

NGU-rapport nr. 87.113

Kvartærgeologisk kartlegging
med oppfølgende sand- og
grusundersøkelser i Lærdal,
Sogn og Fjordane fylke 1987



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00

Rapport nr. 87.113	ISSN 0800-3416	Åpen/Påtrykk	
Tittel: Kvartærgeologisk kartlegging med oppfølgende sand- og grusundersøkelser i Lærdal, Sogn og Fjordane fylke			
Forfatter: John Anders Stokke		Oppdragsgiver: Sogn og Fjordane fylkeskommune	
Fylke: Sogn og Fjordane		Kommune: Lærdal	
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Årdal		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1417-2 Lærdalsøyri	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 40	Pris: Kr. 80,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført: 1978	Rapportdato: September 1987	Prosjektnr.: 2356.00.53	Prosjektleder: John A. Stokke
Sammendrag: <p>I samarbeid med Sogn og Fjordane fylkeskommune har NGU foretatt en kvartærgeologisk kartlegging av løsmassene langs dalbunnen i nedre Lærdal. Det vedlagte kvartærgeologiske kartet i målestokk 1:20 000 er montert og satt sammen ved NGU. Det er foretatt enkle oppfølgende undersøkelser av de viktigste sand- og grusforekomstene.</p> <p>Løsmassene i nedre Lærdal er dominert av de store elveavsetningene.</p> <p>De viktigste sand- og grusressursene innen det kartlagte området er de store breelvaavsetningene ved Tønjum og Mo. I disse forekomstene er mengden sand og grus av bra teknisk kvalitet stipulert til 8 mill. m³.</p>			
Emneord	Ingeniørgeologi	Grus	
Løsmassekartlegging	Kvalitetsvurdering	Byggeråstoff	
Mengdevurdering	Sand	Fagrapport	

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING.....	4
2.	KONKLUSJON.....	5
3.	GEOLOGISK OVERSIKT.....	5
4.	BESKRIVELSE AV DE KARTLAGTE LØSMASSENE.....	6
	Brelvavsetninger.....	7
	Elveavsetninger.....	7
	Havavsetninger.....	8
	Ur.....	9
	Skredmateriale.....	9
5.	SAND OG GRUSRESSURSER INNEN DET KARTLAGTE OMRÅDET.....	10
	Moterrassen.....	10
	Ljøsneterassen.....	11
	Eriterrassen.....	12
	LITTERATUR.....	13

VEDLEGG

I	OVERSIKTSKART OVER LÆRDAL KOMMUNE.
II	PRINSIPPSKISSER FOR LØSMASSEFORDELING.
III	SNITTUNDERSØKELSER.
IV	SPRØHET OG FLISIGHETSANALYSER-BERGARTSTELLINGER.
V	KORNFORDELINGS OG HUMUSANALYSER.

STANDARDVEDLEGG

A. NGU'S MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER.....	A-1
B. KVALITETSVURDERING OG KVALITETSKRAV AV SAND OG GRUS TIL BETONG OG VEGFORMÅL.....	B-1
C. VOLUMVURDERING.....	C-1
D. FELTUNDERSØKELSER.....	D-1
E. NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENES INNDELING.....	E-1
F. LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	F-1
Sprøhet (Fallprøven).....	F-1
Flisighet.....	F-2
Sprøhet og flisighet.....	F-2
Slitasjemotstand.....	F-4
Tynnslip.....	F-4
SieversJ-verdi.....	F-4
Slitasjeverdi.....	F-5
Borsynkindeks (DRI).....	F-5
Borslitasjeindeks (BWI).....	F-5
Prøvestøping.....	F-5

KARTVEDLEGG

87113 - 01 : KVARTÆRGEOLOGISK KART OVER LÆRDAL, FORELØPIG UTGAVE

1. INNLEDNING

Etter henvendelse fra fylkesgeolog Bjørn Russenes, og i samarbeid med Sogn og Fjordane fylkeskommune, har NGU detaljert kartlagt løsmassene langs dalbunnen i nedre del av Lærdal fra Lærdalsøyra til området Mo-Ljøsne ca 20km lenger øst. I tillegg er det også foretatt enkle oppfølgende undersøkelser av de viktigste sand- og grusforekomstene innen det kartlagte området.

Det foreløpige kvartærgeologiske kartet foreligger som svart/hvitt kopi med tallsignatur for å markere de ulike løsmassetyper.

Kartleggingen ble utført i juli 1978 av Tor Lorentzen-Styr, delvis assistert av Yngve Rundberg og John Anders Stokke alle NGU.

Som topografisk grunnlag for det vedlagte kvartærkartet i målestokk 1:20.000, har NGU selv nedfotografert og satt sammen utsnitt fra flere kartblad fra det økonomiske kartverket.

Under feltarbeidet ble det benyttet flybilder for visuell stereografisk tolkning av løsmassene. Flybildene som ble brukt under kartleggingen var dekning 1654 fra 1976 i målestokk 1:15000 fra Norfly a/s. Da feltarbeidet ble utført forelå det ennå ikke ferdig økonomisk kart i området. Alle observasjoner og tolkningsresultat ble tegnet rett inn på flyfotoene med tynn strektusj.

Det er ialt utført 12 kornfordelingsanalyser, 10 humus/slamanalyser, og 7 sprøhet og flisighetsanalyser. Alle analysene er utført ved NGU.

Trondheim 16.9.87



Peer Richard Neeb
(seksjonssjef)



John Anders Stokke
(forsker)

2. KONKLUSJON

I dalbunnsområdene i Lærdal dominerer mektige og store elveavsetninger. I perioden etter siste istid har rennende vann gravd ut, transportert og avsatt store mengder løsmasser. Dette har sammenheng med den store materialtilgangen elver og bekker har hatt i denne perioden, både fra breelvavsetninger i selve hoveddalen og fra morenemateriale i sidedaler.

De viktigste sand og grusressursene innen det kartlagte området er de store breelvterrassene ved Tønjum og ved Mo.

-Moterrassen inneholder minst 4 mill. m³ sand og grus av teknisk bra kvalitet, men materialet er noe dårligere sortert enn hva tilfellet er innen Ljøsneterassen.

-Ljøsneterassen inneholder ca. 4 mill. m³ sand og grus av teknisk god kvalitet.

NGU gjør oppmerksom på at masseuttak vil komme i konflikt med den nåværende arealbruk. Særlig gjelder dette Moterrassen der dyrka mark og jordbruk båndlegger store areal.

3. GEOLOGISK OVERSIKT

Kvartærgeologien-isavsmeltingen i området.

Dette kapitlet beskriver kort viktige trekk i isavsmeltningsforløpet i Indre Sogn. Det er lagt særlig vekt på forhold som har betydning for eller kan forklare løsmassenes dannelse og fordeling. I standardvedlegg E er det gitt en kort generell omtale av de kvartærgeologiske forhold i Norge under siste istid. I tilknytning til dette er det også innholdet og løsmasseinndelingen på de kvartærgeologiske kartene drøftet. Innenfor det aktuelle området er det ikke foretatt nyere kvartærgeologiske undersøkelser. Rekonstruksjonen av isavsmeltningsforløpet er derfor basert på arbeider fra en rekke geologer som har arbeidet i tilgrensende strøk. De viktigste arbeidene er listet opp i litteraturfortegnelsen.

Under maksimal nedising under siste istid, for omlag 25000 år siden lå iskanten et stykke ut på kontinentalsokkelen. I innlandet nådde bare de høyeste fjella opp av innlandsisen. Etter denne tid bedret klimaet seg og isfronten trakk seg gradvis tilbake innover i landet. Retretten var raskest i de dype Vestlandsfjordene.

Omlag 10000 -11000 år før nåtid, i Yngre Dryas tid, skjedde en markant klimaforverring og innlandsisen stoppet opp og rykket delvis fram et stykke. Isfrontens beliggenhet under denne perioden er i grove trekk kartlagt slik som vist på vedlegg I. Etter Yngre Dryas trakk iskanten seg videre tilbake til de indre

fjordbunner. I fjellområdene mellom de større fjordene ble det liggende lokale iskapper, se vedlegg I.

