn aldri har nådd opp til det høyeste havnivå på stedet.

En tilnærmelsesvis samtidig og lignende breelvavsetning er Mona på grensen mellom Eidsberg og Trøgstad herreder, men denne forekomst når opp til MG. Her er heller ingen morenekjerne iakttatt i den ca. 50 m dype avsetning, som er undersøkt i grustak og ved prøveboring. Forekomstens lagfølge er beskrevet i Del I, s. 21, og Rekstad har (1921) publisert fotografier av 2 snitt gjennom forekomsten.

Vegdirektoratets geolog Jøsang har levert beskrivelser av de følgende grustak. Vegvesenets undersøkelser tar sikte på å klarlegge forekomstenes utstrekning, deres anvendbarhet til vegdekker og til bærelag. Til dette formål kartlegges eller måles forekomstens areal, og der tas prøver fra forskjellige dyp til nærmere bestemmelse i laboratoriet.

Brastad sandtak, Lier, 2 km øst Lier stasjon.

Fortsatt drift av denne gamle forekomst vil hindres når en planlagt motorveg, rv. 40, blir bygget over området.

Området beskrives som en vid, flat rygg, som faller svakt fra østre dalside mot Lierdalens bunn og er derfor sannsynligvis en lateralavsetning. Den er på Brøggers og Scheteligs kart, blad Kristiana, avlagt som morene. Veien skal ved sandtakets østre rand ligge på en 6,0—7,0 m høy fylling.

For å belyse verdien av den del av forekomsten som kommer til å dekkes av den nye vei er der foreslått en inngående undersøkelse av grunnens art ved jordboring til forskjellig dyp, likesom området er topografisk kartlagt. Der er utført 18 dreieboringer og likeså mange skovl- og hejaboringer, til dels med prøvetaking, 8 Lindeboringer, samt tatt prøver fra 3 profiler i sandtakets vegg.

Berggrunnens dybde under markens overflate, funnet ved Lindeboringer spredt over området varierer mellom 10,0 m og 27,5 m under markoverflaten.

Leir, sand og grus ligger i flattliggende lag, øverst leir, nederst grus og sand. Leirlaget kan være opp til 7 m tykt. Det kan også mangle så sanden ligger helt opp i dagen. Sandlaget kan bestå av ren sand, eller være blandet med lag av mo eller mjele. Dets mektighet kan nå 27 m. Grus forekommer hovedsakelig i områdets sydøstre del. Det er en glasifluvial avsetning, hvis største funne mektighet er 13 m.

Stenene i grusfraksjonen stammer fra et stort utvalg bergarter såsom syenitt, sandsten, til dels kalkholdig granodioritt, kvartsitt, diabas, gneis, granitt, glimmerskifer, basalt, rombeporfyr og hornfels. Grusens slitestyrke er størst i de dypeste lag, men overdekning av ubrukbare leir- og finsandlag nedsetter verdien.

Sandfraksjonen består av finkornige bergartsfragmenter og løsrevne mineralkorn av kvarts og feltspatt, litt hornblende, pyroksen, glimmer, oksydisk erts og granat.

Kleppen grustak, Vestfold.

ligger innen rammen av kartbladet Moss, ca. 15 km vest for Holmestrand ved veien til Vittingsfoss. Veglaboratoriet har på anmodning fra vegsjefen i Vestfold søkt å klarlegge grustakets reserver. Der er hejaboret i 12 huller og tatt prøver fra 3 gravete huller og fra 3 huller i grustakets vegg. Prøvetakningen er spredt over et område på 10 dekar.

Sand og grus veksler i lag, som faller mot sydvest. På den kartskisse som ledsager Veglaboratoriets rapport av 14/4 1964 er terrengtegningen fremstillet ved hjelp av horisontalkurver, hvis høyder sannsynligvis refererer seg til rektangelkartets. En høyde på forekomsten når til 185 m o. h. Stedets marine grense angis til 184 m o. h. (Olaf Holtedahl 1953, Pl. 19).

Det dypeste hejarborhull når ned til horisontalkurve 157, den dypeste prøve er tatt fra 169 m o. h.

Forekomsten er en breelvavsetning nær oppunder MG, hvor de distale lag, finsand og mo, påtreffes lengst vest i grustaket under 175 m o. h. De overleires østover, innenfor randen hvor grusreservene ligger, av et topplag med stenholdige grus- og sandlag, som når fra nivå 183 eller lavere liggende overflate, ned til høyde 175 m o. h.

Kornfordelingskurver er tegnet for 26 prøver.

Grusets hovedmengde stammer fra permiske dypbergarter, (syenitt og syenittporfyrer) og grunnfjellsgneiser. Dessuten forekommer lavabergarter (rombeporfyr, basalt), omvandlete mergelskifre (hornfelser) og kvartsitt. Det anføres som middel av 5 prøver tatt i samme hull mellom høydene 175 og 177 30 % av syenitt, 30 % av lyse gneiser og 30 % rombeporfyr samt en del kvartsitt.

Sandfraksjonen består av samme bergarter og deres løsrevne mineraler. De er alle glimmerfattige.

Noen prøver inneholder mindre mengder av leir, som klumper seg så fast sammen at det er vanskelig å vaske dem rene. Aggregatene kan brytes istykker, men går ikke istykker ved vanlig vaskning.

I Veglaboratoriets rapport av 14. april 1964 uttales, at grustaket er drivbart med hensyn til oljegrusfremstilling. Det samme gjelder for masser til asfalt, bærelag og betong.

Den tilgjengelige grusmasse innen eiendommen, begrenset av grunnvannstanden og berggrunnens beliggenhet er på 85 000 m^3. Det ovenfor omtalte topplag som ansees egnet til fremstilling av oljegrus m. m. utgjør 43 000 m^3.

Asakmoen.

Forekomsten er omtalt i Del I, s. 26. Den ligger nær oppunder MG på østsiden av Leirelven i Skedsmo herred, 300—600 m øst for gården Asak midtre. I nærheten er flere grustak i drift med opp til 15 m høye snitt.

Akershus fylkes vegvesen har utført dreieboringer i 31 huller til 10—12 m's dybde fordelt efter rutenett med 50 m's avstand mellom linjene over et areal på 62 dekar. Noen steder støtte dreieboret på berggrunn i mindre dyp. Med skovlbor er tatt prøver fra 16 huller, og med hejarborprøvetaker fra 4 huller ned til 10 m under markens overflate, som her danner en terrasse.

Undersøkelsene viste en uregelmessig lagveksel av grus og sand. I overflaten forekom bare i ett av borhullene et stenførende gruslag mens et gruslag liggende i 6—9 m's dybde under markoverflaten har større utbredelse.

Under 10 m's dypet synes sandlagene å gå over i mjele. Lag og lommer med telefarlig materiale forekommer også i høyere nivå.

Grunnvannspeilet ligger høyt.

Glosli grustak.

Veglaboratoriet har i 1964 utført en foreløpig undersøkelse av forekomsten, som er en marin breelvavleiring i østre side av Nittedal, henved 2 km nord for kirken.

Den foreløpige undersøkelse ved graving i den ca. 15 m høye grusvegg, og skovlboring ovenfor grustakets rand, viser øverst et lag finsand, grov mo eller ensgradert sand, som nedentil går over i ensgradert grus. Nederst

i grusveggen opptrer velgradert grus. Lagene heller muligvis nordover dalen, men nord-sydlinje er ikke angitt på kartskissen.

Der er skaffet tilveie 7 skiktekurver.

Resultatet av den foreløpige undersøkelse er såvidt løfterik at en grundigere undersøkelse anbefales.

Laumb grustak.

Forekomsten ligger på høyre bredd av Leirelven hvor denne svinger fra øst mot syd ca. 6 km vestenfor Hurdalsjøens sydende. Langs bygdeveien Laumb—Vålaugmoen ligger her en terrasse fra hvis bratte skrent Akershus Vegvesen i 1962 hadde sendt 9 prøver fra 5 prøvehuller til undersøkelse i Veglaboratoriet. Prøvene var tatt fra dyp mellom 4—15 m under terrassens overflate. Deres kornfordelingskurver viser grusholdig sand helt ned til 13 m's dyp under terrasseoverflaten. På 15 m under terrassen er moblandet sand.

Av kornfordelingskurvene fremgår ingen tydelig lagveksel mellom dybdene 1 og 14 m, men det er dog sannsynlig, at forekomsten er en breelvavsetning, øverst med rask veksling mellom sand- og gruslag, og nedenfor 14 m's dypet vesentlig sand av forskjellig kornighet uten grus.

I alle prøver består grusfraksjonen av middels til grovkrystallinsk granitt og nordmarkitt med enkelte korn av sandsten og basalt. Sandfraksjonen inneholder dertil enkelte mineralkorn av de bergarter som inngår i grusfraksjonen, d.v.s. meget feltspat og en del kvarts.

Herstua grustak

Efter oppdrag fra Vegsjefen i Akershus har Veglaboratoriet i 1963 utført grunnundersøkelser ved Herstua grustak.

Forekomsten ligger (Olaf Holtedahl 1924, s. 20) 205—206 m o. h. Materialet i overflaten er rullestein med sandpartier, som man kan se i grustak syd for Dalsveien, like sydøst for gården Herstuen. Lagene ligger temmelig flatt.

Veglaboratoriet har tatt 2 prøvehuller i randen av Akershus fylkes grustak og 4 spredte prøvehuller inntil 40 m fra dette med skovlbor eller hejarbor fra 7—9 m's dybde under markens overflate i de på forhånd gravete huller.

Undersøkelsen tyder på, at der til 4 m's dyp ligger forholdsvis homogene gruslag. Derunder skifter lag av grus, sand og mo til 7 m's dyp, hvorunder mo og mjele dominerer.

Kornfordelingskurver er undersøkt i 25 prøver.

Bergartinnholdet er også undersøkt. Det varierer noe i de forskjellige kornfraksjoner. En prøve viste nordmarkitt 60 %, gneisbergarter 15 %, amfibolitt 10 %, kvartsitt 10 % samt porfyrbergarter og litt leirskifer. En annen representativ telling i en prøve viste nordmarkitt 65 %, gneiser 20 % og sparagmittbergarter 15 %.

Utvidelse av Nygård grustak, Vilbergmoen.

Forekomsten ligger ca. 200 m o. h. Vest for det gamle grustak er et påtenkt utvidelsesområde på henved 60 dekar. Det er avmerket med peler, og grunnen er undersøkt ved graving i 6 huller. Prøver fra de gravete huller er supplert ved hjelp av hejar. Prøvene tyder på, at de øverste par meter består av uensartete gruslag, som fører alle fraksjoner fra sten til mo. Derunder følger bedre graderte sandlag av tilsammen 1 á 2 m's tykkelse, som nedad går over i gruslag til ca. 10 m under markoverflaten. På større dyp synes grunnen vesentlig å bestå av sand.

Om grusmaterialets opprinnelse uttales, at i 2 undersøkte prøver utgjøres 1/3 av kvartsittiske sparagmittbergarter, 1/3 av finkrystallinsk kvartsitt, og resten av granittiske gneisbergarter, amfibolitt og glimmerskifer. Det bemerkes, at flere av prøvene inneholder finstoff, der ligger som et belegg på stenene i grusen.

Kornfordelingen er bestemt i 21 prøver.

Aurtjern, Trandum.

Et gammelt grustak ligger i kanten av et platå, 207 m o. h., av 1 km^2 størrelse SV for Aurtjern. Akershus fylkes vegvesen har undersøkt området vest for platåranden med spredte skovlborhuller og en sjaktgraving, hvorfra er tatt prøver, de dypeste inntil 10 m under overflaten. Med dreiebor, til dels anvendt som slagbor, er grunnen undersøkt over et område 450×900 m^2 med 150 m's avstand mellom borpunktene til en maksimal dybde på 10 m.

Grunnen består av vekslende lag med jordartfraksjoner fra mo til sand, grus og sten. Gruslag ligger til 2—5 m under overflaten, vekslende med sandlag. Derunder blir sanden finere, til dels mo. Lengere vest for Aurtjern går moblandet finsand helt til overflaten.

Kornfordelingsprøver er tegnet for 16 prøver.

Utvidelse av Hovinsmoens grustak.

Hovinsmoen ligger på østsiden av Trondheimsveien syd for veikrysset til Hauerseter, 220 m o. h. Området vest for Trondheimsveien har Akershus

fylkes vegvesen påtenkt til utvidelse, og har her avgrenset et felt, 200×200 m² med peler. Innen dette er grunnen undersøkt i 2 profiler med ca. 100 m's avstand. I hvert profil er tatt 3 prøvehuller med en innbyrdes avstand på 50 m, hvorav det dypeste når til 12,5 m's dybde under markens overflate. Dessuten er tatt 3 prøvehuller i bunnen av grustaket på Trondheimsveiens østside.

Øverst ligger et stenførende gruslag som i veksling med sandlag når til 7 a 8 m's dybde. Under ligger sand, til dels med moholdige lag. I bunnen av grustaket er skovlboret gjennom moholdig finsand til 15 m's dybde under den opprinnelige markoverflate.

Kornfordelingen er undersøkt i 17 prøver fra forskjellig dyp.

Mange av *jernbanens grustak* ligger i marine israndavsetninger. For å få en oversikt over materialets beskaffenhet og utstrekning, skriver jernbanegeolog Huseby, er samtlige blitt befart. Ved enkelte anledninger er noen blitt grundig undersøkt. Karter og profiler er tegnet opp, og prøver tatt enten ved graving, skovling eller boring, og jernbanegeologen har gitt en kort beskrivelse av noen undersøkte forekomster, som nedenfor refereres.

Hauerseter.

På østsiden av jernbanelinjen nord for Hauerseter stasjon ligger jernbanens gamle grustak, som fremdeles er i drift. Materialet består dels av vekslende sand- og gruslag med en del rullesten, dels av partier med usortert sand. I friske snitt sees lagdelingen tydelig. Grustakets beliggenhet fremgår av situasjonsskissen fig. 28. I 1962—63 ble det her gjort en del undersøkelser for å finne et kvalitetsgrus i de resterende masser. På fig. 28 er gjengitt et profil gjennom en del av grustaket i retning NS (A—A på fig. 28). Øverst er det et 10 m mektig lag av relativt godt sortert sand og grus i horisontal veksellagring. Derunder ligger et homogent finsandlag som igjen overleirer et mektig lag av sortert sand. De øvrige profiler i grustaket viser omtrent samme forhold.

For å skaffe mer grus til bestemte formål ble også et område vest for jernbanelinjen undersøkt. Der ble gravet store groper og dessuten boret ned til 20 m under terreng for å ta opp prøver. Resultatet herav var, at nær proksimalkanten (Område I på situasjonsskissen) er det øverst et ca. 6 m mektig lag av sand med opp til 60 % rullesten. Noen få prosent av stenene har en diameter over 40 cm mens resten har en størrelse på 5—40 cm. Like under rullestenlaget er der grusholdig sand av et par meters mektighet, mens der i større dyp er påvist kvabbholdig sand. Der henvises til hull 1 på fig. 30.

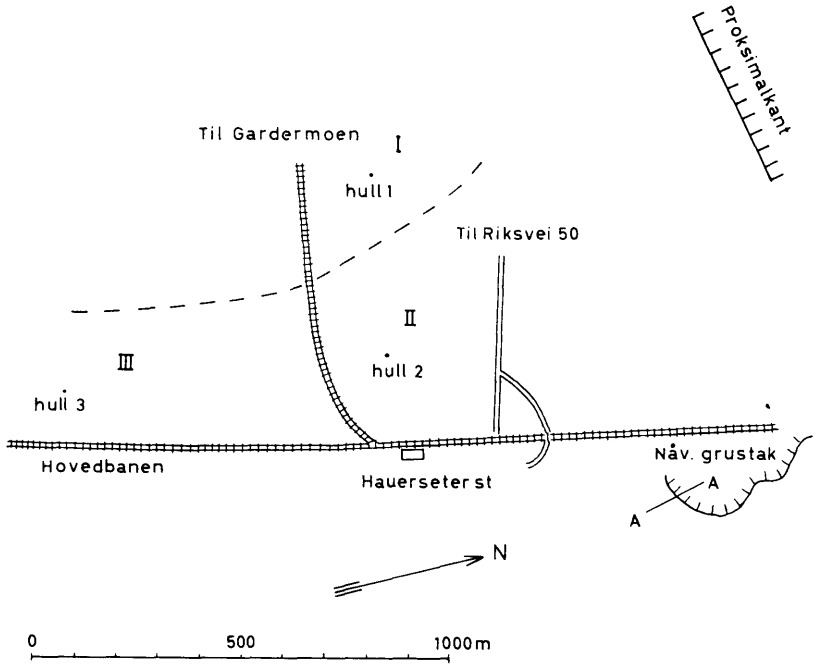


Fig. 28. Hauerseter grusforekomst. Situasjonsskisse.
Location map of the Hauerseter gravel deposit.

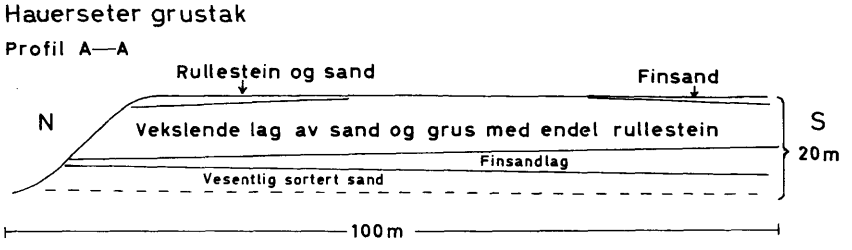


Fig. 29. Snitt i jernbanens grustak ved Hauerseter.
Section through the Hauerseter gravel deposit.