Omlag 9700 år før nåtid, i Preboreal tid, ble det igjen et kaldere klima. Som en følge stanset igjen isen sin tilbaketrekking. Sannsynnlivis rykket den også et stykke fram. På grunnlag av spredte observasjoner fra selve Lærdal og de kvartærgeologiske forhold i tilgrensende områder er det mulig å skissere isfrontens beliggenhet på dette tidspunkt slik som vist på vedlegg I. Isfronten i selve Lærdal har på denne tiden antaglig ligget et stykke ute i fjorden.

Isen trakk seg så videre tilbake, men ved Mo-Ljøsne har det på ny skjedd et framrykk. Smeltevann fra innlandisen fikk her anledning til å avsette store mengder sand- og grus i havet som den gang lå foran isfronten. Etter dette tidspunkt har isen smeltet hurtig ned inntil den forsvant helt fra området for omlag 8000 år siden.

Etter istiden har tærende, transporterende og oppbyggende prosesser virket på landskapet. Eldre dannelser er blitt fjernet eller modifisert, mens nye er blitt dannet, om enn i langt mindre utstrekning enn under istiden.

Berggrunnen i området.

Selve Lærdal ligger innen et mindre område med grunnfjellsbergarter (grunnfjellsvindu) der gneiser og grannitter er de dominerende bergartene. Dette "vinduet" er omgitt av et skyvedekke med metamorfe eruptivbergarter (Jotundekket). I mindre områder finner en også glimmerskifer. Bergartstillingene, vedlegg IV, viser at løsmassene i Lærdal vesentlig stammer fra grunnfjellsbergarter. Innholdet av jotundekkebergarter og glimmerskifer er forholdvis lavt.

4. BESKRIVELSE AV DE KARTLAGTE LØSMASSENE.

Denne beskrivelsen er disponert etter løsmasseinndelingen på det vedlagte løsmassekartet, tegning nr. 01. En har i beskrivelsen lagt særlig vekt på de geologiske forhold i tilknytning til de store sand og grusavsetningene.

Det vises i denne sammenheng forøvrig til standardvedlegg E som gir en kort generell omtale av de ulike løsmassetyper, deres karakteristika og dannelsesprosessene. Standardvedlegg D beskriver det en legger vekt på under løsmassekartlegging i felt.

Den detaljerte beskrivelsen av løsmassenes oppbygning, mektighet og lagfølge bygger på en visuell vurdering av de synlige karakteristika som strukturer, kornstørrelsesfordeling og sorteringsgrad. De enheter som på denne måten kan skilles ut i et

enkelt snitt er adskilt med et skråstrek "/" i teksten. Den seksifrede UTM-koordinaten (på nærmeste hundrede meter) til disse lokalitetene er angitt i parantes.

Breelavsetninger.

Breelavsetningene i de øvre deler av det kartlagte dalområdet har som før nevnt direkte tilknytning til isavsmeltningsforløpet i området. Breelver fra både hoveddalen og Råsdalen fraktet med seg og avsatte store mengder materiale i det senglasierte havet foran brefonten ved Rikheim-Mo-Ljøsne. Prinsippet for dannelsen av et breelvdelta er vist i vedlegg II. For en nærmere beskrivelse av de enkelte breelavsetninger vises det til kapittel 5. Terrasseflater på omlag 120-130 m.o.h angir havnivået på dette tidspunkt (stedets øvre marine grense). En må formode at brefrontterrassene ved Rikheim-Mo-Ljøsne opprinnelig var sammenhengende og at erosjon etter istiden har delt og modifisert de primære dannelser. Flomskredvifter dekker i dag delvis eller helt enkelte breelavsetninger. Et eksempel på dette er området ved Rikheim der en større breelavsetning sannsynligvis er helt dekket av flomskredmateriale.

Elveavsetninger.

Elveavsetninger er den dominerende løsmassetypen innen det kartlagte området. Disse avsetningene kan deles i tre grupper.

Lave elvesletter.

Lave elvesletter fins i nær tilknytning til dagens elver. Dette er en forholdsvis smal sone i de øvre deler av dalen, men sonen blir gradvis bredere i dalens nedre deler. Stikkborundersøkelser (1m's dyp) og inspeksjon av åpne snitt (vanligvis 1-2m's dyp i grøfter byggegroper etc.) tyder på at sandig grus dominerer lengst ned i dalen, mens slettene lenger opp har en mer variabel materialsammensetning. Flere steder vil materialsammensetningen også være svært betinget av de lokale dreneringsforhold, ikke minst på grunn av de mange bekker og elver fra de bratte dalsidene.

Elvedelta.

Eldre elvedelta finnes som mindre terrasser langs vest og sydsiden av dalen fra Eri til omlag Rikheim, på østsiden av dalen syd for Moldo og ved Færestad. Ved Rikheim, Bø Grøte og Tønjum er terrassene delvis dekket av skred og flomskredmateriale. Dette er løsmasser som elva har bygd opp i havet foran elvemunningen i perioden etter siste istid. Terrassenivået definerer havnivået på det tidspunkt avsetningen skjedde.

Prøvelokalitet 9 (211693) ved Grøte er et mindre grustak med et omlag 9m høyt snitt. I dette massetaket ble løsmassenes mektighet og lagfølge visuelt beskrevet som følger: 2m usortert flomskredmateriale / mer enn 5m godt sortert vekslende sand-grus. Det siste laget inneholder to tynne horisonter med rester av organisk materiale etter flomskred som har gått ut dalen. En tolkning av snittet er vist i vedlegg III-2.

Ved Sørheim, Bø og Tønjum er det også sannsynlig at flomskredvifter dekker flere ølvedelta.

Ved Eri er det bygd ut en forholdsvis stor elveterasse. Prøvelokalitet 2 (193715) er et grustak i terrassens sydligste del. Løsmassenes mektighet, oppbygning og lagfølge ble her beskrevet som følger : 2m grovt lag med rullestein / mer enn 12m godt sortert vekslende sand og grus. Det er tatt kornfordelings og sprøhet og flisihetprøver i dette snittet. vedleggene III og IV. Snittet med prøvene er skjematisk framstilt i vedleggene III og IV. Arealene i nærheten av massetaket er lettbrukt dyrka mark med spredt bebyggelse. Løsmassene i den nordligste del av terrassen er beskrevet og prøvetatt av Vegvesenet. Løsmassene i et ca 20 m høyt profil er i henhold til deres rapport beskrevet som følger : 8m grov sand og grus / mer enn 10m grov sand.

Prøvelokalitet 1 (193715), noe lenger sør på Eriterrassen , er en skjæring mot elva i øst. Her er bare den øverste meteren med rullesteinsgrus synlig, ellers dekker nedrast materiale fra topplaget resten av profilhøyden.

Flomskredvifter.

Flomskredvifter fins foran de fleste elver og større bekker som kommer ned fra de bratte dalsidene. I overgangen mellom den bratte dalsiden og den flate dalbunnen avsettes det materialet som vannet frakter med seg. Typisk for disse viftene er den usorterte materialsammensetningen og det høye innholdet av organisk materiale. Til tross for liten nedbørmengde i Lærdal skjer det likevel flomskred under enkelte vår og høstflommer. Mange steder er det påvist at viftene delvis dekker store breelv og elveavsetninger. I enkelte vifter dominerer nok skredmateriale, men en har under denne kartleggingen for enkelhets skyld regnet alle vifter som elveavsatte.

Havavsetninger

Det ble bare registrert et par mindre områder med havavsetninger innen det kartlagte området.

Ved prøvelokalitet 4 (204708) i en terrassert avsetning sydøst for Moldo ble det påvist leirig silt. Visuell observasjon av en del mindre åpne snitt og enkle stikkborundersøkelser viser en nær kontinuerlig siltpakke. Materiale fra denne avsetningen er

tidligere benyttet både til muring og som isolasjonsmateriale. For dokumentasjon ble det tatt en kornfordelingsprøve fra denne lokaliteten. Resultatet er vist på vedlegg III-1.

Sydøst for Lunde ble det påvist silt under grus.

På en elveterrasse sydøst for Lunde ble det påvist silt under omlag 10m lagdelt sand-grus.

På nordsiden av dalen ovenfor Blåflat ble det påvist silt under en flomskredvifte.

Ved Ystabø viste snitt i en grøft silt under omlag 0.5-2.0 m med elveavsetninger.

I området mellom Tønjum og Lærdalsøyra er det derimot ikke påvist siltavsetninger.

Ur

Ur fins flere steder i de nedre deler av dalsidene. De største mektighetene ligger gjerne like ovenfor overgangen mellom dalsiden og den flate dalbunnen eller i lokale søkk i dalsiden. Steinsprang og steinskred forekommer hyppig i disse dalsidene og lokalbefolkningen har mange opplysninger om slike fenomen. Særlig tallrike var opplysninger om "knepping i fjellet" og mindre steinsprang.

Skredmateriale

Skredmateriale er ikke tegnet inn som egen løsmassetype på det kvartærgeologiske kartet. Det viste seg i praksis vanskelig å skille skredmateriale fra elvevifter og morenemateriale. Skredmateriale er derfor på kartet bare angitt med den punktplasserte bokstavkoden "Sk".

5. SAND OG GRUSRESSURSER INNEN DET KARTLAGTE OMRÅDET.

Dette kapitlet gir en detaljert beskrivelse og oversikt over de viktigste sand- og grusressursene. I teksten refereres det til både til det kvartærgeologiske kartet, kartvedlegg I, skisser av større snitt med tilhørende kornfordelingskurver i vedleggene III-1 til III-2, sprøhet og flisighetsanalyser med bergartstillinger i vedlegg IV og humusanalyser i vedlegg V.

Moterrassen

Beskrivelse.

Moterrassen er en brefrontterrasse bygd opp til øvre marine grense (omlag 120 moh). Både ytre form og indre strukturer viser at materialet i hovedsak er avsatt fra øst. Nivia og Lærdalselva har i henholdsvis vest og nord skåret seg inn i og dannet opptil 30 høye erosjonsskråninger i avsetningen. I de høye terrasseskråningene mot Lærdalselva gir åpne snitt i 3 massetak et meget godt bilde av materialsammensetningen i de distale deler av denne avsetningen.

I prøvelokalitet 6 (266691), et mindre massetak, er løsmassenes lagfølge og mektighet beskrevet som følger: 5m grovt steinig tildels blokkig horisontalt lagdelt grus / 15m noe usortert vekslende lag med sand og grus med svakt fall mot øst / mer enn 12m med tildels siltholdig finsand. En skjematisk tolkning av snittet er vist på vedlegg III-2. For dokumentasjon ble det tatt kornfordelingsprøver og sprøhet og flisighetsprøve i den øvre del av snittet.

I prøvelokalitet 7 (262685), et regelmessig benyttet massetak, er løsmassenes lagfølge og mektighet beskrevet som følger: 5m grov steinig tildels blokkig horisontalt lagdelt grus / mer enn ca 15m noe dårlig sortert sand og grus med svakt fall mot nord. Stein og blokkfraksjonen er visuelt bedømt som godt til meget godt rundet. Det ble tatt prøver for kornfordeling og sprøhet og flisighet. En skjematisk tolkning av profilet og resultat fra kornfordelingsanalysene er vist i vedleggene III-2 og IV.

I prøvelokalitet 9 (262686), et lite og sporadisk drevet massetak, ble materialet i et omlag 16 m høyt profil beskrevet som usortert, dårlig lagdelt, kompakt, noe finstoffholdig sand og grus. Godt sortert ensgradert sand opptrer i tektonisk betingede strukturer i det nær vertikaltstående snittet. Det ble tatt kornfordelingsprøve av det typiske materialet slik det her er beskrevet, vedlegg III-2.

Kvalitetsvurdering av sand og grusressursene.

Sprøhet-flisighetsanalysene og bergartstellingene vedlegg IV, viser at materialet gjennomgående har gode mekaniske egenskaper.

Bergartstellingene viser at de aktuelle sand- og grusressursene er dominert av gneis- og granittisk bergartsmateriale. Innholdet av lavmetamorfe autoktone skifre er overalt lavt. (overstiger ikke 2%). Bergartsmaterialet er generelt fysisk uforvitret, og inneholder ikke bergarter som foringer ressursenes anvendbarhet som byggeråstoff. Materialet fra prøvelokalitet 6 er imidlertid noe mer flisig enn annen undersøkt naturgrus fra Lærdal. Innholdet av granitt og gneis er imidlertid høyere enn på de øvrige lokaliteter og dette er muligens avgjørende.

Volumvurdering.

På grunnlag av den materialsammensetningen, lagfølgen og de mektighetene som er påvist, anslås volumet til 40 mill m³. Dette er basert på en midlere mektighet på 15 m og et areal på 252000 m².

NGU gjør oppmerksom på at større uttak i denne forekomsten vil komme i konflikt med dyrka mark og bebygde områder.

Ljøsneterassen

Beskrivelse.

Ljøsneterassen ligger langs den nordlige dalsiden og er bygd opp til omlag 120 moh i den østligste delen. Toppflaten skråer svakt mot vest. Både indre strukturer og ytre form viser at materialet er avsatt fra øst-sydøst. 3 større masseuttak i avsetningens vestre del gir et godt bilde av både materialfordeling og indre strukturer.

Prøvelokalitet 5 (251692) er et stort grustak med et permanent sorterings og knuseanlegg. Løsmassenes mektighet og lagfølge ble beskrevet som følger : Ca 10m blokkig, humusholdig og usortert flomskredmateriale / mer enn ca 33m ensartet og homogent vekslende skrålag med sand og grus. Lagene faller mot vest. Det ble tatt prøver for både kornfordelings og sprøhet og flisighetsanalyser. En tolkning av det prøvetatte løsmasseprofilet og prøvene er vist på vedleggene III-1 og IV.

Prøvelokalitet 8 (246692) er også et stort massetak som ligger ca 1km vest for lokalitet 5. Et omlag 32m høyt snitt i massetaket ble visuelt beskrevet slik: ca 3m grovt steinig humusholdig flomskredmateriale / mer enn ca 30 m godt sortert og homogent vekslende skrålag med sand og grus med fall mot vest.

Kvalitetsvurdering av sand og grusressursene.

Resultatene av sprøhet-flisighetsanalysene og bergartstellingene fra denne forekomsten er ikke særlig forskjellig fra de øvrige lokalitetene nevnt i denne rapport (se vedlegg IV).

Snitt i de store grustakene i forekomsten (lok5 og lok8), viser at grusig sand og sand dominerer. Materialet er gjennomgående noe bedre sortert enn materialet innen Moterrassen. I utgangspunktet er derfor materiale fra denne avsetningen bedre egnet som betongtilslag enn materiale fra Moterrassen. Kreves det en sikker vurdering og dokumentasjon av et potensielt tilslagsmateriale må det foretas prøvestøpning. Det grove, usorterte og sterkt humusholdige flomskredmaterialet som dekker deler av denne forekomsten må imidlertid avdekkes og ikke benyttes som tilslagsmateriale i betong.

Volumvurdering.

På grunnlag av undersøkelsene og den geologiske dannelsesmodellen anslås den midlere mektigheten på sand og grusressursene til omlag 15 m. Forekomstens totale areal er beregnet til 268000 m², og dette gir et volum på omlag 4 mill m³.