Hvordan forholdene er litt lenger øst (Område II) fremgår av hull 2 på fig. 30. I overflaten er det som regel vekslende lag av sand og grus over et flere meter mektig sand- og gruslag med opp til 50 % rullesten. Under dette er det vesentlig sortert sand.

Syd for Gardermosporet er der et 3—4 m mektig rullestenlag i overflaten. Den overveiende stenstørrelse er 5—25 cm. Ned til et dyp av 8 m

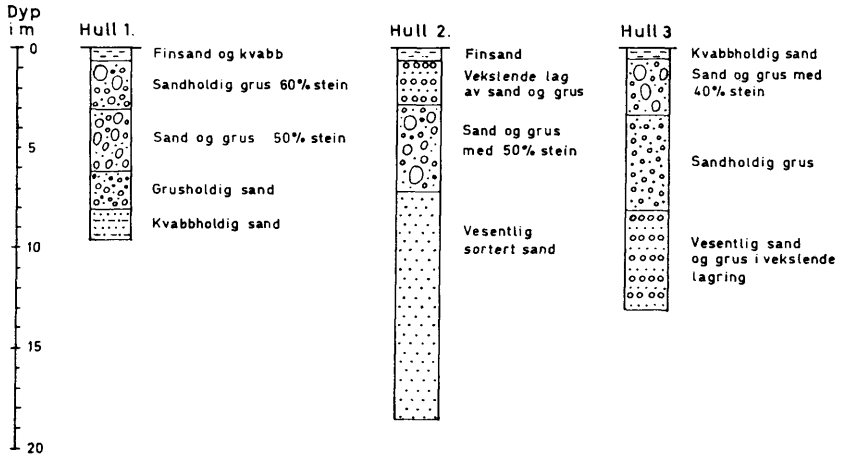


Fig. 30. Prøvehuller vest for Hauerseter stasjon.
Trial drill-holes west for Hauerseter station.

er der sandholdig grus, mens der videre nedover er påvist vekslende lag av sand og grus. Forholdene fremgår av tegningen hull 3 på fig. 30. Nær proksimalkanten ligger store mengder rullesten av mektighet flere meter i overflaten. Mot syd og øst tynnes rullestenlaget ut samtidig som stenstørrelsen avtar. Under rullestenlaget er mange steder påvist sand og grus i veksellagring.

Stentellinger viser, at der i Hauersetertrinnet er ca. 50 % sparagmittiske bergarter, mens resten er grunnfjellsbergarter av lokal opprinnelse. Hauerseter stasjon ligger 217 m o. h.

Fra store Vingersjø og sydover mot Eidsskog må en havarm eller et stort sund ha ligget ved istidens slutt siden det under den marine grense her forekommer store sand- og grusavsetninger. Disse opptrer som store flater i dalbunnen og dels som laterale terrasser i litt høyere nivå. Landskapet er kort omtalt i beskrivelsen til kvartærgeologisk kart Oppland (Gunnar Holmsen 1954, s. 34). Bl. a. nevnes en sandterrasse på høyde 197 m o. h. øst for Granli stasjon. Den antas å representere den marine grense på stedet.

Syd for Lille Vingersjø finnes til dels betydningsfulle sorterte sand- og grusmasser, således en terrasse rett vest for jernbanelinjen ved Tarven, samt en større på østsiden et par km lengere syd, slik som vist på situasjonsskissen fig. 31. Like øst for Granli stasjon har jernbanen tidligere hatt et grustak i en høyere liggende terasse, men mesteparten av den brukbare grus er tatt ut slik at der nu er mest finsand igjen.

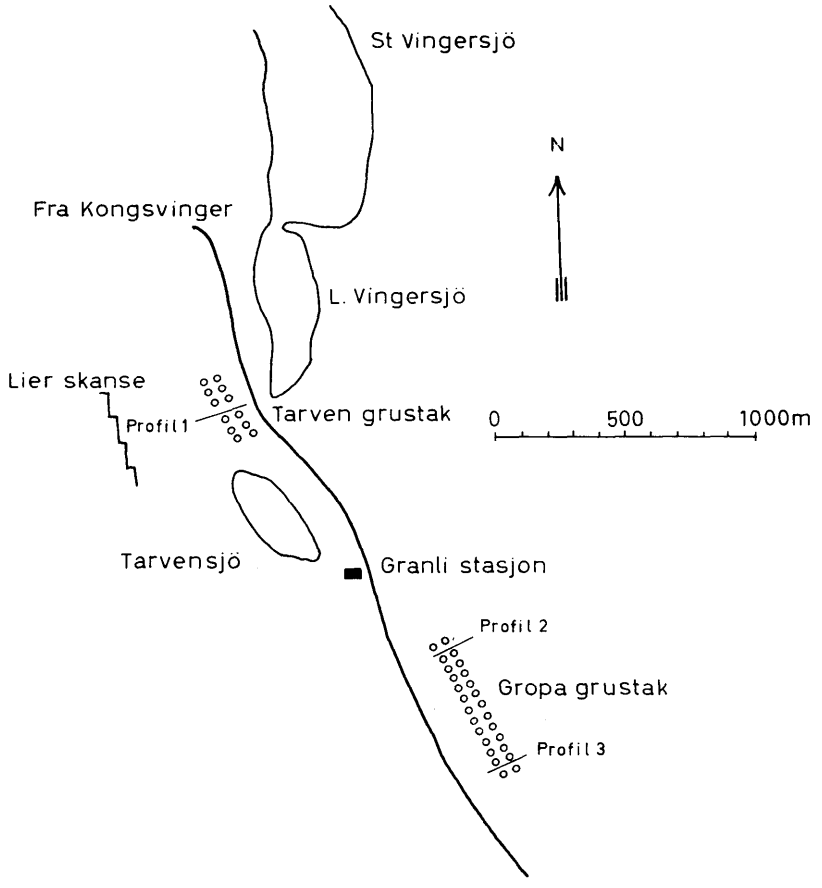


Fig. 31. Situasjonsskisse over Tarven og Gropa grustak, Kongsvingerbanen.
Location map of the Tarven and Gropa gravel pits.

Av andre terrasser kan nevnes en ved Sandnes mellom Åbogen og Matrand stasjoner. Ytterkanten av de som er nevnt her ligger på ca. 160 m o. h., mens innerkanten stiger opp til en høyde av ca. 170 m o. h. Dette tyder på avsetning ved et visst nivå under den marine grense. Det kan ha foregått ved at isrester oppfylt av løsmateriale har ligget midt i sundet eller fjordarmen, slik at det hele er blitt avsatt langs med iskanten ved den endelige nedsmelting. Tidevannsstrømmer og bølgeslag har nok påvirket avsetningene i overflaten og erodert og glattet ut terrassene slik at de har fått sitt nuværende utseende.

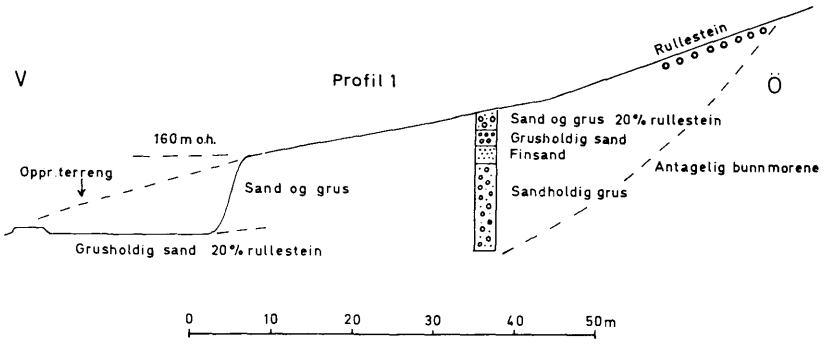


Fig. 32. Tarven grustak.
The Tarven gravel pit.

Tarven.

Grusavsetningene ved Tarven er nærmest en terrasserest langs foten av en høy bakkeskråning nedenfor Lier skanse. Geoteknisk kontor har foretatt undersøkelser på stedet, og jernbanen har åpnet et grustak her. Et karakteristisk tverrprofil gjennom terrassen er vist på fig. 32. I de meterhøye veggene i grustaket sees relativt godt sortert sand og grus ned til planum. Under der er der en del rullesten i den grusholdige sand, og ved terrassens innerkant ca. 170 m o. h. stikker en masse rullesten frem. Det ser ut som om alt finmateriale er blitt spylt vekk ved et noenlunde konstant nivå, enten det skyldes bølgeslag eller vannstrømmer.

Boringer viser, at der forekommer vekslende lag av sand, grus og rullesten til et dyp av noen meter under overflaten, mens der på større dyp er sandholdig grus.

Gropa.

Gropa grustak øst for jernbanelinjen i nærheten av Granli stasjon er Kongsvingerbanens gamle grustak som nu praktisk talt er uttømt. Meget store masser sand og grus er tatt ut her i en flere hundre meter lang lateralterrasse som opprinnelig må ha nådd frem til linjen ca. 100 m lengere vest. I dag sees det praktisk talt bare finsand eller dårlig sortert sand og grus med store rullestenlag i stuffveggene som er opp til 20 m høye. De eldste deler av grustaket er gjengrodd.

På fig. 33 er et par typiske profiler fra grustaket gjengitt. Profil 2 viser horisontal lagring av sand, grus og rullesten i nordre del. Bortsett fra finsand- og mosandlagene er sorteringen noe dårlig. Det rullestenholdige

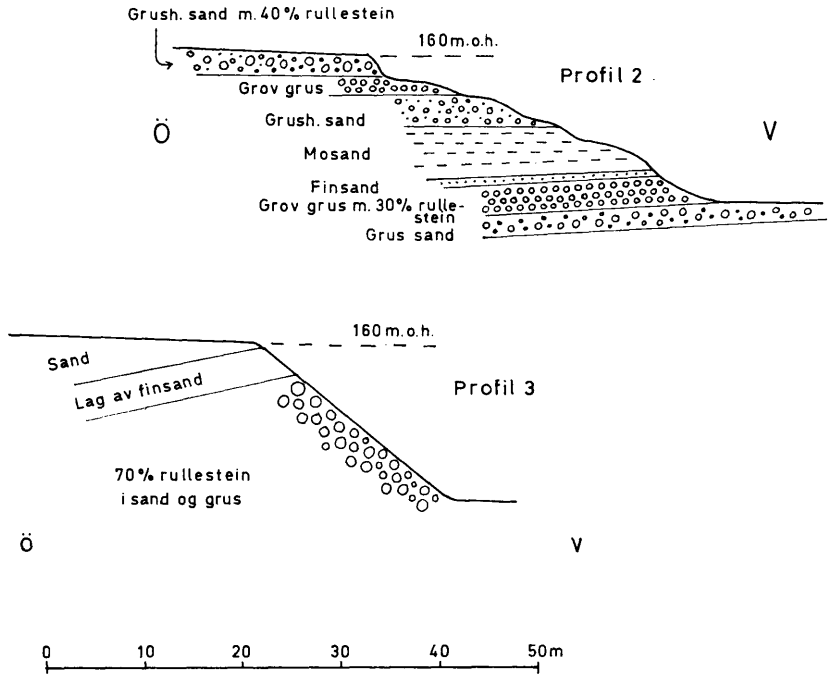


Fig. 33. Gropa grustak.
The Gropa gravel pit.

sand- og gruslaget øverst kan være avsatt og omleiret i havnivået som en stranddannelse. Profil 3 viser et snitt noen hundre meter lengere syd. Fra grustakets bunn og nesten helt til overkant er det sand og grus som inneholder opp til 70 % rullesten. Noen av stenene er hodestore. Disse massene overleires av lagdelt finsand og godt sortert sand som heller innover terrassen, hvilket tyder på en vannstrøm i den retningen. Rullestenene har antagelig ramlet ned utmed iskanten mens smeltevann har strømmet inn mot dalsiden og avsatt det finere materiale i overflaten.

Sandnes.

Forekomsten ved Sandnes mellom Åbogen og Matrand er også blitt undersøkt av Geoteknisk kontor. Det er nærmest en terrasserest med areal ca. 70×300 m beliggende 300 m vest for jernbanelinjen. Ytterskråningen er ca. 23 m høy. Her er der andre forhold enn ved Tarven og Gropa. I overflaten ligger et sandholdig gruslag av vekslende tykkelse, som dekker over finsand og mosand, slik som vist på fig. 34. Formen tyder på at

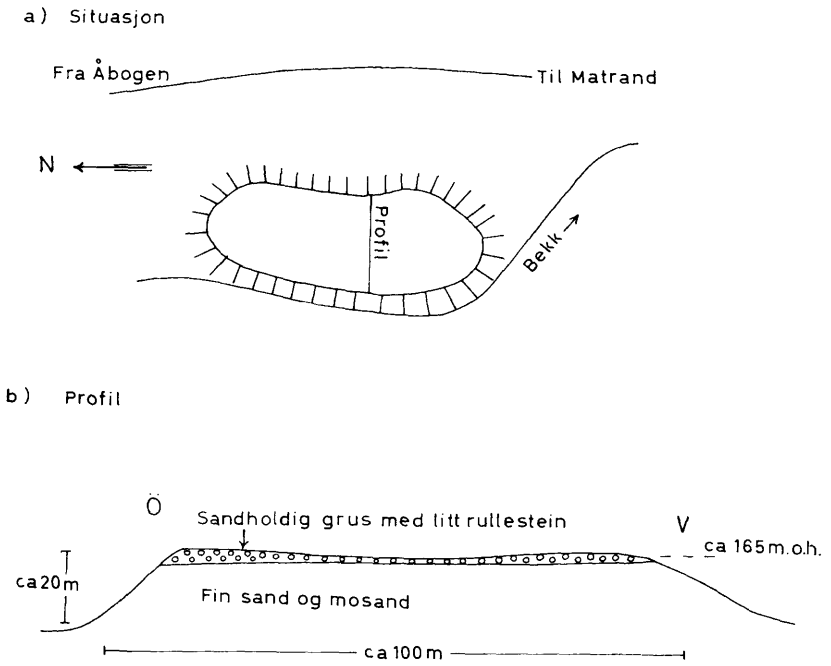


Fig. 34. Forekomst ved Sandnes, Kongsvingerbanen.
The deposit at Sandnes on the Kongsvinger railway-line.

terrassen er en enkeltstående erosjonsrest og at det finmateriale den består av er avsatt under rolige hydrologiske forhold. Topplaget med rullestenholdig sand og grus virker som et raskt sammenskyllet materiale ført med av hurtig strømmende smeltevann.

Grus fra forekomstene i Kongsvingerområdet regnes som sterk. Ved mikroskopisk undersøkelse viser det seg, at kornene består av gneiser og granittisk materiale. Korn under 0,2 mm's størrelse er løsrevne mineralkorn fortrinnsvis av kvarts, feltspat, epidot og en del glimmer. Feltspaten er til dels sterkt mylonittisert som følge av at noe av bergartsmaterialet i grusen stammer fra mylonittsonen, som stryker fra Vänerenområdet til Mjøsa.

Fra noen få grustak i marine frontaldannelser finnes en del sparsomme beskrivelser i Statsbanenes grusarkiv.

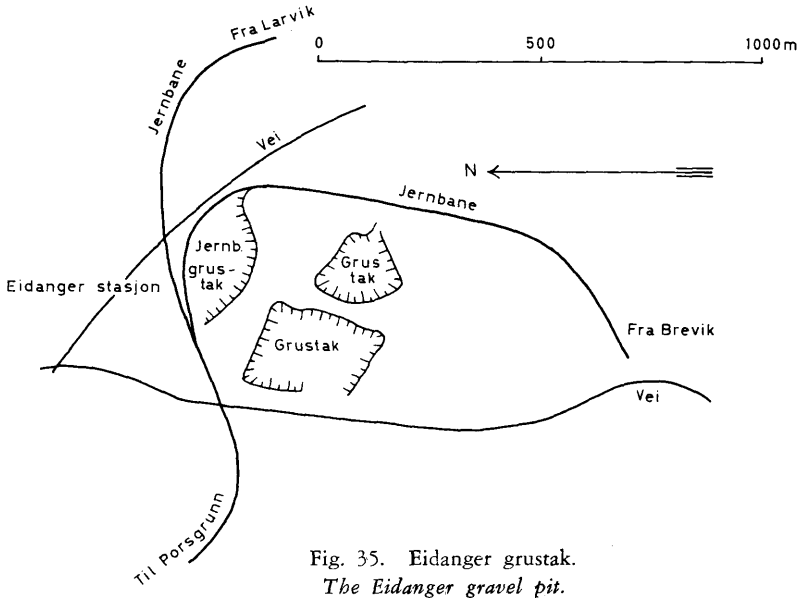


Fig. 35. Eidanger grustak.
The Eidanger gravel pit.

Kløftefoss.

Den nedlagte Krøderbanen hadde et grustak like syd for Kløftefoss stasjon. Profiler, karter og siktekurver for sand- og grusprøver mangler imidlertid. Grustaket ligger i en flere km lang terasse syd for Krøderen avsatt av smeltevannselver med utløp i brefronten. Øverst sees et ca. 2 m mektig lag med rullestenholdig grus som overleirer lagdelt sand og grus. H. o. h. er ca. 190 m hvilket tilsvarer den marine grense på stedet. Laget med rullesten ansees utjevnet av bølgeslaget.