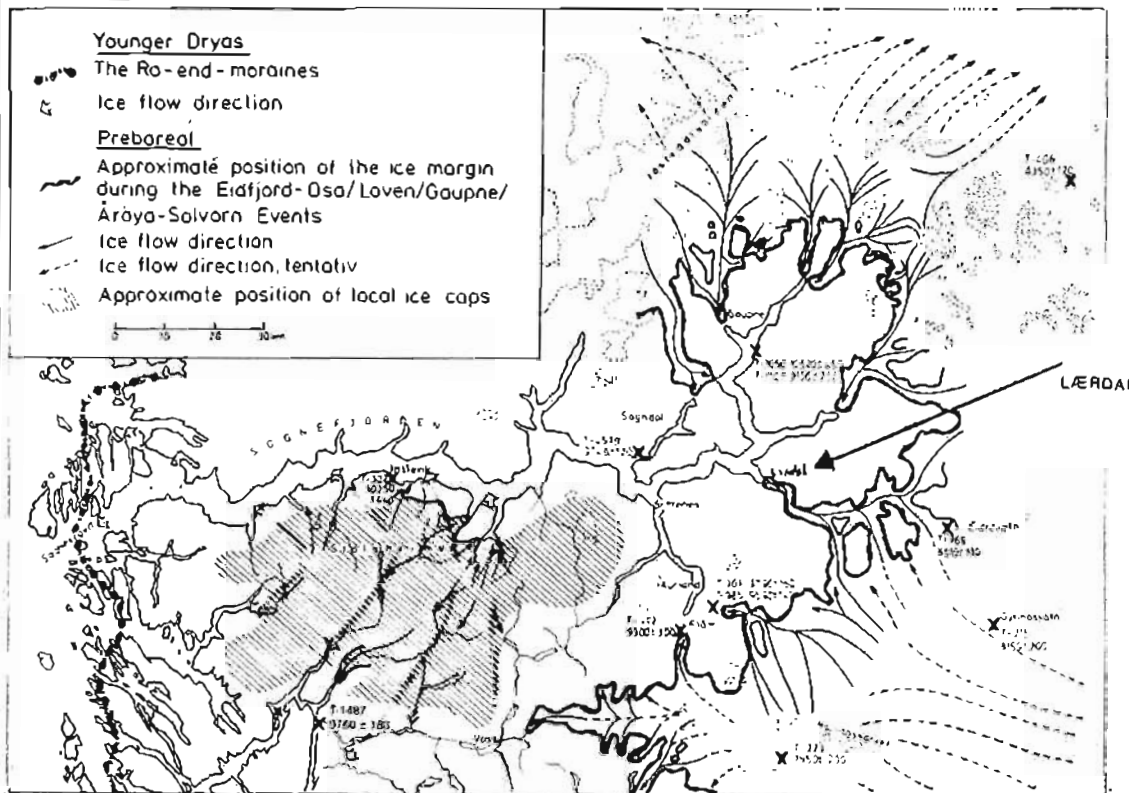
Over tid vil videre uttak komme i konflikt med gårdsdriften i området.

Eriterrassen

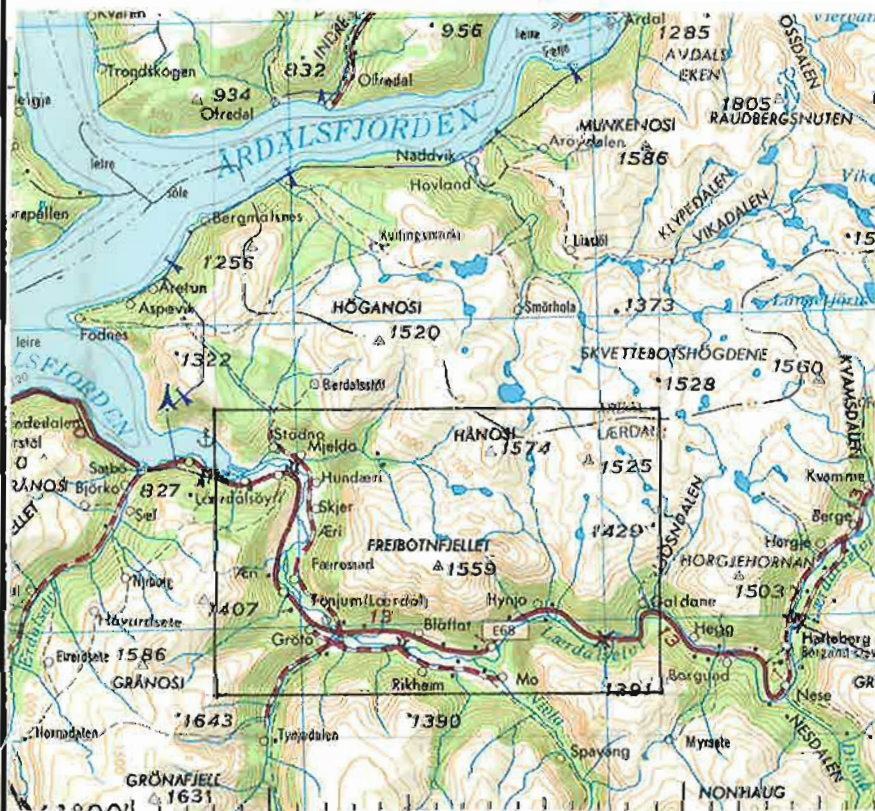
Avsetningen er tolket som en postglasial elveavsetning bygd opp til omlag 40 moh. Prøvelokalitetene 1 og 2, vedlegg III-1, viser at avsetningen er dominert av sand og grusig sand. Eventuelle masseuttak vil komme i konflikt med dyrka mark og bebyggelse.

LITTERATUR

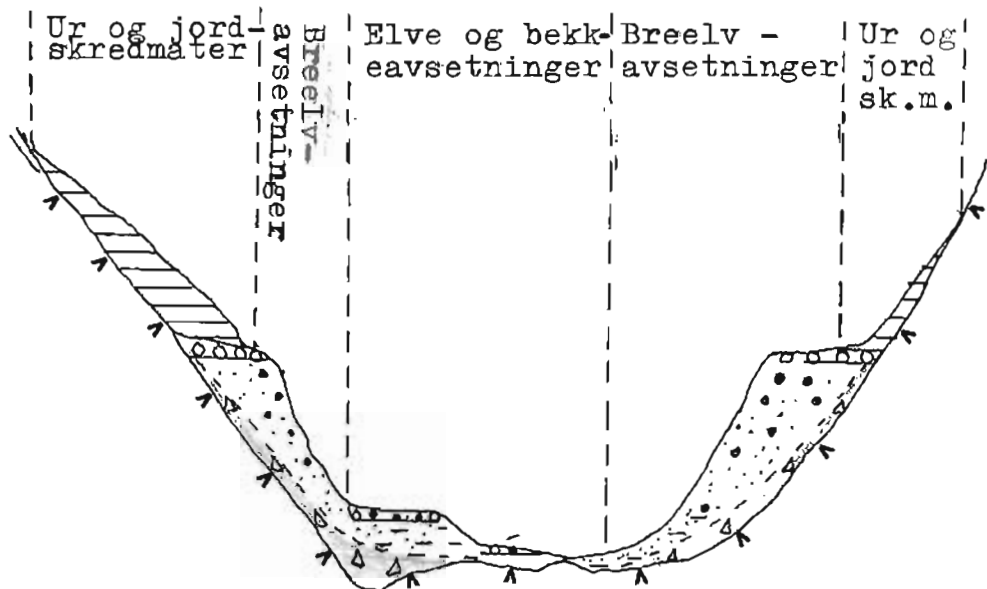
- BERGSTRØM, B. 1971: "Deglasiasjonsforløpet i Aurlandsdalen og områdene omkring, Vest Norge." NGU nr 317.
- FARETH, E. 1977: "Petrography and structure of Aurlandsdalen area, Western Norway -a portion of the Caledonian margin." NGU nr 334
- HOLMSEN, G. 1971: "Nyttbare sand og grusforekomster i Syd Norge." del II, NGU nr 271, s40-41.
- KVALE, A. 1960: "The nappe area of the Caledonides in Western Int. Geol. Congr. 21, Guide to excursion, NGU nr 212.
- KYRKJEBØ, A. 1953: "Geomorfologi fra Høyangerområdet og strandlinjestudier -og isavsmeltningsstudier fra Sogn" Hovedoppgave i fys. geogr. Univ. i Bergen. (unpubl.)
- MANGERUD J. , LARSEN, E. ,LONGVA, O.& SØNSTEGAARD, E. 1979: "Glacial history of western Norway 15000-10000 BP" Boreas nr 8, 179-187.
- VORREN, TORE O. 1973: "Glacial geology of the Area between Jostedalsbreen and Jotunheimen, South Norway" NGU nr 291.
- AA, A., R. : "Ice movements and deglaciations in the area between Sogndal and Jostedalsbreen, western Norway". Norsk Geol. t. skr. vol. 62 1983 nr. 3.