Hen.

Randsfjorden har sitt grustak i Hensmoen, som er en israndterrasse syd for Randsfjorden Også fra denne forekomsten mangler karter, profiler og siktekurver. I den 25 m høye stuffveggen såes i 1960 et 4—5 m mektig rullestenholdig gruslag oppå lagdelt sand og grus, omtrent som ved Kløftefoss. H. o. h. er ca. 190 m.

Eidanger.

Ved Eidanger stasjon har jernbanen et grustak i en terrasse yngre enn ra-trinnet. Antagelig er den avsatt i brefronten under isens tilbaketrekning. Systematiske undersøkelser er ikke foretatt, og karter m. m. mangler. Det ligger nær å anta, at med så store grusmasser som her er tatt ut, er den opprinnelige topografi forstyrret. Banen ble åpnet i 1882. Det gjenværende materiale virker vel vasket og relativt godt sortert. Horisontale lag av

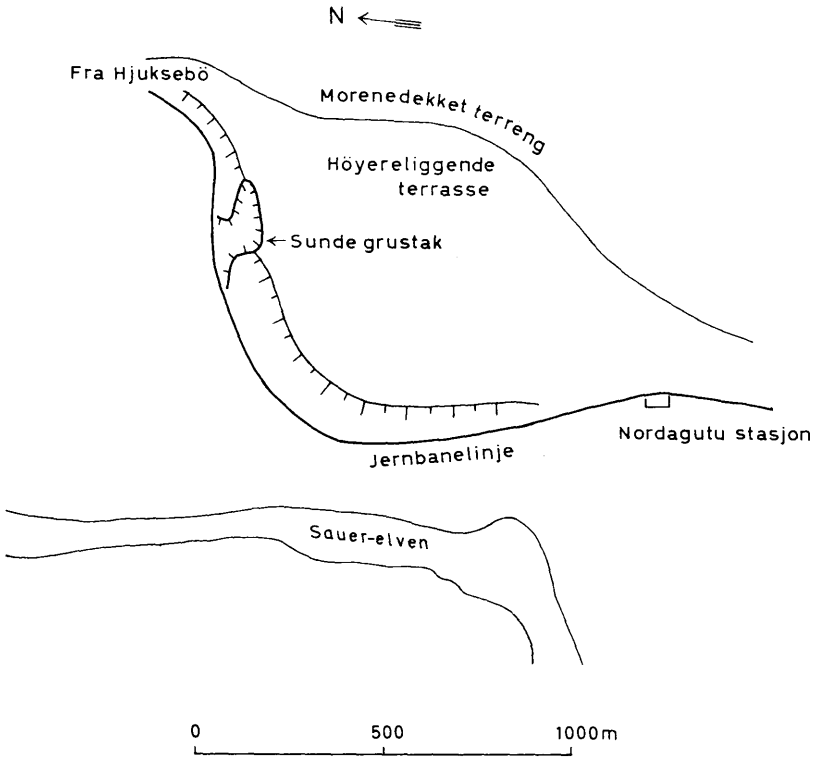


Fig. 36. Beliggenheten av Sunde grustak.
The location of the Sunde gravel pit.

finsand opptrer hyppig. De tidligere uttatte masser er antagelig rullestenholdig sand og grus avsatt nærmere iskanten siden de er brukt til linjegrus. Overkant av terrassen er ca. 60—70 m o. h. På situasjonsskissen fig. 35 er gitt en skjematisk tegning. To andre grustak i terrassen viser også stort sett finkornig og godt sortert materiale.

Sunde, Nordagutu.

Syd for Heddalsvannet ligger sand- og grusforekomster som er å oppfatte dels som marine frontalavsetninger og dels som lateralavsetninger. Ved Sunde, ca. 1 km nord for Nordagutu stasjon har jernbanen et grustak som ligger i proksimalkanten av en terrasse, slik som vist på skissen fig. 36. H. o. h. er ca. 130 m. Forekomsten er aldri blitt nøyere undersøkt. Materialet er temmelig grovt med et stort antall av knyttnevestore rullesten i en grunnmasse av fingrus og grovsand. Sorteringen er dårlig og materialet virker som raskt sammenskyllet og avsatt langs iskanten. Grustakets vegger er gjenrast så man ikke kan se den opprinnelige struktur.

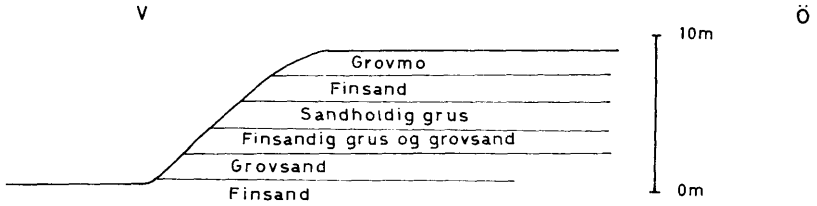


Fig. 37. Kvatninga grustak. Gjennomskårne marine sedimenter.
The Kvatninga gravel pit. Section trough marine sediments.

Godøya og Singsås i Gauldalen.

I Gauldalen har havet trengt langt inn i landet. Ved Godøya, ca. 13 km syd for Støren, er det en terrasse øst for jernbanelinjen med overkant ca. 127 m o. h. Ved undersøkelser her er der øverst påvist et 3—4 m mektig lag med rullestenholdig grus. Steninnholdet varierer mellom 50—80 %. Under dette laget er der ved graving og skovling funnet vekslende lag av finere materiale med lagdeling hellende mot dalsiden. Antagelig dreier det seg om en lateraldannelse avsatt langs iskanten i en trang fjordarm under landets stigning.

Ved Singsås, ca. 20 km lengere syd i dalen, finnes en lignende terrasse øst for jernbanelinjen med en høyde over havet på 200 m. Her er det påvist sterk veksellagring av sandig materiale. Sorteringen er dårlig. De profiler som er opptatt av Statsbanenes Geotekniske kontor gir ingen god fremstilling av lagfølgen.

Namdalen: Kvatninga og Himo.

Fra Namsos har havet trengt seg inn i en trang fjordarm østover mot Grong. Her forekommer en rekke sand- og grusterrasser hvor jernbanen har gjort undersøkelser. Like øst for linjen mellom Skage og Namsos ligger Kvatninga grustak i en terrasse på ca. 10 m o. h. I overflaten ser det ut til å være finkornige masser av mo og finsand som overleirer lagdelt sand og grus. Terrassen strekker seg østover til Kvatningfjell og er en gjenstående deltaavsetning. Et karakteristisk profil er vist på fig. 37.

Ved Himo, lenger øst i dalen, ligger en annen terrasse på 42 m o. h. med mektighet ca. 17 m. Lagfølgen er omtrent som ved Kvatninga. Stort sett er sorteringen dårlig.

For terrassene i Namdalen later det til å være et almindelig trekk, at finkornige masser av noen få meters mektighet ligger i overflaten, hvilket tyder på sedimentasjon under rolige hydrologiske forhold.

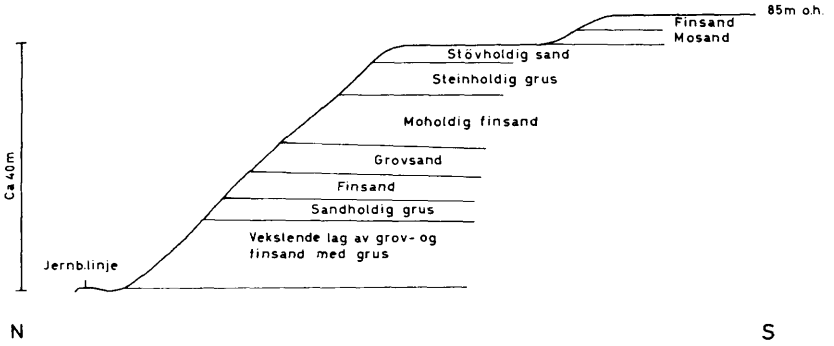


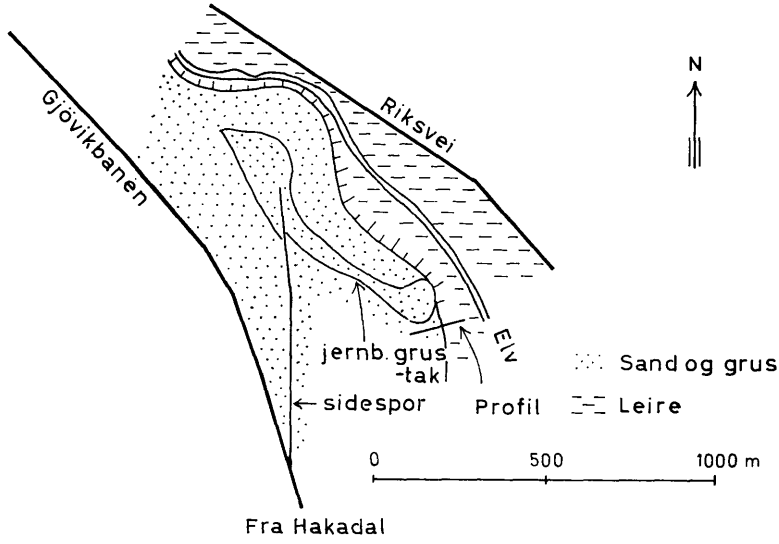
Fig. 38. Gjenstående dalfylling (delta) ved Røra, Stjørdalen.
Part of the valley deposits (delta) at Røra, Stjørdalen.

Stjørdalen: Hegra og Flornes.

Ca. 1,5 km øst for Hegra stasjon ved veien opp til festningen ligger et grustak i en terrasse som må være avsatt i fjorden mens dødisen ennu lå som en streng midt efter daværende Stjørdalsfjord. H. o. h. er ca. 80 m. I den 30 m høye stuffveggen sees sterkt vekslende lag av sand, grus og mosand, men dessverre mangler profiler med beskrivelser. Lenger oppe i dalen ligger derimot en lignende marin lateralterrasse syd for jernbanelinjen mellom Sona og Flornes stasjoner. Under krigen foretok jernbanen en grunnundersøkelse i den 40 m høye skråningen her, hvorved der ble påvist vekslende lag av grus og sand slik som vist i profil på fig. 38. Sorteringen er dårlig, og en stor del av materialet virker relativt raskt sammenskyllet. Øvre terrassetrinn ligger på 85 m o. h.

Elnes i Hakadal.

Ved Elnes, noen km nord for Hakadal stasjon, har jernbanen et nedlagt grustak i en marin lateralterrasse. I tidens løp er der tatt ut så meget grus her at den opprinnelige topografi er forandret. Stedet ligger noen hundre meter øst for jernbanelinjen. H. o. h. er 195—200 m hvilket tilsvarer den marine grense. Noen steder er karakteren av terrasse fremherskende, mens der på andre plasser kan være litt uregelmessig topografi. Antagelig har der ligget dødisrester i strandkanten og smeltet ned. På fig. 39 er vist både situasjonsskisse og et profil gjennom terrassens ytterkant. Som profilet viser ligger over et bunnlag av leir vekslende lag av finsand og mo, som igjen overleires av grovere masser. Disse har stort sett dårlig sortering, og virker som raskt sammenskyllet materiale. Mikroskopiske undersøkelser viser at partiklene vesentlig består av nordmarkittkorn.



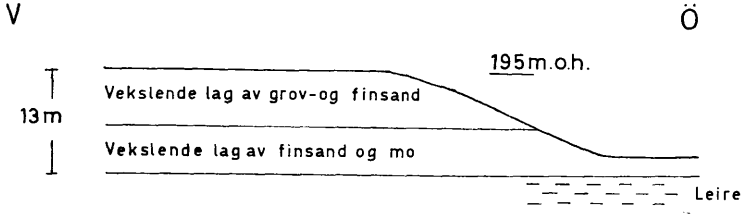


Fig. 39. Elnes i Hakadal.
The Elnes deposit in Hakadal.

Bolstadøyri.

Noen mil nordøst for Bergen, innerst i Bolstadfjorden har også jernbanen et nedlagt grustak i en marin lateralterrasse. Situasjonen fremgår av fig. 40. Terrassens innerkant ligger ca. 45—50 m o h. Dessverre finnes ingen fyldestgjørende profiler fra grustaket som forteller om dannelsesmåten, men ifølge beskrivelser og siktekurver er materialet temmelig grovt og inneholder dels store mengder rullesten. Det virker som et raskt sammenskyllet materiale med ca. 50 % grus og 50 % sand når rullestensinnholdet trekkes fra. Antagelig har breelver tømt ut løsmasser i en trang

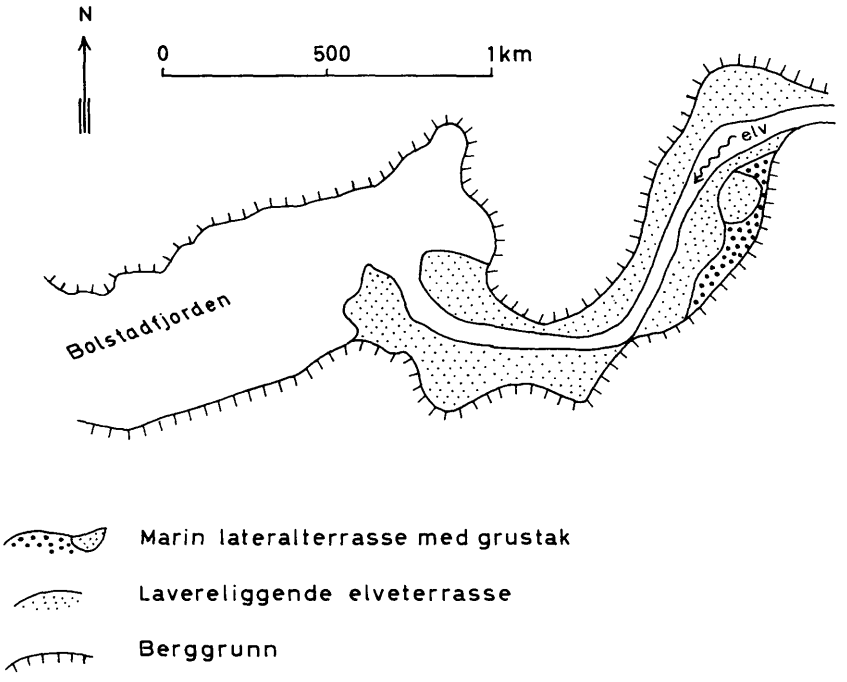


Fig. 40. Bolstadøyri. En gjenstående marin terrasse.
Remnants of the marine terrace at Bolstadøyri.

fjordarm mellom brekanten og den steile dalsiden. Bergartmaterialet består av mye lerglimmerskifer og gneis med dårlig kornsammenbinding. En eiendommelighet er, at en stor del av stenene i grustaket er flate. I jernbanelinjen ble denne grusen fort nedslitt og av den grunn ble grustaket nedlagt for mange år siden.

Nodeland.

I sin avhandling «Sørlandet i sen- og postglasial tid» (NGU nr. 210) omtaler Bjørn G. Andersen en del randterrasser i Sørlandets dalfører mellom Ra-trinnet og kysten. Vest for Søgneelven ved Nodeland stasjon ligger en stor, horisontal terrasse på 24 m o. h. Under krigen ble der her tatt ut store mengder sand til støpning i jernbanens tunneler. De få tverrprofiler som finnes gir ikke gode nok bilder av vekselllagringen. Stort sett virker materialet godt sortert og noe enskornig. Lignende terrasser, eller rester efter sådanne finnes også andre steder i dalføret. De er antagelig avsatt i en fjordarm mellom dalsiden og en iskant.

D. EKSEMPLER PÅ GRUSTAKS LAGFØLGE I DET SUPRAMARINE OMRÅDE

1. Lateraldannelser til dalenes dødis

er avleiringer med betingelser for å inneholde verdifulle grustak. Som den faglige nomenklatur uttrykker er disse dannelser oppstått langs randen av dalenes siste isrest. Materialet kan være sortert så vel som usortert. Hvor det er avsatt i en lateralsjø eller i rennende vann langs iskanten vil det være vasket og sortert. Tilhører derimot materialet isens ablasjonsmorene uten å være flyttet av vannstrømmer under isens smeltning, eller er det kommet fra dalsiden med skred, vil det være usortert. Lateralterrassenes bygning kan være sterkt skiftende selv over korte strekninger.

For de østlandske dalførenes vedkommende er lateraldannelsers genesis omtalt i Del I, s. 37 o. f. under beskrivelse av Trysildalførenes, Rendalenes og Glåmdalenes avleiringer, hvor de utgjør de store dalfyllinger.

De nedenfor omtalte forekomster av denne kategori er beskrevet av jernbanegeolog Fredrik Huseby.

Rendalen.

Dalfyllingen syd for Storsjøen i Rendalen er muligens den største i sitt slag på Østlandet. Den består av mektige sand- og grusavsetninger i et belte langs med hver dalside. Mot dalbunnen begrenses beltet av en markert brattkant som faller ned mot en flere hundre meter bred, flatbunnet forsenkning midt efter dalen hvor Rena-elven renner. Brattkanten er enkelte steder mellom 30 og 50 m høy. På grunn av sparsomme snitt har vi tidligere bare fått tilfeldige opplysninger om disse løsavsetningers stratigrafi. Men sommeren 1963 foretok Statsbanenes Geotekniske kontor omfattende grunnundersøkelser i et større skogbrannfelt vest for Deset. Ved boringer til et dyp av 15 m under terreng fikk man verdifulle opplysninger om løsmassenes sammensetning.