Røkonstruksjon av isfrontenes beliggenhet i Yngre Dryas og Preboreal tid.(etter Mangerud 1979)

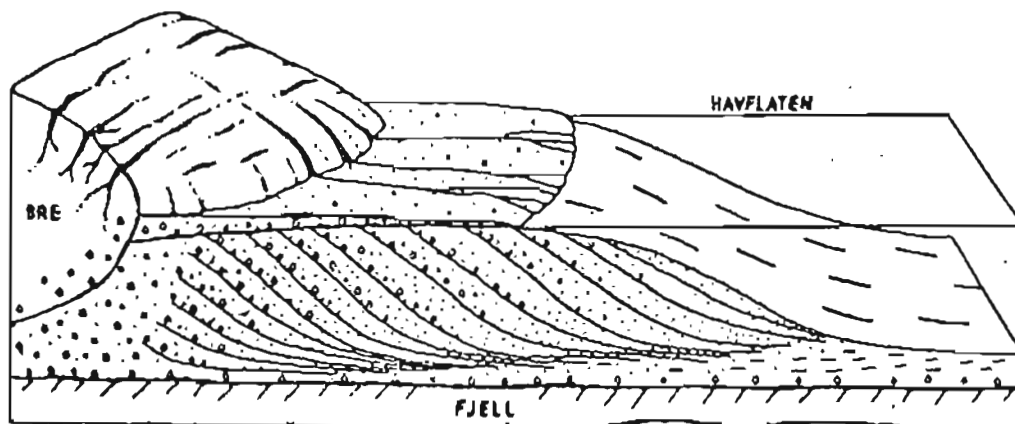


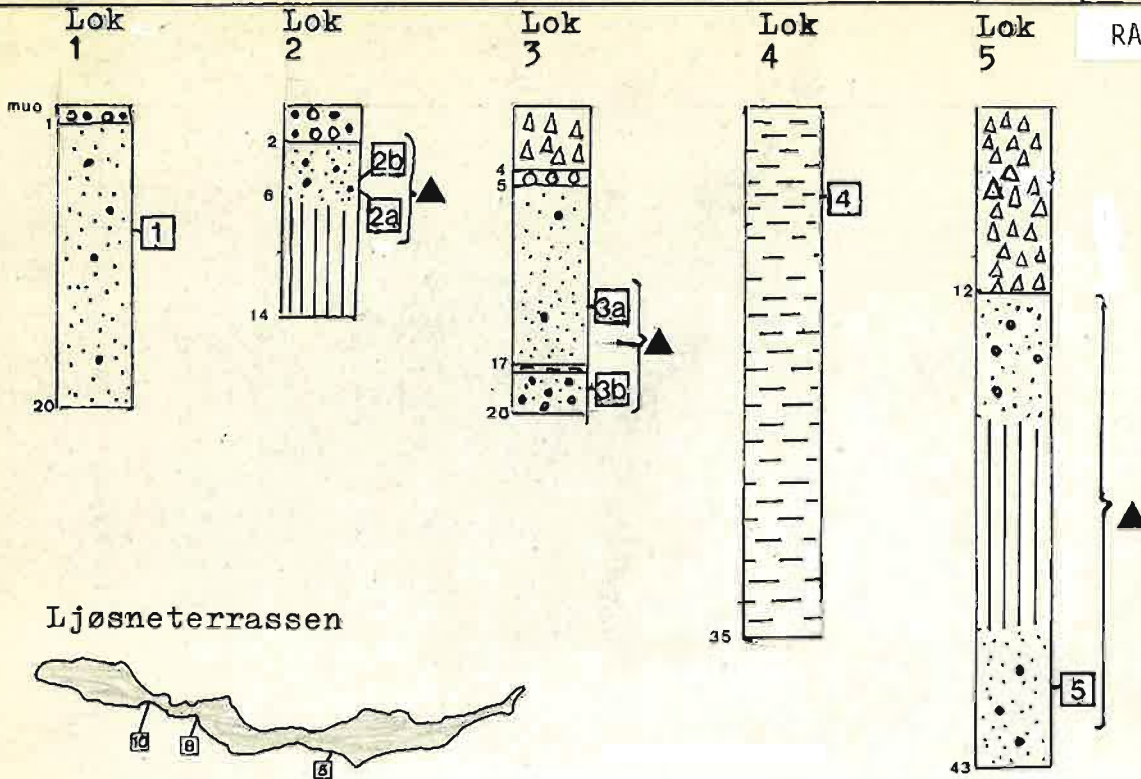
Kartvedlegg 1560/20-01, M=1:20000
 Topografisk grunnlag er en samkopi av de offisielle kartblad BFG071072, BFG073074, BHJ071072 og BHJ073074.



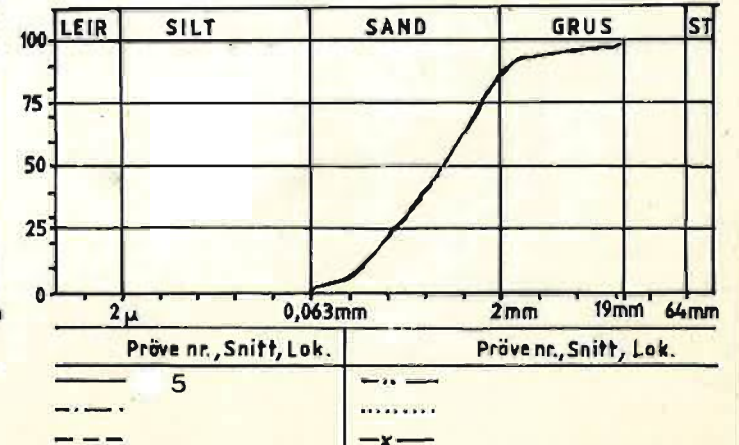
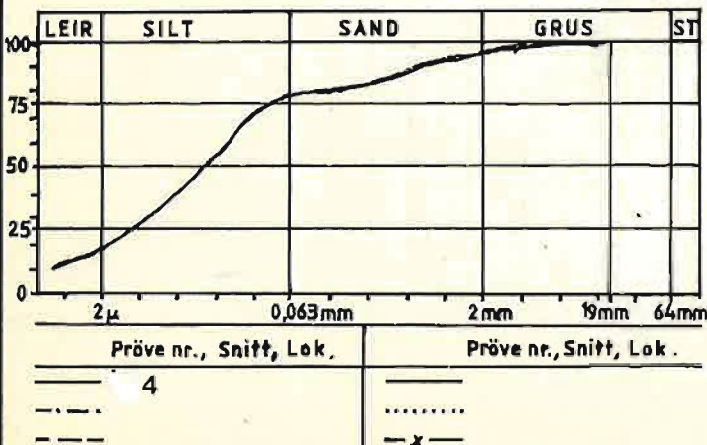
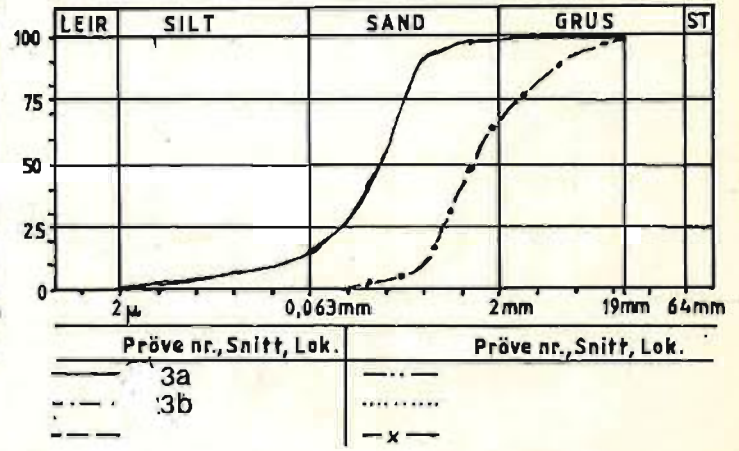
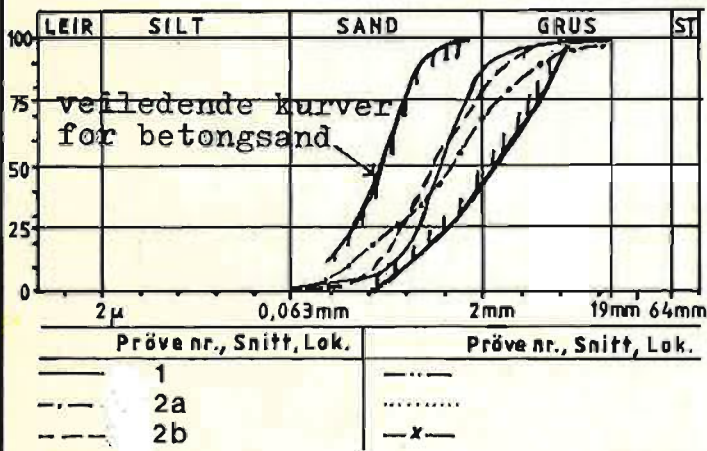
- | | | | |
|---|-------|---|--------------------------|
|  | Bløkk |  | Antatt fjelloverflate |
|  | Stein |  | Ur og jordskredmateriale |
|  | Grus |  | Morenemateriale |
|  | Sand | | |
|  | Silt | | |

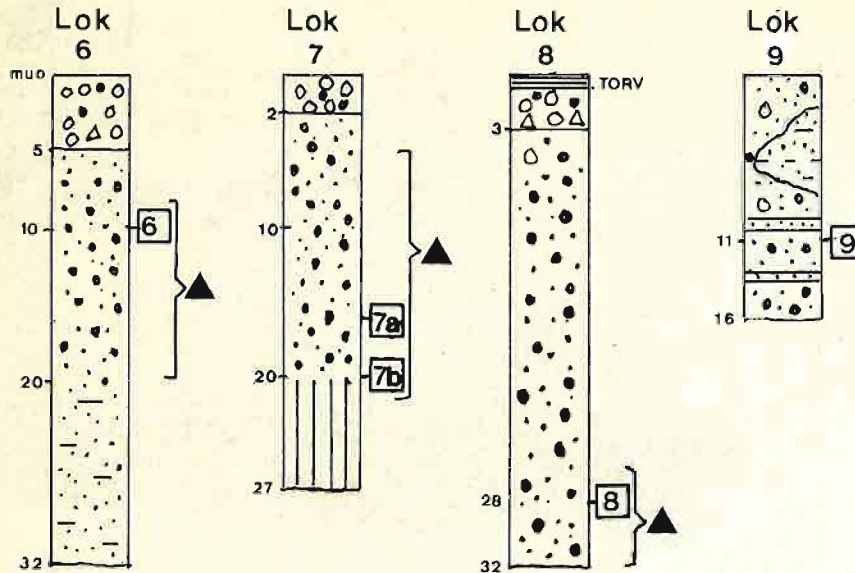
Prinsippet for oppbygging av et breeelvdelta



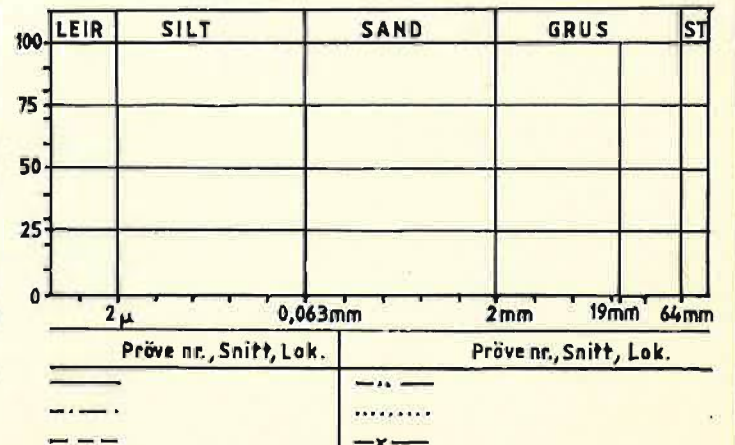
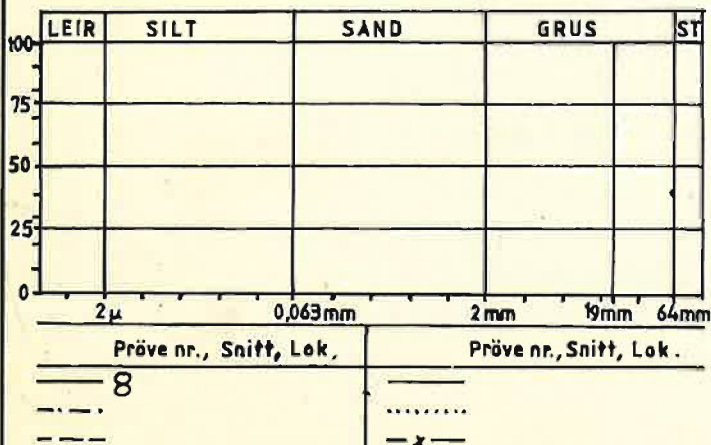
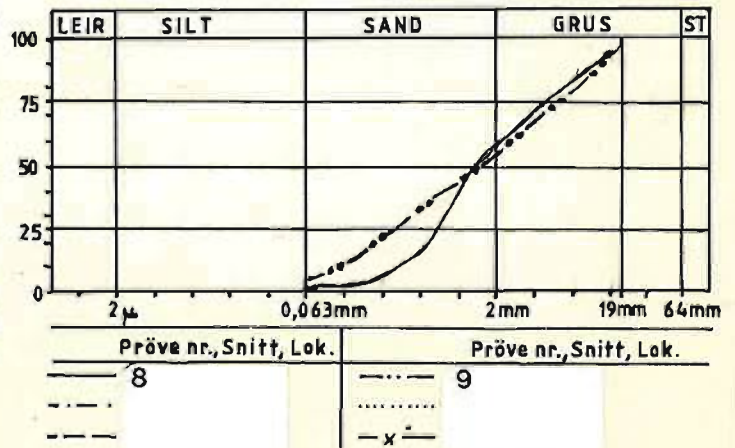
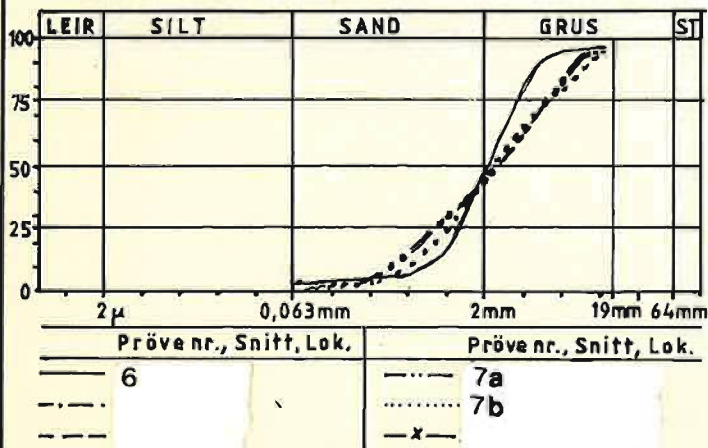


For tegnforklaring, se vedlegg III-2



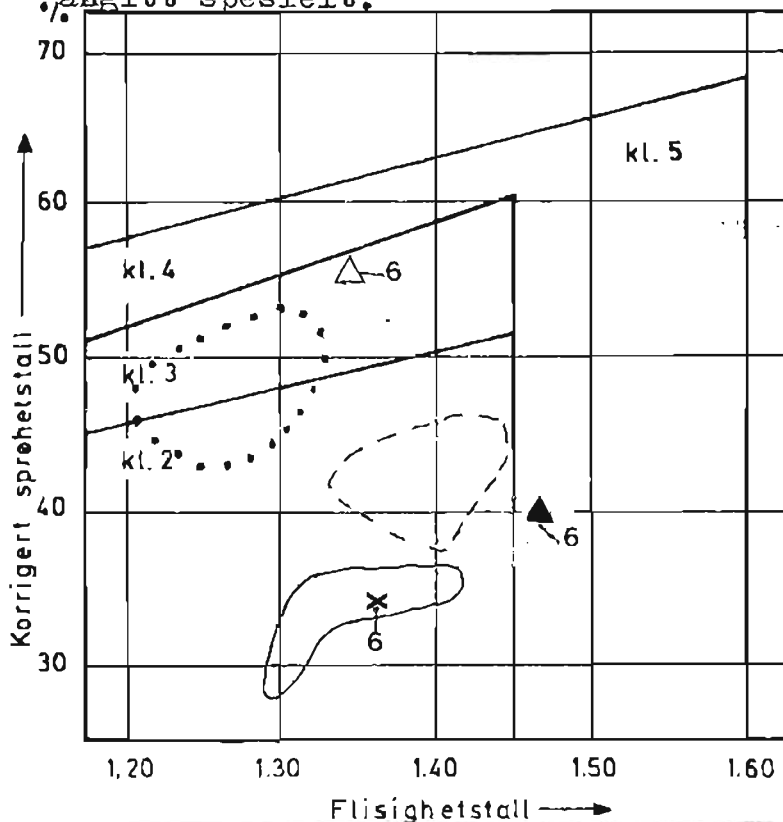


- △△ Blokk
- Stein
- Grus
- ◻ Kornfordelingsanalyse
- ◻ Sprøhet og flisighets-analyse med nr. som lokaliteten
- ▲
- |||| Nedrast parti i snittet
- muo Antall m under overflaten
- ◻ Silt



Sprøhet og flisighetsverdier for naturgrus fra Lærdal

Omhyllingskurver for prøver fra 6 lokaliteter. Verdien for lok 7 er angitt spesielt.