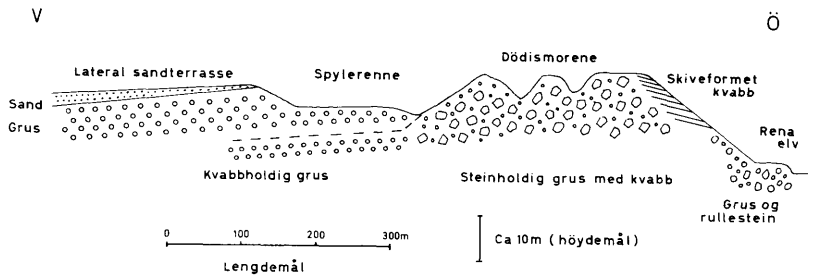


Fig. 41. Profil gjennom dalfyllingen vest for Deset, Rendalen.
Profile through the valley deposits west of Deset, Rendalen.

På fig. 41 er fremstillet et profil som skjematisk viser lagfølgen i dalfyllingen vest for Deset. Lengst i vest ligger en flere hundre meter lang og bred sandterrasse som til flere meters dyp under markens overflate består av relativt godt sortert sand. Den må være oppstått i en issjø mellom dalsiden og kanten av dødisen, som på det tidspunkt lå midt efter dalen og smeltet ned. Ved neste nedsmeltningstrinn ble der dannet en bred, flere kilometer lang spylerenne mellom lateralterrassen og dødisen lenger øst. Til et dyp av inntil 7 meter under terreng påtreffes vekslende lag av grus og grov sand med tildels god sortering, praktisk talt uten finstoff, hvilket tyder på ganske stor strømningshastighet i vannet. Det er mulig at kvabben er utvasket finmateriale annetsteds fra, men det er også tenkelig at man er nede i morenegrus. Ved boringer i dødisavsetningene er det nemlig påvist grov grus med belegg av kvabb på gruskornene, foruten kvabblinser. Innholdet av rullesten på knyttnevestørrelse er ganske stort. Dødismorenene erkjennes morfologisk ved et virvar av hauger, rygger, pytter og grytehull. De største grytehullene som når ned i grunnvannet danner tjern.

Ca. 35 % av stenmaterialet i dødbreavsetningene består av granitt og rød sparagmitt fra berggrunnen på stedet, mens resten er relativt langtransportert, sparagmittisk materiale. I spylerennen er det bare ca. 10 % granitt og rød sparagmitt, mens resten er langtransporert. Forklaringen på dette må være at dødismassene vi nu ser er en slags indre morene. Opprinnelig har den vært overleiret av overflatemorene som av smeltevann er blitt omsortert og ført ned i spylerennen langs brekanten. Undersøkelser andre steder i Rendalen viser nemlig at indre morener har opptil 50 % stenmateriale av lokal opprinnelse, mens overflatemorenene vesentlig inneholder fremmed materiale.

Langsmed brattkanten sees ofte skiveformet kvabb. Dette er utvasket

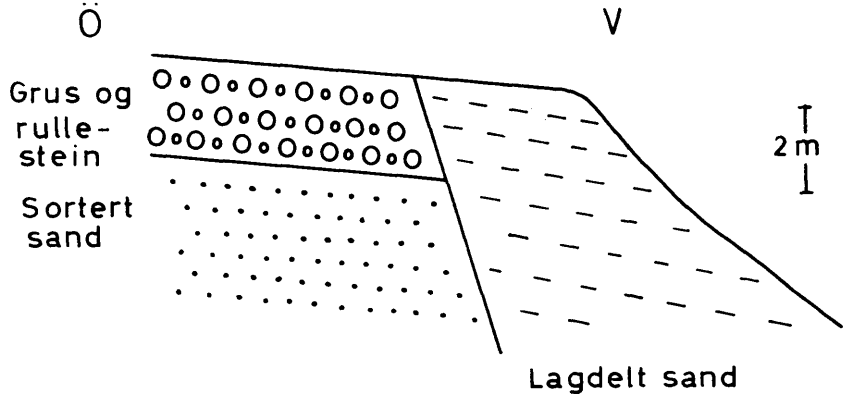


Fig. 42. Ravinen ved Rødsbakken.
The ravine at Rødsbakken.

finstoff fra morenen innenfor, som av grunnvannet er blitt ført vekk og avsatt i terrengoverflaten. Skivestrukturen er et sekundært fenomen som skyldes at kvabben siger når den blir våt.

I den nordligste delen av det undersøkte området ligger en ca. 400 m lang grusrygg som hever seg opptil 20 m over terrenget omkring. I foten er bredden 100—150 m. Boringer gjennom topp og fot av ryggen avslørte mest grov og fin grus med relativt dårlig sortering. Ryggen er nok avsatt i en sprekk eller kanal i isen, hvilket er en vanlig oppfatning av dannelsesmåten for eskere. De har ofte en kjerne av rullesten, mens de i overflaten består av grus. Opp av dalfyllingens sand- og grusmasser stikker flere steder noen stenrygger som kan være flere hundre meter lange. Antagelig er det sprekkefyllinger i isen.

På den andre siden av dalen, litt nord for *Rødsbakken* finnes to interessante snitt i løsmassene. En gang i 30-årene ble et tjern innenfor brattkanten demmet opp til unormal høy vannstand av snemassene om våren. Demningen ga etter og vannet grov ut en 150 m lang ravine ned til foten av brattkanten. Det samme skjedde like i nærheten året etter. På fig. 42 sees et lite utsnitt av den største ravinens ytre del. Øverst er et 2 m tykt lag med rullestensholdig grus som overleirer godt sortert sand, tildels med lagdeling. Ytterst er en forkastning med lagdelt sand på utsiden. Gruslaget i overflaten er her avbrutt. Forklaringen må være at en isklump har ligget begravet under sandmassene i foten, og at setninger har funnet sted ved den endelige nedsmeltning. Lignende forkastninger sees også lenger inn i ravinen. Lengst inne er den skåret ut i kvabbholdig morenegrus.

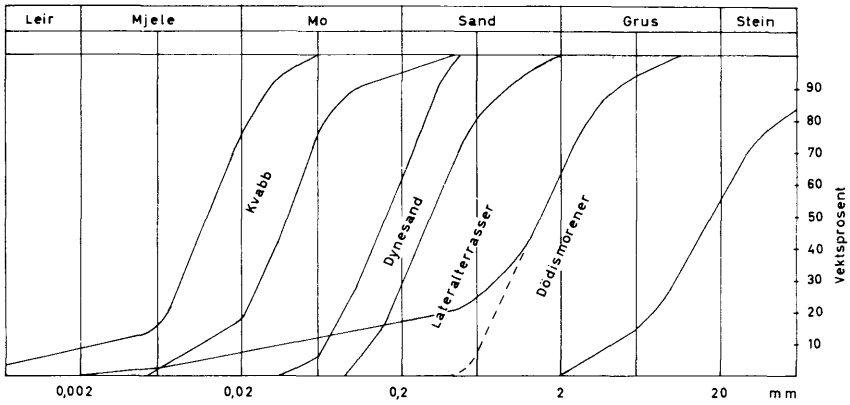


Fig. 43. Kornfordelingsdiagram i Desetområdets sandavleiringer.
Grain-size distribution diagram for the sand deposits of the Deset area.

I områder med dødbreer blir det under rolige hydrologiske forhold sannsynligvis avsatt sortert sand i hulrom og bassenger i isen, mens det i sprekker og kanaler med stor vannhastighet avsettes grovt materiale som grus og rullesten. Gruslaget som mange steder overleirer sandmassene kan være et raskt sammenskyllet materiale fra isens overflate som er blitt avsatt ved den endelige nedsmeltning.

Der er satt opp en mengde siktekurver for sand- og grusprøvene tatt opp i Desetområdet. På fig. 43 er gjengitt beliggenheten innen kornfordelingsdiagrammet av 4 almindelig forekommende slags sand og grus.

Glåmdalen.

I Glåmdalen er dalfyllingen ikke sammenhengende slik som syd for Storsjøen i Rendalen. Av velutviklede dalfyllinger innen landgeneralkartet Østerdalen kan nevnes avsetningene syd for elvene Imsa, Søkkunna og Hovda på dalens vestside. Således ligger Sorknesmoen som en flere km lang og flere hundre m bred terrasse syd for Hovda, med en markert brattkant ned mot elveterrassen langs Glåma. Sorknes grustak, som er jernbanens, skjærer seg her med 10—15 m høye vegger ca. 400 m inn i terrassen innenfor brattkanten. Mesteparten av grustakets nordvegg er gjenrast, men på fig. 44 er skjematisk vist sydveggens lag. Øverst er et 2—3 m mektig lag av tildels dårlig sortert sand med noe støvinnhold. Nær brattkanten er der relativt godt sortert sand med siktekurve omtrent som for flyvesand. Ved nøyere undersøkelse vil man muligens finne små avsetninger herav innen området. Flyvesanddyner forekommer lenger syd, ved Kilde.

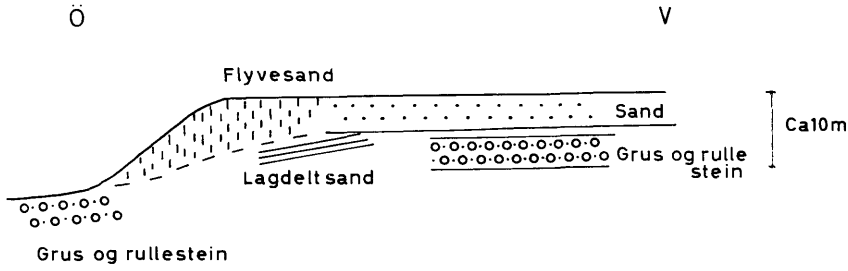


Fig. 44. Sorknes grustak i Glåmdalen.
The gravel pit at Sorknes in Glåmdalen.

I grustaket forøvrig ser det ut til å være godt sortert sand i ytre halvdel, tildels med lagdeling. Lenger inn påtreffes sterkt rullestenholdige gruslag med så dårlig sortering som om de skulle være morenegrus.

På Glåmas østside ved Steinvik kan en brattkant følges mere eller mindre sammenhengende flere km nordover. I enkelte få snitt sees kvabbholdig sand og grus av dårlig sortering. Det hele ser ut som morene. Litt lenger innenfor brattkanten er der en topografi av hauger og rygger som inneholder store mengder kantslitt sten av hodestørrelse. Haugene er tildels omgitt av små terrasser med relativt godt sortert sand og grus, hvilket antyder glasifluvial opprinnelse om enn i liten grad. Mot bunnmorenen er det ofte vanskelig å erkjenne noen markert overgang.

I elveterrassene langs Glåma kan man på lange strekninger se rullestenholdig grus i overflaten, men materialet veksler med dybden. Langs jernbanelinjen mellom Opphus og Rasta er ved boringer påvist lagdelt sand og grus av noen få meters tykkelse.

I denne del av Glåmdalen synes det som om en tynn isstreng har ligget midt etter dalen, mere eller mindre oppfylt av løsmateriale. Noen steder er løsmassene blitt avsatt langs iskanten uten å ha blitt nevneverdig påvirket av smeltevann. Men der hvor de største tverrelvene munner ut har det hopet seg opp større løsmasser som er blitt glasifluvialt påvirket og avsatt i form av terrasser.

Øst for jernbanelinjen i området Hanestad—Barkald ligger en rekke større og mindre rygger på tvers av dalføret. I enkelte snitt kunne tidligere sees godt sortert sand og grus, delvis i veksellagring. I Ørsjøbekk grustak som ligger i en 10 m høy rygg litt syd for Barkald stasjon ble det for mange år siden påvist sortert sand og grus liggende på morenemasser. Disse ryggene er antagelig oppstått ved at løsmateriale er blitt spylt ned

i isens tverrsprekker. Det sandige materiale med lite innhold av grove fraksjoner tyder på relativt rolig strømmende vann.

Nord for elven Auma ligger mellom Alvdal og Tynset en stor elveterrasse på ca. 520 m o. h. I søndre del har jernbanen et nedlagt grustak som ikke er blitt systematisk undersøkt. Hovedinntrykket er at der over lagdelt sand og grus ligger et flere meter mektig lag med grov grus og rullesten. På enkelte steder er steninnholdet anslått til minst 50 %. Det virker som et raskt sammenskyllet materiale hopet opp mot kanten av en ismasse som har ligget i dalutvidelsen ved Auma, og at vannstrømmen har kommet ned Aumas dal. Ca. 45 % av stenmaterialet er granitt og kvartsitt, 45 % er sparagmitt, mens 10 % er fyllitt. Blokker av sistnevnte

På s. 55 i beskrivelsen til det geologiske kartblad Tynset (NGU nr. 171) skriver G. Holmsen, at der hvor Gammeldalen munner ut i Glåmas bergart ligger og forvitrer i grusmassene.
dal er det meget store avleiringer av sand og grus, dels i rygger, dels jevnet ut i terrasser. I en slik terrasse ca. 2,5 km nord for Telnesset stasjon, avsatt som et delta på det geologiske kart, er en mindre undersøkelse gjort. I ytterskråningen som er 45 m høy er der boret til dyp av flere meter og påvist skråttliggende lag av sand og grus. Overkant av terrassen ligger på 550 m o. h.

Ved Os, hvor dalen har en utvidelse og to sidedaler kommer ned, ligger store glasifluviale avsetninger. Ca. 1 km øst for Os stasjon har jernbanen et grustak i sydvestre del av en terrasse mellom Verjåen og Nøra. Dens høyde ligger på 650 m o. h., altså nær opp til Nedre Glåmsjøs nivå. I grustaket sees vekslende lag av grus og sand, men også partier med kvabb. Partier med relativt stenfri grus veksler med godt sortert sand som er påvist i overflaten av terrassen. Antagelig er den avsatt i lateralsjøen Nedre Glåmsjø. 75 % av stenmaterialet er granitt og sparagmitt fra berggrunnen i sydøst, mens resten er hornblendeskifer og kvartsglimmerskifer.

Like syd for elven ca. 1,5 km sydøst for Glåmos stasjon ligger et flere hundre meter langt og bredt platå omtrent i retning Ø—V. Høyden er ca. 10 m. På fig. 45 er gjengitt en skisse og et profil tvers over platået fra et grustak og innover. Inntrykket er at grov grus og sandholdig grus veksler endel. Dette grove materiale tyder på en rask sammenskylling. Ved boringer er det påvist at bunnmorenen strekker seg fra bunnen av grustaket og på skrå oppover for å nå ut i dagen mot N og Ø. Platået synes å markere et stillstandstrinn av isen eller en rest av denne som har ligget med utstrekning Ø—V på terrassens nordside.

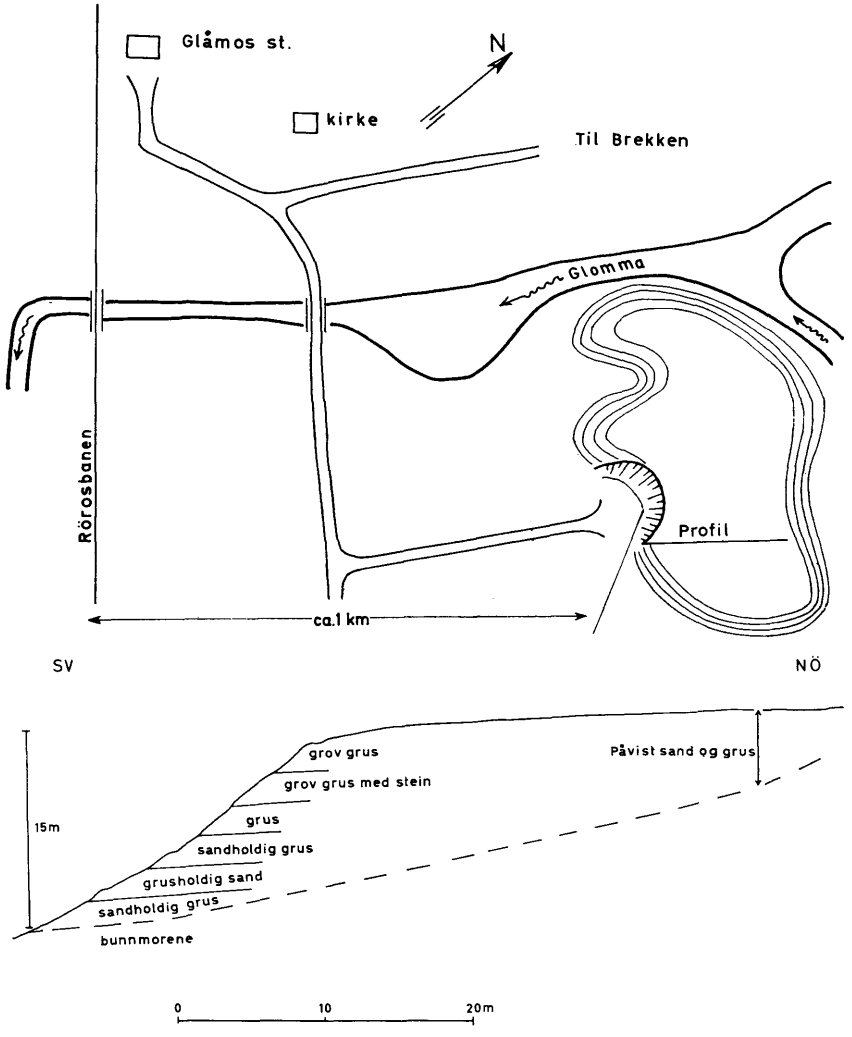


Fig. 45. Grustak sydøst for Glåmos stasjon. Profilet viser lagfølgen i grustaket. *The gravel pit south-east of Glåmos station. The profile shows the stratal sequence in the pit.*

På østsiden av dalen ved Glåmos, ca. 3 km nord for Glåmos stasjon, er det straks øst for jernbanelinjen foretatt undersøkelse omkring et gammelt grustak i en lateralterrasse som ligger omkring 670 m o. h., hvilket skulle tilsvare Nedre Glåmsjøs nivå. Lagfølgen er finsand øverst, deretter sand, steinholdig grus, grusholdig grov sand, finsand og grov grus. Bortsett fra

topplaget faller lagene ut mot dalsiden, og samlet mektighet er ca. 15 m. Materialet må være avsatt av breelven langs isen.

Setesdalen.

På Glasialgeologisk kart over Sørlandet av Bjørn G. Andersen (NGU nr. 210, 1960) er der avsatt noen høyereliggende terrasser ved Hægeland i Setesdal. Forekomstens opprinnelse er omtalt i Del I s. 117 o. f. I en av dem hadde den nu nedlagte Setesdalsbane sitt grustak, som siste gang ble undersøkt i 1951. Av Geoteknisk kontors rapport anføres: «Grusforekomsten opptrer i det trange dalsøkk som danner en fortsettelse av Kilefjordens renne i SSV-lig retning mot Hægelandsvatn. Man har her flere åslignende avsetninger av morenemateriale fra isens tilbaketrekning mot Kilefjorden. Det avsatte materiale har vært påvirket av utstrømmende smeltevann hvilket fremgår av den mer eller mindre tydelige lagdeling av materialet. Forekomsten med jernbanens grustak ligger nær det nordlige innløp til dalsøkket med fjell som begrensning langs hele vest- og sydsiden.»

Opprinnelig har det nok vært en eskerlignende lateralavsetning her, men i tidens løp er så store grusmasser tatt ut at den opprinnelige topografi er blitt helt forandret. Den glasifluviale struktur er utpreget. Stort sett virker sorteringen dårlig og forekomsten er antagelig avsatt i hurtig strømmende vann.

Dokkaområdet.

På nordsiden av Etna vest for Dokka stasjon er dalfyllingen ganske stor. Den er utviklet i mere eller mindre sammenhengende terrasser, rygger og bastionlignende fremspring ut mot elven. Gjennomsnitlig h o. h. er 170 m, altså 35 m høyere enn Randsfjordens vannspeil. Et gjennomgående trekk er at finsand og kvabbholdig finsand ligger i overflaten de fleste steder. Således er det i den flere hundre meter lange og brede terrassen ved Hognmo påvist finsand inntil et dyp av 6 m.

Ved Nordre Røste, ca. 6,5 km vest for Dokka stasjon, ligger et grustak i dalfyllingens ytterkant. Lagstillingen er vist på fig. 46. I nedre halvdel er det grus med et innhold av eggstore rullesten på opptil 70 %. Derover er der sand og grus i veksellagring av tykkelse 15 m. Et finsandlag i toppen heller 25 m fra brattkanten skrått innover for å overleires av finsandholdig kvabb som danner jordarten noen hundre m innover mot dalsiden. Forholdene tyder på at sedimentasjonen har foregått i relativt stillestående bassenger mellom dødisen og dalsiden. Bare få steder i dette område er det påvist sand og grus i slike mengder at det har praktisk betydning.

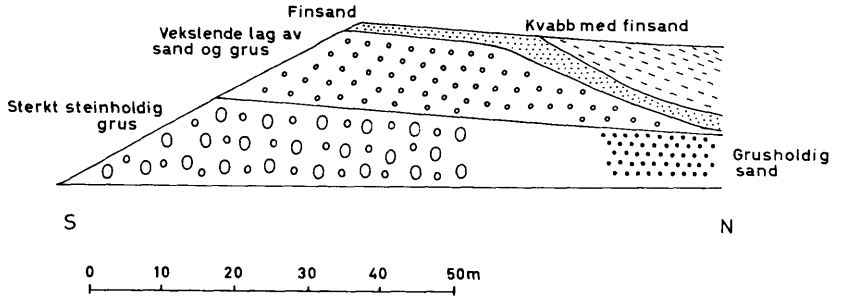


Fig. 46. Profil i grustak ved Nordre Røste.
Profile through the gravel pit deposits at Nordre Røste.

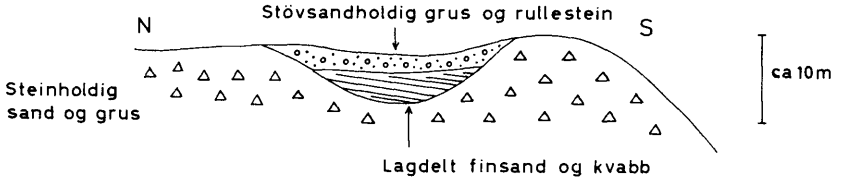


Fig. 47. Lagfølgen i grustak ved Snertin, Dokka.
Profile through the gravel pit deposits at Snertin, Dokka.

Ca. 6 km vest for Dokka stasjon finnes en sandrygg av lengde 100 m og høyde 8 m. Den kalles for Spellmannshaugen, er bratt mot nord og faller mere jevnt av mot syd. Boringer viser at den i overflaten består av et flere m mektig lag med finsand og kvabb, som overleirer sandlag av relativt god sortering. Under disse lag ser det ut til å være homogen finsand. Grunnvannspeilet som er konformt terrengoverflaten er påvist nede i denne finsanden. Ved boringer i nærheten støter man på omtrent samme forhold, nemlig finsand og kvabb, som overleirer sandlag. Dette tyder på at haugen ikke er en sprekkefylling i isen, men en erosjonsrest.

Langs Dokka og noen km nordover fra elvens sammenløp med Etna opptrer tildels ganske betydelige løsavleiringer. Ved leilighetsvise undersøkelser i overflaten er foruten støvsand og kvabb, bare påvist usortert sand og grus med stort steninnhold. Ved Snertin, 2 km NV for Dokka stasjon ligger en stor, ca. 300 m lang og 150 m bred terrasse hvis h. o. h. er minst 200 m. I et grustak i terrassens vestre del såes i 1959 mest usortert sand og grus med en del kantslitte sten. En lomme i midtpartiet inneholdt lagdelt finsand og kvabb med et rullestens- og støvsandholdig gruslag på toppen slik som fremstilt på fig. 47. Terrassen er nok oppstått ved nedsmeltning av dødisrester i området.

Ved Brurud, et par km øst for Dokka stasjon, ligger en ca. 200 m lang og 150 m bred, svakt hvelvet rygg i retning N—S. Antagelig har den strukket seg 150 m videre henimot elven, men i denne delen hvor jernbanens gamle grustak lå er der tatt ut så meget materiale at den opprinnelige topografi er borte. Her later det til å ha vært mest noe dårlig sortert, grusholdig sand. Ved boringer i den intakte del av ryggen er det påvist sandige masser med endel grus. Sorteringen er noe dårlig.

Litt nordvest for det gamle grustaket ligger en 110 m lang og 5 m høy rygg i retning N—S. Under en kappe av finsand ligger vekslende skråstilte lag av sandholdig grus, og grusholdig sand. Haugen inneholder endel rullesten, og materialet virker noe raskt sammenskyllet. Den skrå lagstillingen som heller mot øst tyder på avsetning i smeltevann fra en bre som har ligget midt efter dalen.

Den førstnevnte ryggen ved Brurud ligger på 150 m o. h. Dette korresponderer med høyden av et par små rygger ved Berg og Mæhlum på den motsatte siden av dalen. I overflaten her er der påvist støvsandholdig grus av få meters mektighet. Ved Mæhlum går en 25 m høy brattkant ned mot elven.

Syd for Åvella som renner ut i Randsfjorden ligger en ca. 200 m lang og 150 m bred terrasse inn til dalsiden. Med en ca. 40 m høy brattkant ligger dens overflate på 170 m o. h. hvilket tilsvarer noenlunde terrassehøydene nord for Etna. I overflaten sees rullestenholdig grus, men ved boringer ser det ut til å være 10—20 m tykke lag av sand og grus under overflaten. Sorteringen er noe dårlig. Dypere ned antas det å være finsand i store mengder.

Sand- og grusavsetningene ved Brurud, Berg, Mæhlum og Åvella må være laterale glasifluvialdannelser. Forøvrig er det påfallende at sand og grus ikke er påvist på sydsiden av Etna litt lenger vest. Noen små terrasser finnes på 160—170 meters nivået, blant annet ved Bardalen, men ved boringer i overflaten har man bare støtt på finsand og kvabb.

Grusen i Dokka-området består vesentlig av finkornig kvartssandsten og er meget slitesterk til ballastgrus for jernbanen.

For *Gudbrandsdalens* vedkommende er lateraldannelser omtalt i Del I, s. 81—86 hvor moderne avhandlinger av Jan Mangerud, Per Jørgensen, Arne Tollan og Ole Fredr. Bergersen er referert.

Fig. 48 viser snitt gjennom breelvgrus avsatt og støttet mot dødis i Sel ved Vågårustens munning.

Mangerud har påvist (1965) at i Vinstradalen ligger mektig bunnmorene over eldre glasifluviale sedimenter. Et snitt, som viser lagfølgen ved Kamfoss er reprodusert i Del I, s. 83.

Fig. 48. Grustak i iselvgrus. Vågårustens munning, Sel. Forkastning p. g. a. isstøttet kontakt, Per Jørgensen fot. 1959.
Gravel pit in fluvio-glacial deposits, at the mouth of Vågårusten, Sel. Note channel fill deposit with fault.

Ved sitt utløp i Laugen har Vinstra avsatt et delta hvori store grustak i lag med vekslende sortering ligger konformt med markoverflaten (Mangerud 1964). På sydsiden av Laugen i Kvam ligger grustak med gode snitt gjennom glasifluviale akkumulasjoner, hvorav et fotografi er reprodusert. I grustakene langs en ny vei her er nu funnet 3 mammuttenner. Lateralavsetningene kan spores til 50 m's høyde over dalbunnen, i Ringebu går de på nordsiden av dalen ennu høyere, til henimot 100 m over dalbunnen.

Kornfordelingsanalyser over mange grusprøver er fremstillet i Mangeruds avhandlinger.

Bergersen fremholder (1963) at løsmassene langs Laugens dalføre foran sideelvene Frya, Våla, Tromsa og Brynesåene skiller seg fra de glasifluviale avleiringer i hoveddalens bunn ved sitt karakteristiske materiale av autokton opprinnelse i motsetning til dalbunnens alloktone materiale. Ifølge Bergersens dagbok 19/9 1962 ligger på østsiden av Laugen i Øyer en lateralavsetning omtrent fra broen ved jernbanestasjonen sydover til Aassletten. I overflaten er store blokker, som antas å stamme fra abla-

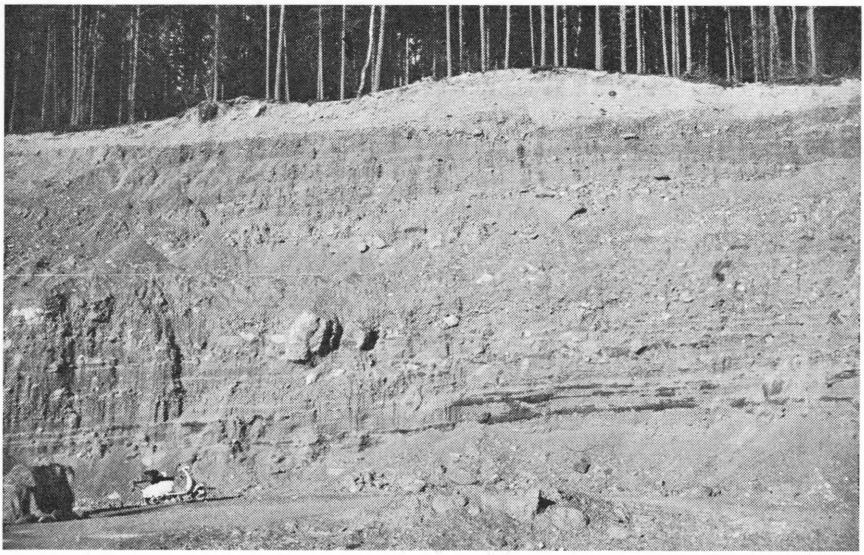


Fig. 49. Snitt i lateralavsetning ved Brynesåene, Øyer. Ole Fr. Bergersen, fot.
Section through the lateral deposits at Brynesåene, Øyer (photo: Ole Fr. Bergersen)

sjonsmorene, fig. 49. Mange steder bærer lokalitetene vitnesbyrd om at løsmassene er akkumulert i dødismiljø med grytehull spredt utover terrassene. Noe materiale synes også å være avsatt subglasialt.

På andre lokaliteter viser sedimentasjonsstrukturen at vannet som avleiret massene strømmet langs dalen fra nord mot syd.

Der foreligger også i Bergersens avhandling tallrike kornfordelingskurver.

2. Breelvdeltaer.

De siste dødisrester i dalene efterlot seg hauger og rygger av morenemateriale som smeltevannet jevnet ut og sorterte. I dalbunnene på Østlandet finner vi moer med lag av sortert sand og grus (Del I, s. 46). Som regel er moenes materiale grovere i den proksimale enn i den distale del.

Fig. 50 viser et snitt i jernbanens gamle grustak ved Fosmoen, Grundset, gjennom flattliggende sandlag. Bak grustaket reiser seg dalfyllingens lateralterrasse.

Hvor tverrdaler munner i hoveddalen sees mange steder høye og utstrakte breelvdeltaer. Hoveddalens dødis demte for avløpet fra tverrdalen, og en lateralsjø oppstod. I denne ble det materiale breelven fra tverrdalen

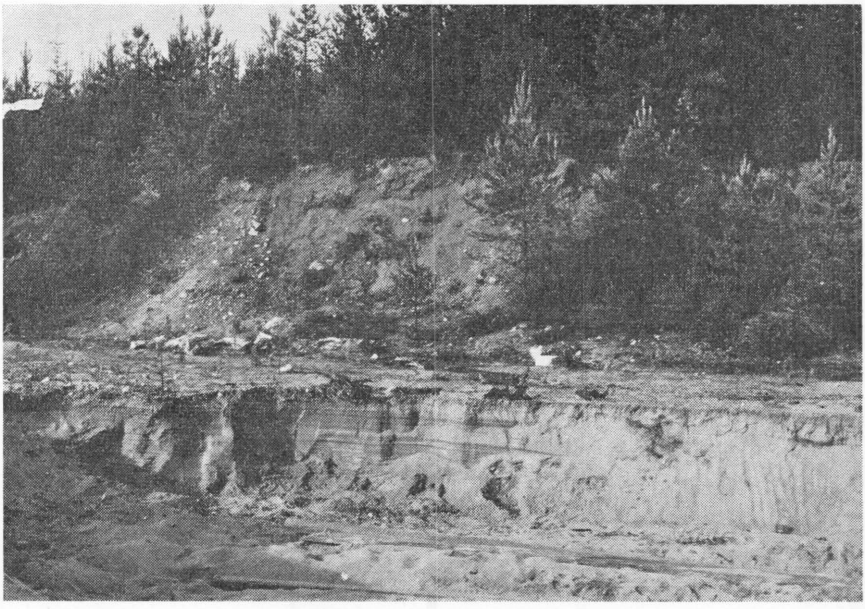


Fig. 50. Snitt i jernbanens gamle grustak Fosmoen, Grundset.
Part of the old gravel pit near the railway, Fosmoen, Grundset.

førte avleiret. Eftersom dødisen i hoveddalen smeltet og lateralsjøens nivå sank, ble lavere akkumulasjonsterrasser dannet i deltaet. Et stort breelvdelta av denne art er beskrevet av John Haakanes i hans hovedoppgave i fysisk geografi 1945. Det ligger ved Ølvellas utløp i Heddøla, Telemark. Før smeltevannet fra Tinnsjøbassenget fant vei langs Tinnåi rant en stor breelv der hvor nu Ølvella renner. (Del I, s. 101). Se fig. 51.

I de bredemte sjøers område har denne slags akkumulasjoner stor utbredelse. (Del I, s. 137 o. f.). Deltamaterialet finnes noen steder avleiret på usortert morenemateriale, som formentlig skriver seg fra bunnmorene avsatt under den nordvestlige isbevegelse. (Del I, s. 24).

Fra Veglaboratoriet har forfatteren mottatt beskrivelse av

Tord og Helge Rindals grustak i Vingrom ved Mjøsen.

Forekomsten er en deltaavsetning i Mjøsen i dalføret vest for Frydenlund skole undersøkt av Veglaboratoriet omkring årsskiftet 1963/64.