Fraksjon 8-11mm

2 parallellanalyser på 50% naturgrus + 50% lab.pukket overstein

1 parallell på nedknust matr. fra forrigående delanalyse

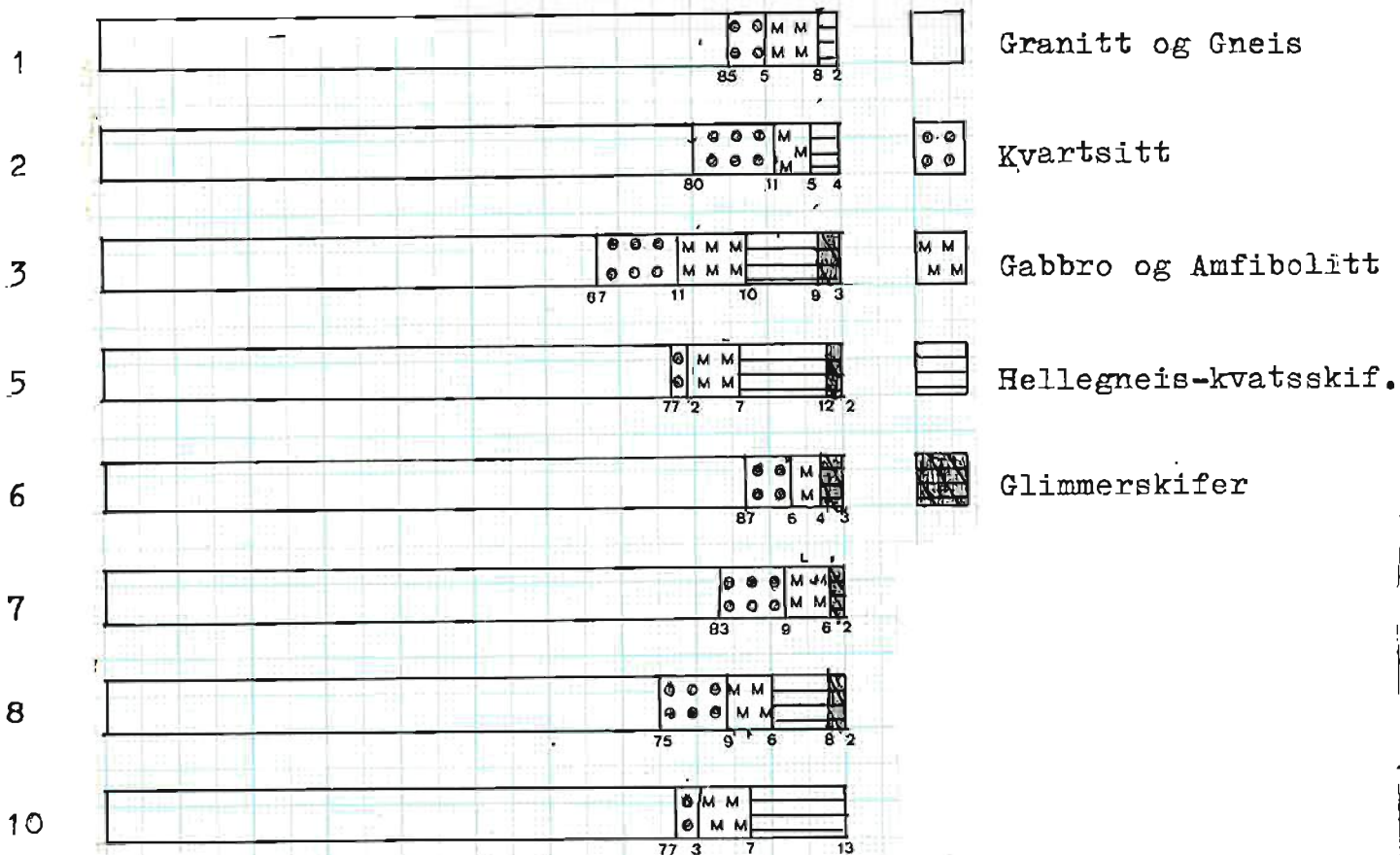
Fraksjon 11-16mm

2 parallellanalyser på naturgrus

Lokalitetenes beliggenhet er angitt på det kvartærgeologiske kartet.

Steintelling på prøvene i fraksjonen 8-16mm.

Lok



KORNFORDELINGS- OG HUMUSANALYSER

Prøve nr.	Lokalis- tets- nr.	Sted	Dyp (m)	Jord- art	Vektprosent materiale mindre enn 19mm				Ko- ordi- nater	An- merk- ninger	Humus- ana- lyser
					Grus 19-2mm	Sand 2 - 0.063mm	Silt 0.063 - 0.002mm	Leir <0.002 mm			
1	1	Eri	12 m u.o.	E	17	82	1	-	193715	SF	0-0.5
2A	2	Eri	6 m u.o.	E	30	66	4	-	195711		0.5
2B	2	Eri	5 m u.o.	E	19	81	-	-	195711		0.5
3A	3	Øst for Groto	17 m u.o.	E	2	83	14	1	214692		
3B	3	Øst for Groto	13 m u.o.	E	34	66	-	-	214692		0.5
4	4	Sør for Molde	1 m u.o.	M	3	20	58	19	204708		
5	5	Ljøsneterrassen	40 m u.o.	B	16	82	2	-	251692		0
6	6	Moterrassen	15 m u.o.	B	55	40	5	-	266691		0
7A	7	Moterrassen	16 m u.o.	B	55	44	1	-	262685		0
7B	7	Moterrassen	20 m u.o.	B	56	43	1	-	262685		0
8	8	Ljøsneterrassen	30 m u.o.	B	42	57	1	-	246692		0
9	9	Moterrassen	14 m u.o.	B	45	50	5	-	262686		0

Alle prøver innen kartblad Lærdal, 1417-2.

A. NGU'S MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER

"Sand" og "grus" er geologisk sett løsmasser innenfor de bestemte kornfraksjonene: sand 0.06-2 mm, grus 2-64 mm og stein 64-256mm. Uttrykkene sand og grus blir i daglig tale brukt om hverandre som en fellesbetegnelse på løsmasser til bygge-og anleggsformål. I praksis gjelder det kornstørrelsene sand-grus-stein.

Sand og grus er i naturen konsentrert i forekomster som er bygget opp av vannbehandlet materiale. Særlig viktig er breelvavsetninger dannet under innlandsisens avsmelting. Enkelte steder kan også elveavsetninger, strandavsetninger og morenemateriale være viktige forekomsttyper.

Sand-og grusforekomster har flere anvendelsesmuligheter enn som byggeråstoff til bygge-og anleggsformål. De kan nyttes som byggegrunn, landbruksareal, grunnvannsuttak, kloakkresipient og avfallsdeponier. Alle disse anvendelsesmuligheter blir belyst ved sand-og grusundersøkelser, men hver anvendelse krever spesialundersøkelser.

Forundersøkelse

I forundersøkelsen vil en normalt få lokalisert og arealavgrenset et områdes sand-og grusforekomster. Det blir også gjort en grov vurdering av mengde og kvalitet på grunnlag av geologisk tolkning av forekomstenes dannelse og oppbygning. Denne tolkingen er basert på overflatekartlegging, snittbeskrivelse og spredt prøvetaking. Prøvene analyseres med hensyn på kornfordeling og bergarts-mineralkornsammensetning. Resultatene blir presentert som mulig mengde og kvalitet for de enkelte forekomstene, f.eks. 19 (min.) -20 (max) mill. m³, middels til gode tekniske egenskaper.

Der det er utført regional kvartærgeologisk kartlegging i M 1:50 000, vil det vesentligste av forundersøkelsen være utført.

De videre undersøkelsene i fase 1 og 2 har som viktigste mål å gi sikrere informasjon om mengde og kvalitet for et utvalg av forekomstene. Normalt vil kostnadene pr. arealenhet øke drastisk når en må ta i bruk teknisk utstyr for å fremskaffe disse informasjonene.