Rindas delta er omtalt av F. Moldekleiv i dagbok ført under hans kvartærgeologiske kartlegging sommeren 1952, 25/7 og 29/7. Her ligger terrasser med breelvgrus i flere tydelige trinn, det høyeste på sydsiden av

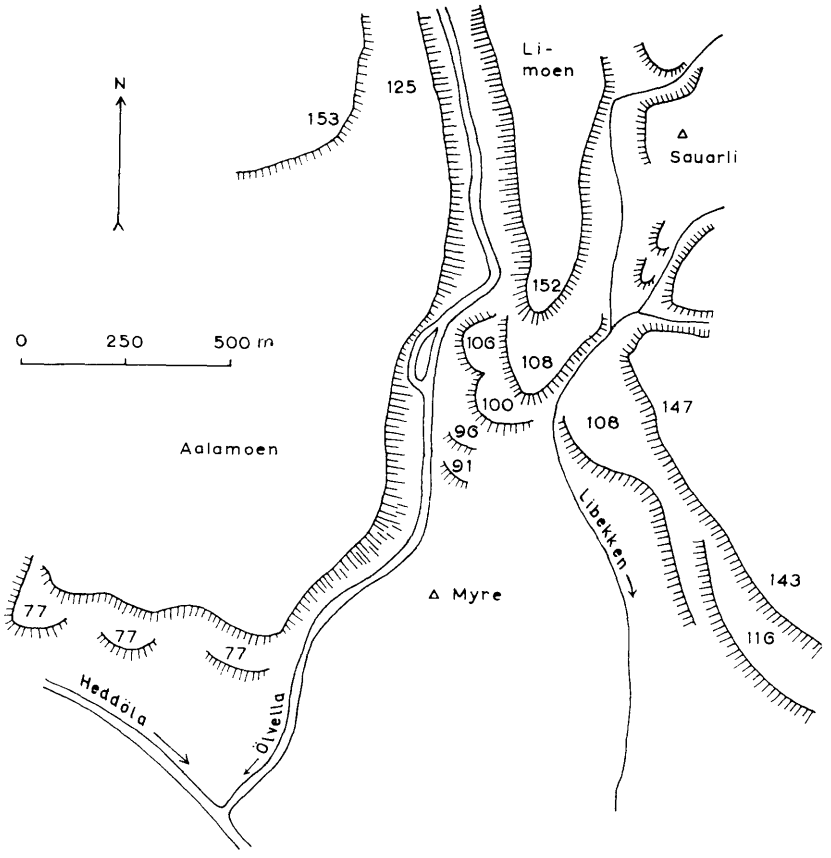


Fig. 51. Breelvdelta ved Ølvellas utløp i Heddøla.
Fluvio-glacial delta near the confluence of the rivers Ølvella and Heddøla.

Rindas utløp i Mjøsen når til ca. 40 m over sjøens vannflate. På nordsiden av Rinda, hvor T. og H. Rindals grustak ligger, omtales deltaet som «rester» av terrasser.

15 grusprøver fra forskjellig dybde ned til 3 m under terrasseflaten er anskueliggjort ved Veglaboratoriets kornfordelingskurver. Til 3 m's dypet viser alle prøvene stenførende grus. I et åpnet grustak har forekomsten lengst ut mot Mjøsen en mektighet på omkring 10 m. Med dybden blir materialet mer finkornig og fører så meget finstoff at sams masse antagelig er telefarlig.

I de undersøkte prøver består stenene i det øverste lag av ca. 60 %

amfibolitter og diorittiske bergarter, lite skifrige eller folierte. Resten er vesentlig grov Brøttumsparagmitt.

Grusfraksjonen til 3 m's dypet består av ca. 60 % sparagmitt, ca. 30 % amfibolittiske og diorittiske bergarter, vesentlig skifre fra Brøttumsparagmitten.

I sandfraksjonen er de svake, skifrige bergartene noe mer anriket, løst anslått til ca. 30 %. Resten av sandfraksjonen består stort sett av de andre, ovenfor nevnte bergarter.

Fra statsbanenes arkiv meddeler Fr. Huseby om forekomsten:

Bakkerud, Numedal.

Mellom Svene og Bakkerud i Numedal hvor dalbunnen er flat og vid finnes store avsetninger med sand og grus som må være skyllet utover av breelver. (Geologisk kart Flesberg, NGU nr. 143). Like syd for Bakkerud gjorde jernbanen en grunnundersøkelse i 1961 straks øst for jernbanelinjen. Det ble ved boringer til 6 m under terreng påvist vekslende lag av sand og grus. Profilene egner seg dårlig til gjengivelse. Materialet er sandig og sorteringen noe dårlig. H. o. h. er ca. 192 m.

3. Eskere

er alminnelig utbredt i dalene på Østlandet og omtalt i Del I under avsnittene «Det stagnerte isdekkes smeltning og avleiringer» og «De bredemte sjøers område».

Eskerne er imidlertid ikke bare knyttet til dalførene, de finnes også i de områder, som på oversiktskartet er betegnet som bestående vesentlig av et tynt og spredt morenedekke over berggrunn, eller som et område hovedsakelig dekket av usortert morenemateriale, hvor de mange steder utgjør de eneste nyttbare forekomster av grustak i det supramarine område.

Alminneligvis er eskerne bygget av sortert, vasket sand og grus i vekslende lag. Topplaget kan, i motsetning hertil, på mange lokaliteter bestå av usortert ablasjonsmorene, avsatt over breelvgruset under smeltningen av taket over tunnelen.

Der foreligger bare få beskrivelser av grustak beliggende i eskere. Jernbanegeolog Huseby har gitt nedenstående beskrivelse av en eskers bygning. Omkring østre ende av *Trevatn,* som ligger mellom Randsfjorden og Einavatn, er det et landskap med hauger og rygger, et dødislandskap avsatt av en smeltende dødbre. Materialet er utpreget sandig og relieffet moderat. Ca. 4 km lenger syd, ved Sandbekken, ligger en lav, liten esker. På fig. 52 sees den i situasjon og lengdeprofil. Under en kappe av kvabb og

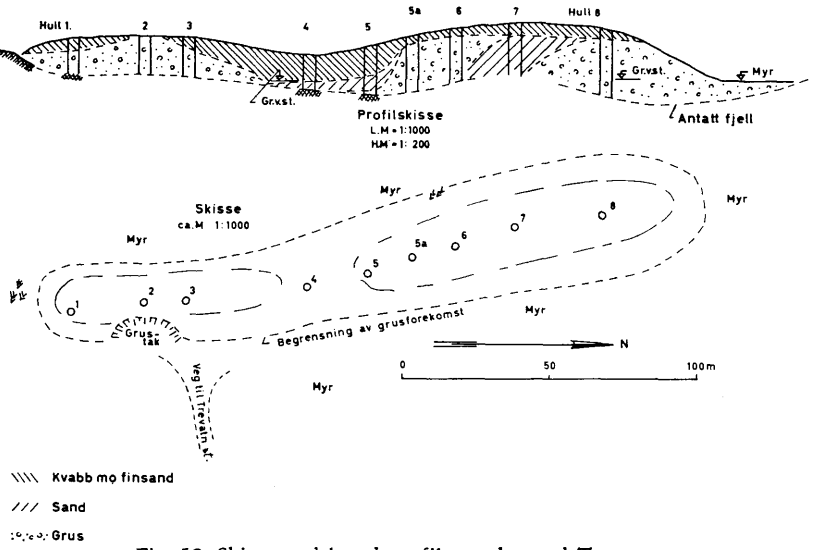


Fig. 52. Skisse med lengdeprofil av esker ved Trevatn.
Sketch showing the longtudinal profile of the esker at Trevatn.

mo er det ved boringer påvist sand og grus av vekslende sortering. Innen området har der antagelig vært et sparsomt innhold av løsmateriale i dødbreen.

Fra geolog Jøsang har jeg mottatt Veglaboratoriets beskrivelse av *Tjernmoen* grustak, Hedmark, som ligger ca. 2 km syd for Ossjøen ved Trysilveien. Fra en grusforekomst her, i en terrasselignende flate, som nordover langs østsiden av Lille Ossjøen går over i en stor grusrygg, er innsamlet 21 prøver, undersøkt i Veglaboratoriet.

Tjernmoen gård ligger efter rektangelkart Søndre Osen 460 m o. h. Området er geologisk kartlagt av A. Samulesen 1948 og beskrevet i hans dagbok 1948, 30/7. Nord for høydetallet 460 på kartet begynner en esker, som strekker seg sydover langs vestsiden av den lange, smale Håsjøen. Et stykke er den utformet som en flate, ca. 30 m bred. Det er formodentlig her Vegvesenets prøver er tatt. Andre steder har eskeren en skarp rygg. Dens materiale er sand og rullestensgrus. Breelvgruset strekker seg fra grustaket ved Tjernmoen nordover helt til Ossjøen i uregelmessige hauger inn mot dalsiden. Materialet skifter i kornstørrelse. Ut mot sjøen er der et belte der haugene består av bare sand. Dette belte går helt til Næringa på sjøens vestside. Sønnenfor sandbeltet er der rullestensgrus på begge sider av sjøen.

På vestsiden av Lille Ossjøen er et vidstrakt grytehullandskap, som strekker seg sydover dalen langs de lange, smale håene.

Kornfordelingskurver er tegnet for alle prøver. Disse er tatt fra hver halve meter fra 1,5 m's dypet til 3,0 m. De viser, at øverst ligger stenførende grus, derunder fra 2,5 eller 3,0 m's dybde er sand.

Grusets bergartsammensetning er ensartet, bestående av forskjellige sparagmittbergarter av typen Vardalssparagmitt, Ringsakerkvartsitt, Moelvsparagmitt (mer finkornet type) og Brøttumsparagmitt.

Sandfraksjonen inneholder mineraler og bergartbruddstykker fra disse bergarttypene.

Alunskifer ble ikke sett i noen av de innsendte prøver, men under en befaring i grustaket kunne en og annen sjelden blokk (opp til et par dm^3 store) av alunskifer iakttas.

Ole Fredrik Bergersen beskriver i sin dagbok for 12/8 1961 en esker på vestsiden av Laugen i *Øyer*. Den sees i 3 km's lengde mellom veien og jernbanelinjen fra Nymoen nord for Øyer stasjon sydover til Langløkken. Bredden går opp til 200 m og ryggens høyde når til 20 m over veien, dette er meget nær 40 m over Øyer stasjon. Brønngraving på stasjonstomten viste fluvialt materiale til 10 m's dyp, og det samme er funnet på gårdene langs ryggens vestside. Eskerens lagdeling er tydelig og med god sortering, enkelte lag overveiende stenførende, men alminneligst er lag med grov sand og grus. I overflaten ligger spredte blokker, og i forsenkningen hvor veien går er kvabb i overflaten. Fig. 53.

E. HVAD EKSEMPLENE VISER

Nesten alle våre grusforekomster skriver seg fra innlandsisens avsmeltningsperiode. De som ligger under den tidligere havstands høydegrense er hovedsakelig knyttet til aktive breers randmorener og deres breelvers utløp i sjøen, mens de i det supramarine område er forbundet med døde isresters smeltning og materialavsetning i bredemte sjøer og lateralsjøer. De forskjelligartete avsmeltningsbetingelser over eller under den høyeste havstand har satt sine spor i forekomstenes bygning, om der enn ikke kan oppstilles generelle regler for lagfølgen innen de forskjellige kategorier av grusforekomster. Avleiringenes sortering bestemmes av strømhastighet og tilgjengelig flyttbart løsmateriale, og disse betingelser varierer fra sted til sted, og influeres dessuten sterkt av uregelmessige flommer.

Grustak i det hevete marine område.

Her er grus fortrinnsvis samlet i aktive breers morener med dårlig sortert materiale, på sine steder endog med en helt usortert morenekjerne.

Fig. 53. Lengdesnitt i esker, Øyer. Ole Fr. Bergersen foto.
Part of a section along the esker at Øyer (photo: Ole Fr. Bergersen).

Ramorenene egner seg således ikke særlig godt til anlegg av grustak. Men på vasket og sortert materiale fra morenene, omleiret av bølgeslag og strøm i sjøen, blir tallrike verdifulle grus- og sandtak drevet. Det flyttete materiale kan ligge så vel utenfor morenens rygg som innenfor. Lagene pleier være av temmelig ensartet kornighet, fri for blokker, og den slags forekomster utnyttes fortrinnsvis til fremstilling av støpesand, men på noen er materialet også skikket til utvinning av veigrus.

Eftersom kontinentalisen oppløstes i bretunger ble isbevegelsen dirigert av dal- og fjordretninger. Oscillasjoner under avsmeltningstiden kunne føre til avbrudd i smeltningen så vel som til fremstøt av bretungene. Lå brefronten lenge på samme sted, som eksempelvis under Ås-Skitrinnet, Akerstrinnet og Hauersetertrinnet, var betingelser til stede for avsetning av de store, marine breelvdeltaer.

Ottar Jøsang (1963) har beskrevet grusforekomsters avsetning i det hevete marine område, likesom dannelsen av deltaavleiringer i innsjøer og bredemte sjøer, og hvordan bygningen av eskere har foregått. Under innlandsisens smeltning hadde elvene stor vannføring og som følge derav stor transportevne for medrevet materiale. Hvor elven munnet i fjord eller innsjø ble dette opplagt i et delta med en viss lovmessig oppbygning, efter Jøsangs beskrivelse i lag med avtagende kornstørrelse med dypet og tiltagende heldning eftersom avsetningens dybde blir mindre. Nederst ligger

flattfallende lag, mjele og mo, og derover skråttstilte lag, vekslende mellom sand, grus og sten med lite innhold av finere fraksjoner. Mange steder hviler hele deltaavsetningen på bunnmorene over berggrunn, skriver Jøsang, hvis fremstilling er ledsaget av en illustrasjon, som viser deltaet i 3 stadier av dets avleiring mens det brer seg utover fjorden eftersom denne oppgrunnes.

Forutsetningen for en ensartet lagfølge i deltaavsetningene er et stabilt leie og utløp av elven. Det forekommer imidlertid sjelden. Efter hvert som deltaet oppbygges skifter utløpsosen plass fra den ene flom til den annen. Snitt i grustak gjennom breelvdeltaer med flomlag av grovt materiale viser at breelven gang på gang har skiftet løp, og dette finner man så vel på deltaets distale side som på dets proksimale. Noen regelmessig oppbygning av lag med forskjellig kornstørrelse kan derfor alminneligvis ikke iakttas i våre breelvdeltaer.

Hvor utløpsosen har vært stabil i lengere tid kan vi vente å finne en tiltagende kornstørrelse nedenfra og oppover i deltaets lag eftersom vanndybden avtar og strømmen som følge herav blir sterkere. Hver flom i elven vil da registreres ved lag av grovere kornstørrelse. Men enhver regelmessighet forstyrres når utløpsosen stadig skifter, således som tilfellet er ved breelvutløpene.

Hvis breelven får øket transportevne, som den ofte synes å få under brefremstøt, fører den grovere materiale ut i deltaet. Profilet gjennom avsetningen fig. 22 kan tolkes således, at deltaet må være avsatt under en fremrykning av breelvutløpet i fjorden. Direkte på berggrunnen ligger finsand sedimentert under rolige betingelser i betydelig avstand fra utløpsosen. Det derover følgende gruslag tyder på avsetning i strøm, formodentlig på grunn av fremrykning av brefronten. Når denne atter trakk seg tilbake inntrådte roligere sedimentbetingelser, således som det øverste kvabbholdige lag viser.

En annen utviklingshistorie fremgår av Jøsangs beskrivelse av Bråstad sandtak i Lierdalen (s. 64), hvor lagfølgen tyder på at breelvosen har trukket seg kontinuerlig tilbake uten noe avbrudd ved stans eller fremstøt. På berggrunnen ligger grus og sand, til dels med mo og mjele i lagveksel, opp til en tykkelse av 27,5 m, og øverst leir.

Beskrivelsen av Kleppen grustak i Vestfold (s. 65) forteller om den ofte forekommende lagfølge i de marine deltaer med finsand og mo nederst, sand- og grusholdige lag øverst som følge av deltaets oppgrunning eller av de øverste lags utvaskning ved bølgeslag eller strøm.

Lagenes stilling i Ryggkollens breelvdeltas distale del (fig. 27) viser en

diskordans, som må antas å skyldes at breelven har tatt nytt løp. Lignende uregelmessigheter i lagstilling er å se i de fleste grustak med snitt gjennom breelvavsetninger.

I Del I, s. 25 o. f. er omtalt hvordan en del israndterrasser på Romerike er oppstått.

Lagfølgen i 7 eksemplarer hentet fra Veglaboratoriets arkiv over grustak på Romerike viser øverst en sone med grovt materiale, derunder en lagrekke med vekslende grus- og sandlag, og nederst finsandlag, iblant mjelelag. Jo nærmere grustaket ligger Hauersetertrinnets proksimalkant, desto tykkere er det øverste stenførende lag med grov grus.

Nær Hauerseter stasjon har jernbanen drevet grustak helt siden hovedbanens anlegg. Den første beskrivelse av gruset, gitt av W. C. Brøgger 1877, er referert i Del I, s. 135. Lagfølgen i nærliggende grustak så vel som i grustak langs Glåmas flomløp gjennom Vinger og Eidskog er beskrevet og anskueliggjort på skjematiske profiler tegnet av jernbanegeolog Huseby. Mens grustakene ved Hauerseter ligger i breelvdeltaer avsatt i fjorden er grustakene langs Glåmas flomløp ved Tarven og Gropa sannsynligvis knyttet til lateralavsetninger mot dødis. (G. Holmsen, 1954 s. 34). Husebys profiler viser, at de sistnevnte forekomster i sin lagfølge skiller seg fra Hauersetertrinnets ved at bunnlaget består av grov grus med rullesten i motsetning til Hauersetertrinnets finsand. Lengere syd, i Åbogenvassdraget ved Sandnes, tyder lagfølgen på at grustaket ligger i et normalt breelvutløp.

Hevete marine deltaer, som opprinnelig ble avsatt i fjordarmer i god avstand fra brefronten, viser i snitt tilnærmelsesvis vannrett lagstilling. Det er alminnelig å finne, at en elv i den nu hevete fjordarm har erodert i deltaet, hvis rester ligger som terrasser langs dalsiden. Tegningene av lagfølgen i fig. 37 og 38 illustrerer snitt i marine deltaers distale del. Men heller ikke i denne del av deltaene er lovmessighet å finne i lagfølgen mellom lag av forskjellig kornighet. Lag av grovere materiale, flomlag, kan foruten med hovedelvene være tilført også med utløp fra tverrelver.

Sandforekomster liggende under den nuværende havstand kan være av økonomisk interesse hvis de lar seg mudre opp og finner anvendelse. Til anlegg av rullebaner på flyplassen Fornebo ble sand pumpet fra sjøbunnen og fraktet på lektere. Etter forslag av Norges geotekniske institutt ble der i 1959 suget en del sand fra Drammenselvens munning utenfor Tangen. Fra sjøbunnen, som lå på 5—8 m's dyp ble der pumpet opp sand helt ned til 17 m's dybde uten at leir ble truffet. Et sted hvor vanndybden var 7 m viste sanden seg på ÷ 12 meters høydekurven sterkt blandet med treflis,

ellers var den ubetydelig forurenset. Av frykt for mulige forstyrrelser i bunnen, som kunne medføre skade på fabrikkbygg langs stranden, ble imidlertid sandpumpingen innstillet på dette sted og flyttet til Lågens utløp i Larviksfjorden, hvor store sandmasser var påvist, og disse lot seg suge opp til bruk på Fornebo.

Grustak i det supramarine område.

Som oversiktskartet over grustakenes utbredelse viser ligger på Østlandet de kjente grustak fortrinnsvis i dalene. De siste rester av innlandsisen holdt seg lenge i dalene som dødbreer, sannsynligvis sterkt grusbærende, og mellom isresten og dalsiden ble mektige lateralavsetninger avleiret, samtidig som sidetilløp bygget opp deltaer i hoveddalens lateralsjøer.

Mellom dalførene, i fjellviddenes forsenkninger, avleiret det smeltende isdekke dødismorener hvis materiale mange steder ble sortert av smeltevannet og gir opprinnelse til mindre grustak. Endelig er der også utenom dalførene ikke sjelden å finne eskere, som fører brukbare forekomster av sand og grus.

Husebys beskrivelse av dalfyllingen vest for Deset i Rendalen supplerer forfatterens fremstilling i teksten til kvartærgeologisk landgeneralkart Østerdalen (G. Holmsen 1960, s. 35). Snitt gjennom lateralterrassen innenfor «Brattkanten» viser vekslende lag av sand og grus. Grovt rullestensgrus forekommer også. Lagene faller for det meste utover mot dalmidten, men lag, som faller innover mot lisiden er heller ikke sjeldne.

Ved Osas utløp i Rena ligger et stort breelvløp hvis delta er omtalt og illustrert i Del I, s. 49.

Huseby har undersøkt kornstørrelsen innen forskjellige jordarter fra området vest for Deset og fremstillet grensene for kornfordelingen således som fig. 43 viser. Dynesand og kvabb har de minste spillerom i kornfordelingen. Kvabbens kornighet ligger hovedsakelig innen området for grovmjele og finmo, men kan være tilblandet 15 % finmjele og leir, og henimot 20 % grovmo med finsand. Dynesand i Rendalen har temmelig ensartet kornighet med grenser mot grovmo og finsand. Lateralterrassenes materiale er først og fremst finsand og grovsand, men de kan også ha opp til 40 % fin grus. Materialet fra dødismorener er det mest variable. Hovedmassen ligger i grusfraksjonen, men jordarten kan føre 30 % finere fraksjoner av mjele og sand, og opp til 40 % sten.

Lagstillingen i lateralterrassene kan være forstyrret av forkastninger. Et profil i en nydannet ravine ved Rødsbakken viser dette. Huseby mener, at

årsaken må søkes i bortsmeltning av en begravet isklump i terrassen. Fenomenet med forkastninger i breelvavsetninger er kjent fra mange forekomster hvor Husebys forklaring kommer til anvendelse.

På de kvartærgeologiske landgeneralkarter er lateralterrassene innen de bredemte sjøers område avlagt som innsjø- og elveavleiringer. Høye, finkornige sandavsetninger opp til bresjønivået er alminnelig utbredt i deltaene fra sidedalene. Mange steder angis de å hvile på usortert, mektig bunnmorene.

Figur 45 er eksempel på breelvdeltaers lagfølge i grustak fra nordre Østerdalen. Hva denne figur angår, kan bemerkes, at Streitliens kvartærgeologiske manuskriptkart Røros fremstiller platået som avleiret av en sydgående breelv vest for Aursunden.

De profiler Huseby har levert fra Dokkaområdet synes begge å stamme fra lateralavsetninger til dødis.

Lagfølgen i søndre Gudbrandsdalens lateralavsetninger har vært gjenstand for moderne undersøkelser referert i Del I. I figurene 48 og 49 er reprodusert snitt i grustak efter fotografier plukket ut av et stort utvalg uten at det har vært mulig å påvise noen regelmessighet i lagfølgen. På mange steder er skredgrus blandet inn i de sorterte breelvavsetninger, og ved boring eller graving i elveslettene finnes undertiden kulturlag dekket av flomlag, som antaes å være ført med ofsin, storflommen sommeren 1789.

Så vel i Østlandets store dalfører som i deres tilløp forekommer mektige deltaavleiringer. Som typisk for disses bygning er Ølvellas delta i Heddal omtalt, s. 95.

F. ANVENDT LITTERATUR

Tillegg til litteraturlisten i Del I.

ANUNDSEN, K. 1964: Kvartærgeologiske og geomorfologiske undersøkelser i Simadalen, Eidfjord, Måbødalen, Hjølmodalen og tilstøtende fjellområder. — *Hovedf. oppg. i kvartærgeologi, Univ. i Bergen.*

BRATHOLE, K. 1951: Kvartærgeologiske undersøkelser i Indre Sogn. — *Hovedf. oppg. i fys. geografi, Univ. i Oslo.*

BJØRLYKKE, K. O., 1908: Jæderens geologi. — *NGU nr. 48.*

—»— 1914: Havler og morene. — *N. geol. Tidsskr. B III.*

—»— 1916: Jordbunden på Romerike. — *Jordbundsbeskr. nr. 14.*

—»— 1930: Jorden i Aas. — *Jordbundsbeskr. nr. 26.*

DAHLL, TELLEF: Se Kjerulf Th.

FOSLIE, STEINAR og STRAND, TRYGVE, 1956: Namsvatnet med en del av Frøyningsfjell. — *NGU nr. 196.*

GRANDE, INGVALD, 1920: Jordbunden på kartbladene Trondhjem og Melhus. — *Det kgl. selsk. for Norges Vels jordbunnsutvalg. Jordbunnsbeskrivelse nr. 15.*

GRIMNES, A., 1910: Jæderens jordbund. — *NGU nr. 52.*

HAAKANES, JOHN, 1945: Kvartærgeologiske studier i Gransherad og Sauland. — *Hovedf. oppg. i fysisk geografi ved Univ. i Oslo.*

HELLAND, AMUND, 1892: Om bergartenes og undergrundens indflydelse på arealet af dyrket land i Norge. — *Norsk Landmandsblad 1892, s. 188 o. f.*

HOLMSEN, GUNNAR, 1915: Tekst til geologisk oversiktskart over Østerdalen-Fæmundstrøket. — *NGU nr. 74.*

—»— 1923: Kvartærgeologisk reise til Vestlandet. — *NGU nr. 98.*

KALDHOL, H, 1912: Nordfjords kvartæravleiringer. — *Bergens Mus. Årb.*

—»— 1930: Sunnmøres kvartærgeologi. — *N. geol. Tidsskr. B 11.*

—»— 1941: Terrasse- og Strandlinjemålinger fra Sunnfjord til Rogaland.

KLOVNING, I., 1963: Kvartærgeologiske studier i Flåmsdalen og omliggende fjellområder. — *Hovedf. oppgave i fys. geogr. Univ. i Bergen.*

KJERULF, TH. og DAHLL, TELLEF, 1865: Geologisk kart over Det søndenfjeldske Norge, stiftene Hamar, Kristiania og Kristiansand.

KOLDERUP, C. F., 1907: Bergensfeltet og tilstødende trakter i senglacial og postglacial tid. — *Bergens Mus. Årb.*

—»— 1914: Egersund. Fjeldbygningen inden rektangelkartet Egersunds område. — *NGU nr. 71.*

KOLDERUP, N-H., 1938: Herdla-trinnet, de ytterste glaciallag i Bergensfeltet. — *N. geol. Tidsskr. B. 17, Notiser.*

—»— 1926: Bygningen av morener og terrasser i Oster- og Sørfjorden ved Bergen. — *Bgs Mus. Årb.*

KYRKJEBØ, A., 1953: Geomorfologi fra Høyangerområdet og strandlinje- og isavsmeltingsstudier fra Sogn. — *Hovedf. oppgave i fys. geogr. Univ. i Bergen.*

LØDDESØL, AASULV, 1948: Myrene i næringslivets tjeneste. — *Grøndahl & Søns forlag, Oslo.*

LÅG, J. m. fl.: Oversiktskart over jordbruksarealet i Sør-Norge. — *Utarbeidet ved Statens Jordundersøkelse, trykt hos Emil Moestue,* år ikke angitt.

MÆLAND, P., 1963: Kvartærgeologiske studier i området mellom Granvin og Voss. *Hovedf. oppg. i kvartærgeologi, Univ. i Bergen.*

MUNDAL, E., 1953: Kvartærgeologiske akkumulasjoner og strandlinjer ved Fjærlandsfjorden. — *Hovedf. oppg. i fys. geogr. i Oslo.*

NORDHAGEN, R., 1931: Nye iagttagelser om de bredemte sjøer i Sunndalsfjellene. — *N. geogr. Tidsskr. B. 3.*

OXAAL, JOHN, 1909: Fjeldbygningen i den sydlige del av Børgefjeld og traktene omkring Namsvandene. — *NGU nr. 93.*

REICHELT, C., 1961: Über Schottenformen und Rundungsgradanalyse als Feldmetode. — *Pet. Mitteilungen.*

REITE, A. J., 1963: Kvartærgeologiske og geomorfologiske undersøkelser i noen kyst- og fjordstrøk på Sunnmøre. — *Hovedf. oppg. i kvartærgeologi, Univ. i Bergen.*

REKSTAD, J., 1905: Fra indre Sogn. — *NGU nr. 42.*

—»— 1905—1907: Iakttagelser fra terrasser og strandlinjer i det vestlige og nordlige Norge I, II, III. — *Bergens Mus. Årb.*

—»— 1907: Folgefonnhalvøens geologi. — *NGU nr. 45.*

—»— 1908: Geologiske iagttagelser fra Søndhordland. — *NGU nr. 49.*

—»— 1909: Bidrag til kvartærtidens historie fra Nordmør. — *NGU nr. 49.*

—»— 1909: Geologiske iagttagelser fra strøket mellom Sognefjorden, Eksingedal og Vossestranden. — *NGU nr. 53.*

—»— 1911: Geologiske iagttagelser fra Hardanger. — *NGU nr. 59.*

—»— 1914: Fjeldstrøket mellom Lyster og Bøverdalen. — *NGU nr. 69.*

REUSCH, H., 1905: Fjeldbygningen inden rektangelskartet Voss's område. — *NGU nr. 40.*

SIGGERUD, T., 1958: Fotogeologi. — *NGU nr. 205.*

SIMONSEN, A., 1963: Kvartærgeologiske undersøkelser i indre Hardanger. — *Hovedf. oppg. i kvartærgeologi, Univ. i Bergen.*

SKREDEN, S., 1967: Kvartærgeologiske undersøkelser i området Voss—Bolstadøyra, samt Bordalen. — *Hovedf. oppgave i kvartærgeologi, Univ. i Bergen.*

STRAND, T., se Foslie, Steinar.

UNDÅS, I., 1945: Drag av Bergensfeltets kvartærgeologi. — *N. geol. Tidsskr. B. 25.*

SUMMARY

Workable deposits of sand and gravel in southern Norway.

Part II. Nature and location of the gravel pits.

This study of the succession and distribution of various gravel occurences is accompanied by 5 maps.

A. Explanation to the soil map of southern Norway.

Map I is a soil-type map of southern Norway on the scale 1 : 1 000 000, on which a distinction is made between sorted and unsorted deposits.

The sorted deposits are:

1. Fine-grained, marine soil-types, mainly silt and silty clay, drained during the land upheaval (blue colour). Within this zone solid rock occurs in many places, but this is not drawn on the map because of the small scale.
2. Fluvio-glacial and fluvial gravel and sand mainly in the valleys, above as well as below the marine limit (orange colour).
3. Eskers (red dots).

The unsorted deposits are:

1. Areas the within which solid rock to a great extent is covered by ground moraines or ablation moraines (green colour). Included in this category is weathering gravel, as well as landslide gravel from the base of steep valley sides which often cannot be distinguished from moraine gravel.
2. Terminal moraines (red lines and bands) are built up of unsorted gravel which has not been reworked by wave action or running water after the deposition of the moraine. Active glacier moraines occur in eastern central Norway at two different levels, namely, (1) in the high mountains, and (2) in the elevated marine areas.

3. Large areas in the southern Norwegian mountains where bedrock is either exposed or easily accessible under a thin and dispersed moraine cover (pink colour). Within the areas of solid rock on these maps one can, however, also find small occurrences of sorted sand and gravel, especially in the mountain-valleys where dead ice moraines (with ridges and hillocks in many places) can be reworked.

The "glacier area", shown on the present map, is taken from the Norwegian Geographical Survey's topographical maps.

The above-mentioned geological material does not permit the drawing of definite boundaries between the different soil-type areas. Their extent is therefore only generalized on the map.

The solid rock from which the gravel is derived is of significance with regard to the actual use of the gravel. Schistose and friable rocks diminish the gravel's resistance to wear. Tough and hard rock-types yield a gravel which is in great demand for technical uses, but as this type of rock seldom gives a natural gravel, the material must be obtained from quarries.

The occurrence of a gravel deposit can, to some degree, be judged from the directions of glacial striae. Glacial gravel, however, originates partly from ground moraine and partly from ablation moraine, and the sorted gravel can thus derive from widely different areas which cannot be deduced by glacial striae directions on a map of solid rock.

A more certain way of deciding which rock-types are present in a gravel deposit, and thereby attaining an index of the deposit's usefulness, is by rock-counting analysis. As an example of this method, scientific assistant Østmo has reported the results of a rock-count which he carried out in Øvre Romerike in 32 different gravel pits. The results are presented on fig 5, p. 20. It is evident from this that the gravel pits in the investigated area can be divided into 2 groups, a westerly group consisting of Permian eruptive material and an easterly group with Precambrian gneisses and granites together with sparagmite as the main constituents. A great deal of the gravel in the easterly group with Precambrian rock types derive from solid rock on the east side of Mjøsa, while the westerly group's rock types are characterised by short transport from fairly local bedrock.

In agreement with this, the wear and tear of the investigated stone material is indicative of a shorter transport of the gravel in the westerly group in comparison with that of the easterly group.

B. The location of gravel pits.

Map II shows the distribution of gravel pits in southern Norway. On comparing this map with the map of soil-types it is possible to see with which type of soil the gravel pits are connected.

The gravel pits are drawn on geological manuscript maps at NGU as well as in the archives of Veglaboratoriet, Norges Statsbaner, and Norges Byggforskningsinstitutt. Many of the gravel pits are old, some perhaps exhausted. Where several pits are situated within the same gravel occurrence, as a rule only one is drawn on the map. The map shows that the gravel pits are situated preferentially in valleys or are connected to the elevated marine areas. In this, the spread of pits can be compared to the density of farming as represented on the schematic synoptic map prepared and published by Statens Jordundersøkelse, of the Norwegian College of Agriculture (J. Låg et al.) on the scale of 1 : 1 000 000.

For the tracts around Oslofjorden and Trondheimsfjorden more detailed Quaternary geological maps exist than for other parts of the country, since the more densely populated areas in the regions have a greater consumption of gravel and sand. For these regions, maps of the sand and gravel occurrences have been prepared on a larger scale.

Map III illustrates the location of sand and gravel pits in the Oslo area. On this map, the marine deposits are differentiated into clay, silty clay and silt (yellow colour) as well as fluvio-glacial and post-glacial sand. The 200 m contourline is drawn in order to give an idea of the position of the marine limit. At Akerstrinnet the marine limit is somewhat higher, 220 m a. s. l., but descends both to the north and to the south such that at the outlet of lake Mjøsa it is 190 m and south of Halden 186 m. The gravel deposits are indicated by the orange colour; ground moraine is uncoloured.

Small deposits of sorted material can be concealed within both the ground moraines and in areas with fine-grained marine sediments. Gravelly underlayers protrude through the sediments and, where these are very restricted, may be overlooked during the mapping. In the above-mentioned archives, soil pits used for fillings are indicated as gravel pits.

Map IV is drawn after Fredrik Huseby's geological mapping in 1956, 57, and 58 on the south town-maps of Trondheim. Most of the gravel pits occur in the deltas of glacial rivers or in lateral terraces just below the marine limit in the valleys of Gauldalen and Nidelven which were drained during the land upheaval.

A glacial border terrace extends over a length of 4 km in a NE-SW direction across the Nidelven valley some 10 km from the estuary of Nidelven. Many gravel pits have been developed in this terrace which, as with glacial river deltas, displays a characteristically irregular sedimentation. In many places clay has been found at the bottom of gravel pits. At the top there is normally a pebble and cobble horizon, a beach level, which shows that the deposit was washed by wave-action. As is apparent from the map, numerous gravel pits are situated in the lateral terraces of the valleys.

A large glacial river delta west of Selbusjøen indicates that meltwater from Selbu and Tydal has drained into Gauldalen. An active glacial terminal moraine is situated on the proximal side of the delta. From here the delta extends 4—5 km southwestwards to the steep east side of Gauldalen, and displays many kettle holes.

Under section B4, state-geologist Rye writes on the sand and gravel occurrences in general in West-Norway.

As the soil map shows, the greater part of West-Norway consists of exposed bedrock with or without a sparse cover of superficial deposits. The general picture is that gravel and sand deposits of any significant size must be looked for below the marine limit in areas where the valleys meet the fjords. As soon as the incised landscape flattens out towards the coastal tracts, the concentrations of loose material diminsh and go over to a more or less even but thin cover. In addition, there is a close relationship between the thickness of the sand and gravel deposits and the altitude of the marine limit, such that the thickest deposits, as a rule, are found within the fjords where the marine limit lay higher than out on the coast.

It is not usual for the ice-margin deposits in West-Norway to have a moraine structure. The amount of meltwater has a decisive effect on the type of material occurring in deposits around the ice-margins, and it is therefore natural that in West-Norway's marked valley- and fjord-topography there is a relatively strong concentration of meltwater in the depressions. The material was washed out and sorted effectively and the ice-margin deposits took on, throughout, a stronger fluvio-glacial character than in areas with a long continuous ice-front.

Because of this concentration of meltwater and the many relatively steep valleys which were conducive to the water having a great power of transport, the material of finer grain-size was for the most part carried into areas which are still beneath the sea.

C. Examples of the successions in the gravel pits in the elevated marine area.

The moraines of active glaciers which were deposited in the sea are, to a certain degree, sorted. This was recognised by J. H. L. Vogt in 1881. The sorting is, however, imperfect, sand layers frequently being followed by block-bearing moraine horizons with an argillaceous matrix as well as by compact clay bands. This type of material is not requested for technical use.

On the other hand, in numerous deposits along the great terminal moraines, current- and wave-action in the sea has washed the morainic material and redeposited it in places such that block and clay are now largely absent. This type of deposit is highly requested material for road gravel and foundry sand.

From the 4 different stages of terminal moraine in the Oslo region can be mentioned the location and succession of gravel pits illustrated with drawings and photographs of characteristic profiles. Between the series of moraines are glacial river deposits in which gravel pits have been opened. Between the great "ra" moraine and Ås-Ski substage, there is, east of Glåma, a series of occurrences of glacial river deposits from Østby in the south to Mona in the north.

The biggest sand and gravel deposit which is currently worked is the Svelvik occurrence. This is a glacial river delta situated in the Ås-Ski substage series of moraines. According to A/S Svelviksand's calculations, the deposit originally held 450 million hl. of material ready for shipment.

At the Aker substage, active glaciers ceased to exist in the Oslo region. The marine limit then lay in innermost Oslofjorden near 220 m a. s. l., and as the ice melted, the sea penetrated Romerike and the south-eastern valleys. At the shoreline the glacial rivers issued from the dead-ice and built up their deltas, at Berger up to 210 m a. s. l., at Asak to 205 m a. s. l., and at Hauersseter to 208 m a. s. l., and along the valley sides lateral terraces were deposited at the marine limit. While dead-ice filled the large eastern lakes, both glacier river deltas and lateral terraces were deposited. A few gravel pits have been described by the geologists O. Jøsang (descriptions in the Road Laboratory archives) and Fr. Huseby (in the State Railway archives). Large extensive occurrences of gravel and sand are situated in upper Romerike, especially in the numerous glacial river courses of the Hauerseter substage. Besides the description of the successions, there is information about the rock-types from which the gravel material has been derived.

Also included in this section are a few scattered observations of gravel pits in valleys where the sea had penetrated during or before the land upheaval.

D. Examples of the successions in the gravel pits in the supramarine area.

The gravel pits are situated preferentially in the valley's occurences of sand and gravel. During the deglaciation the glacial rivers deposited their load in gravel cones and deltas. Thick accumulation terraces are located at the confluence of transverse valleys and the main valleys, deposited in lateral lakes dammed by the dead-ice occupying the main valleys. The water courses along the margins of the dead-ice levelled out the landslip gravel from the valley sides and the hillocks of ablation moraines into lateral terraces of varying elevation. Eskers and kettle holes provide evidence of the superficial material in the Østlandet valleys being deposited during the melting of the dead-ice.

The degree of sorting of the material has much to say for its eventual use. Where material was deposited in a lateral lake or in running water along the ice-margin, it can be well sorted and washed. On the contrary, if the material belongs to the ablation moraines, which were not reworked during the deglacation, or if it has slid off the valley sides, it will be unsorted. The content of lateral terraces varies from sorted to unsorted material even over very short distances.

A series of profiles from gravel pits in the valleys of Østlandet have been described by Fr. Huseby; these descriptions are kept in the State Railway archives. The most comprehensively described gravel pits are those in the lateral terraces of the valleys. A very big lateral terrace at Deset in Rendalen has been more closely investigated (Fig. 41). This is considered to have originated in a lake betwen the margin of the dead-ice with its valley morainic material, and the valley side. The pebbly material of the dead-ice moraines is composed of 35 % granite and red sparagmite from in situ bedrock, in contrast to the material from incised drainage channels which contains only 10 % granite and red sparagmite from the underlying bedrock, the rest being long-transported material.

The high glacial river deltas at the mouth of transverse valleys in the main valleys consist mostly of sand of varying grain-size, but not uncommonly one also finds layers of gravel. As the main valley dead-ice melts, the level of lateral lakes drops and erosion terraces are developed in the delta. An illustration of this is shown in Fig. 51.

Eskers can give good sand and gravel deposits. As in other fluvioglacial deposits, layers of different grain-size alternate. Layers of fine sand may occur in the core, while on the top of the esker there may be unsorted ablation moraines with blocks dropped from the roof of the subglacial river channel.

E. What the foregoing examples indicate.

Of the sorted sand and gravel deposits, one can distinguish the following groups:

1. Occurrences in the elevated marine area reworked and redeposited by wave- and current-action.
2. Glacial river deltas.
3. Lateral formations along the dead-ice.
4. Eskers and other spase-fillings in the dead-ice.

Group 1 lies below the marine limit, and is associated with active glacial terminal moraines and with glacial river outles in the sea. The reworking of the material has improved its sorting. Fine material has been washed out and the big blocks in the moraine have been left behind.

Group 2 displays a greater irregularity in the successions than in any of the other groups Coarse-grained, badly sorted flood deposits with markedly varying thickness interrupt more regular sand and gravel layers. The position of the flood deposits indicates that the glacier river frequently shifted its outlet.

Group 3, lateral terraces, has a large distribution in Norwegian valleys. The material can have originated from the inner moraines of the dead-ice as well as from the ablation moraine or from slides on the valley sides. The degree of sorting is dependent upon the degree of reworking. It appears that lateral terraces of sorted, washed gravel are generally succeeded by unsorted moraine gravel.

Group 4, space-fillings from the dead-ice, usually show a good sorting. Above channel-fillings, however, there can occur unsorted moraine gravel deposited during the melting of the channelroof.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

JORDARTKART
over
SYD-NORGE

SOIL MAP OF SOUTHERN NORWAY

Av
By Gunnar Holmsen

Målestokk
Scale 1 : 1000.000

0 20 40 60 80 100 km

TEGNFORKLARING
Legend

FORTRINNSVIS SORTERTE AVSETNINGER
Sorted deposits

MARINE, FINKORNIGE AVSETNINGER, TIL DELS BERGGRUNN, TØRRLAGT UNDER LANDHEVNINGEN
Fine-grained, marine soil-types, mainly silt and silty clay, drained during the land upheaval

GLASIFLUVIAL OG FLUVIAL GRUS OG SAND, MARINT ELLER SUPRAMARINT AVSATT, VESENTLIG I DALENE.
Fluvio-glacial and fluvial gravel and sand mainly in the valleys, over as well as below the marine limit.

ESKERE
Eskers

FORTRINNSVIS USORTERTE AVSETNINGER
Unsorted deposits

DEKKE AV MORENE-, RAS- OG FORVITRINGSMATERIALE
Covered by ground moraines or ablation moraines, including weathering-gravel, as well as landslide gravel.

RANDMORENER
Terminal moraines

BERGGRUNN, BAR ELLER MED SPARSOMT DEKKE AV LØSMATERIALE
Bedrock either exposed or easily accessible under a thin and dispersed covering of moraine.

BREOMRÅDE
Glacier area

Kartgrunnlag: Kommunekart over Syd-Norge, med tillatelse av NGO
Reprografi: Norges geologiske undersøkelse, 1971
Trykk: Nordenfjelske Lito A/S, 1971
Beskrivelse i NGU 271 - Universitetsforlaget, Oslo 1971

4° 6° 8° 10° 12°
65° 64° 63° 62° 61° 60° 59° 58°
6° aust Greenwich meridian

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

GRUS- OG SANDTAK
i
SYD-NORGE

GRAVEL PITS IN SOUTHERN NORWAY

Av
By Gunnar Holmsen

Målestokk
Scale 1 : 1000.000

0 20 40 60 80 100 km

TEGNFORKLARING
Legend

- ● ETTER NGU's og VEGLABORATORIETS ARKIVER
  After Geological Survey's and Road Authorities files
- ★ ETTER NSB's ARKIVER
  After State Railway's files

Kartgrunnlag: Kommunekart over Syd-Norge, med tillatelse av NGO
Reprografi: Norges geologiske undersøkelse, 1971
Trykk: Nordenfjelske Lito A/S, 1971
Beskrivelse i NGU 271 - Universitetsforlaget, Oslo 1971

4° 6° 8° 10° 12°
65° 64° 63° 62° 61° 60° 59° 58°

6° aust Greenwich meridian

KARTBILAG (Map) 3 - NGU 271

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SAND- OG GRUSTAK I OSLOFELTET

GRAVEL PITS IN THE OSLO AREA

Av By Gunnar Holmsen

Målestokk Scale 1 : 500.000

0 20 40 km

USORTERTE FOREKOMSTER
Unsorted deposits

A. BREGRUS
Till

- BUNNMORENE
  Ground moraine
- ENDEMORENE
  Terminal moraine
- ABLASJONSMORENE
  Ablation moraine

SORTERTE FOREKOMSTER
Sorted deposits

B. MARINE ISRANDAVSETNINGER
Marine ice-margin deposits

- ENDEMORENE OMLEIRET AV BØLGESLAG
  Terminal moraine, wave-washed
- BREELVDELTA
  Fluvio-glacial delta
- LATERAL ISRANDAVSETNING
  Lateral ice-margin deposit
- LEIR, MJELE OG MO
  Clay and silt
- GLASIFLUVIAL ELLER POSTGLASIAL SAND
  Fluvio-glacial or postglacial sand

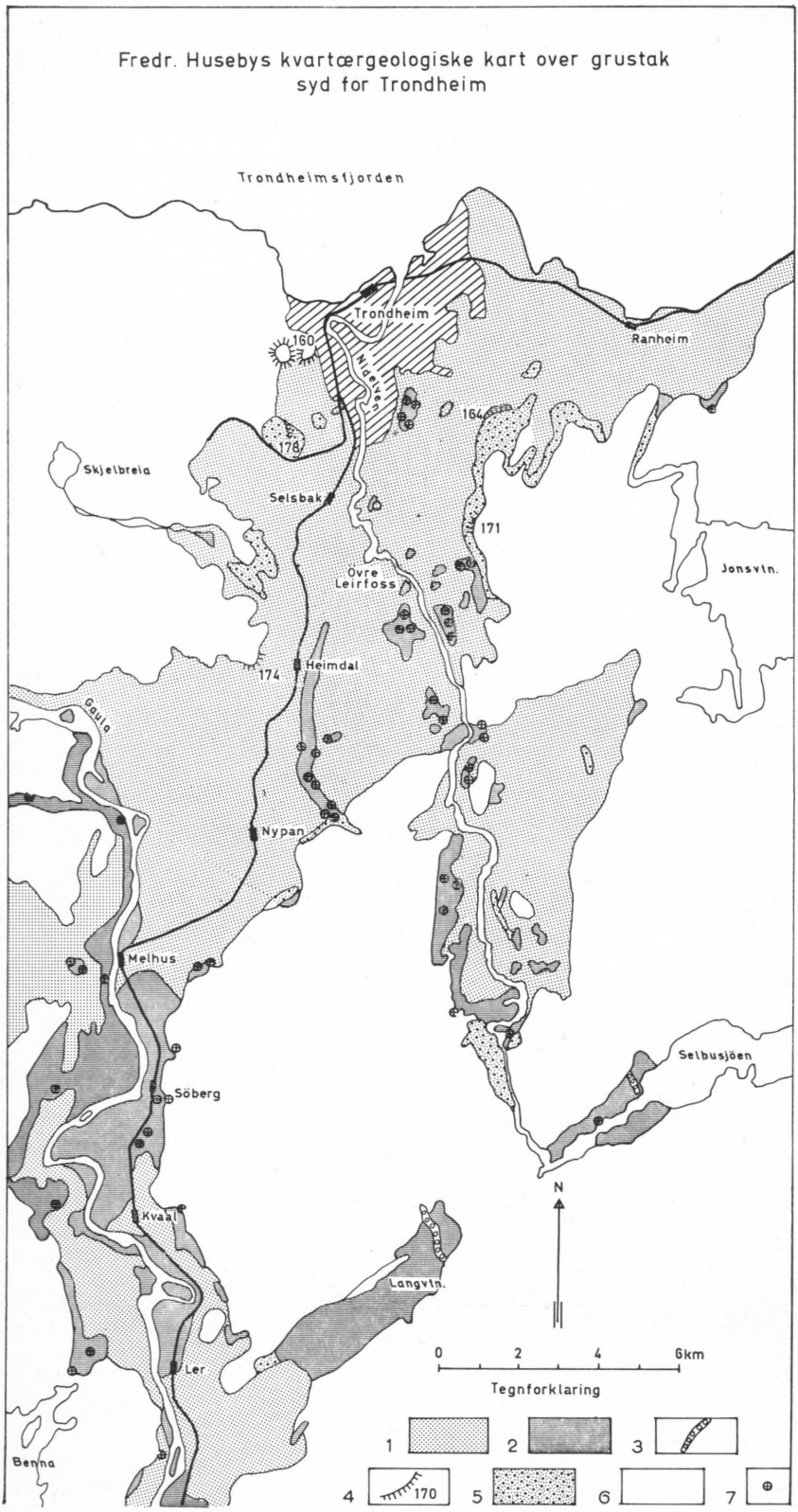
C. SUPRAMARINE BREELVAVSETNINGER
Supramarine fluvio-glacial sand

- BREELVDELTA
  Fluvio-glacial delta
- LATERALDANNELSE LANGS DØDIS
  Kame terrace
- ESKER
  Esker
- SAND- OG GRUSTAK
  Gravel pit
- HØYDEKURVE 200 METER O.H.
  Contour 200 meters a.s.l.

Beskrivelse i NGU 271, utgitt ved Universitetsforlaget, Oslo 1971

Trykk: Nordenfjelske Lito A/S, 1971

Reprografi ved Norges geologiske undersøkelse i 1971



1. Havdekket område under innlandsisens smeltning. 2. Lateralterrasse, breelvdelta, postglasial sandavleiring. 3. Randmorene. 4. Strandlinje, høyde over havet i meter. 5. Morenegrus av betydelig mektighet. 6. Område over den marine grense med sparsomt dekket berggrunn. 7. Grustak.

Øvre Romerike

Kartogram over steintellinger – fraksjon 2–6 cm

ved

SVEIN ROAR ØSTMO

Oslo 1968

Ekv. 100 m

0 1 2 3 4 km

Innfelt geologisk oversiktskart, sterkt forenklet, etter O. Holtedal (1960)

Tegnforklaring;

Berggrunn;		Steintelling; Bergart;	
	Perm		Nordmarkitt, ekeritt, rombeporfyr m.v.
	Kambro–silur		Kalkstein, hornfels m.v.
			Kvartsitt (vesentlig eokambrium)
	Eokambrium		Sparagmitt
	Prekambrium		Gneis, granitt m.v.
			Samlegruppe

Sirkelen er delt inn i 100 %

Lokalitetsangivelse for steintelling

HURDALS-SJØEN

Nipkollen

Valaug-moen-

Lyhorn

Nannestad

Rustad-moen

Rotua

Leira

Andelva

NORDMOEN

Dal

Hersjøen

TRANDUM

GARDERMOEN

Nordkisa

Brennifjellet

Nordbytjt.

JESSHEIM

Lillehammer

Hamar

0 10 20 km