Oppfølgende undersøkelse

Ved de direkte metodene tar en prøver eller sonderborer på ønskede steder i avsetningen. Prøvene tas oftest kontinuerlig ved sjakting på overflaten eller i snitt, eller unntaksvis ved prøvetakende boringer nedover i forekomsten. Prøvene analyseres for vurdering av egnethet til teknisk bruk, oftest sprøhets-og flisighetsanalyse, kjemisk og mineralogisk analyse og i visse tilfeller utføres betongprøvestøping.

Ved bruk av indirekte metoder tolkes materialsammensetninger mot dypet ut fra registrering av f.eks. lydgjennomgangshastighet (refraksjonsseismikk)

eller elektrisk ledningsevne (elektriske motstandsmålinger). De indirekte metodene er viktige i denne fase av undersøkelsene.

Resultatene blir presentert som sannsynlig mengde og kvalitet og framkommer som en syntese av indirekte metoder, kartlegging og tolkning av geologisk dannelseshistorie og noe prøvetaking. Eksempel på konklusjon av oppfølgende undersøkelser kan være minimum 13-maksimum 17 mill. m³ sand og grus av god teknisk kvalitet.

Fase	Innhold	Resultat
Forundersøkelse	-Tidligere undersøkelser	-Lokalisering av fore-
	-Løsmasse registrering kartlegging	komster
	-målestokk 1:50.000	-Mulig mengde og
	-Flyfotostudier	kvalitet
	-Befaringer	
	-Evt. prøvetaking	
Oppfølgende undersøkelse	-Kartlegging	
	-målestokk 1:20.000	-Skille ut viktige
	-Geofysiske undersøkelser	forekomster
	-Sonderboringer	-Sannsynlig mengde
	-Prøvetaking	og kvalitet
Detaljundersøkelse	-Kartlegging	-Påvise enkelt
	-målestokk 1:20.000	forekomsters egnethet
	-Geofysiske undersøkelser	for ulik anvendelse
	-Sonderboringer	-Påvist mengde og
	-Prøvetaking	kvalitet

FIG. 1 NGU'S MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER

Detaljundersøkelse

Detaljundersøkelse skiller seg fra oppfølgende undersøkelser ved et tettere undersøkelsesnett og mer bruk av prøvetakende boringer. Det samles inn materiale i større prøver til spesialundersøkelser som betongprøvestøping. Eksempler på konklusjon av detaljundersøkelsen kan være 14 (min.) -16 (max.) mill. m³ sand og grus med god teknisk kvalitet, egnet som tilslag i høyfasthets betong og vegoverbygning.

B. KVALITETSVURDERING OG KVALITETSKRAV AV SAND OG GRUS
TIL BETONG OG VEGFORMÅL.

Kvalitetsvurdering av sand og grus skjer vanligvis med tanke på veg og betongformål. To sett av parametre er særlig viktig i denne sammenhengen:

- Materialets materialtekniske egenskaper.
- Materialets sammensetning (fordeling og indre oppbygging) innen forekomsten.

Det er utviklet mange laboratorieundersøkelser for å vurdere sand og grusmaterialers egnethet til ulike veg og betongformål. De viktigste og mest relevante metoder for å undersøke de materialtekniske egenskaper er beskrevet i egne vedlegg.

Materialsammensetningen vil normalt, mer eller mindre lovmessig, variere både horisontalt og vertikalt innen forekomster. Materialsammensetningen omfatter både løsmassenes kornstørrelsesfordeling, lagdeling og indre oppbygging. En vesentlig del av feltundersøkelsene (beskrevet i eget vedlegg) vil bestå i vurdering og dokumentasjon av materialets sammensetning. Omfang og opplegg for feltundersøkelsene må tilpasses ambisjonsnivået, kravet til dokumentasjon og de naturgitte forutsetninger i tilknytning til forekomstene.

Det er de opprinnelig dannelsesprosesser og det geologiske miljø i tilknytning til disse som bestemmer materialkvaliteten og sammensetningen. Det er derfor viktig å ha kunnskap om både de regionale og lokale kvartærgeologiske forhold i tilknytning til sand og grusforekomster.

Sand og grus til betongformål.

Norske standardspesifikasjoner for betong er lite presise og må justeres etter behov og bruk. Det er en lang rekke materialtekniske egenskaper som har betydning og bare de viktigste blir omtalt i det følgende. Direkte funksjonsorientert testing av ett tilslag, som prøvestøping og etterkontroll av konstruksjoner der det aktuelle tilslaget inngår, kan i mange tilfeller være enklere og sikrere enn å foreta omfattende undersøkelser av tilslagets materialtekniske egenskaper. Enkle kvalitative vurderinger basert på viktige materialtekniske egenskaper er derimot viktige når en vil foreta en grov sammenligning av ulike forekomster som tidligere har vært lite undersøkt.

Korngradering

Bearbeidbarheten av fersk betong er først og fremst avhengig av mengdeforholdet mellom sand og stein. Økes sandinnholdet vil bearbeidbarheten også øke. Sandpartiklene gir kulelagereffekt i den ferske betongen. Når middelkornstørrelsen (D50) minskes vil også vannbehovet øke. Dette skyldes først og fremst økningen i spesifikk overflate for tilslaget. Det vil nå kreves mer vann for å fukte mineraloverflatene. Skal v/c forholdet opprettholdes må det nå tilsettes mer sement.

Fastheten av en fullt komprimert betongblanding er først og fremst avhengig av vann/cementforholdet. Det har også vist seg at betongstyrken er noe avhengig av av graderingen og den maksimale kornstørrelsen. Et finkornig tilslag med liten middelkornstørrelse gir lavere fasthet enn en betong med et grovere tilslag når betongsammensetningen forøvrig er gitt. Med tanke på både materialkostnad og fasthet er det gunstig å benytte en stor maksimal kornstørrelse (D-max). Det er imidlertid påvist at det eksisterer en D-max som gir optimal betongfasthet. En D-max utover dette nivået gir indre bleeding og separasjon og vil redusere betongfastheten. Hensynet til betongens bearbeidbarhet, stabilitet og armeringsnettets tetthet vil også begrense betongprodusentens handlefrihet.

Fillerinnholdet, materiale mindre enn 125 mikron, har en viss betydning for betongens stabilitet. Et høyt fillerinnhold motvirker betongens tendens til bleeding og vannutskillelse. På den annen side vil et høyt fillerinnhold gi et større vannbehov. Normalt bør fillerinnholdet være omlag 2-5 vektprosent for sand i fraksjonsområdet 0-4 mm.

I praksis må det velges tilslag som gir rimelig bearbeidbarhet, lavt vannbehov og minimal separasjonsfare. I figur 3 er det vist eksempel på veiledende kurver for betongtilslag. Kurver som faller innenfor sone 1 gir en lett bearbeidbar betong og passer for blandinger med lavt v/c forhold. Det lave finstoffinnholdet gir imidlertid en viss fare for separasjon. Kurver i sone 3 er den andre ytterligheten. En slik gradering gir en kohesiv og lite bearbeidbar betong.

I naturen har sand ofte et høyt innhold av partikler i fraksjonsområdet 1-4 mm. En slik partikkelinterferens gir kurven en karakteristisk "sandpukkel". Dette gir stor hullromsprosent og blandingen må tilsettes mere vann for å oppnå samme bearbeidbarhet som i sone 1. Dette fører i sin tur til et høyere v/c forhold og lavere fasthet. Kreves på den annen side samme fasthet og bearbeidbarhet må sementmengden økes.

For å ha bedre kontroll med graderingen er det vanlig å benytte separate lagre med ferdigfraksjonert materiale i sand-og steinfraksjonen når betongen settes sammen. Med disse to fraksjonene kan sand/stein forholdet fikseres og lett tilpasses den tilsktede korngradering. Undertiden benyttes flere enn to delmaterialer. Med for eksempel to typer sand og en type stein kan kornkurven fikseres på to punkter. Siktekurven for de tre delmaterialene må selvsagt

være kjent på forhånd. I tillegg til sand/stein forholdet, kan nå fillerinnholdet også fikseres. Benyttes sand med lav middelkornstørrelse må steininnholdet økes og motsatt.

Det må imidlertid presiseres at den ideelle gradering ikke eksisterer når andre relevante tilslagsparametre kan variere fritt. En kan i beste fall angi soner med veiledende kurve for betongsand. I norsk standard er , NS 427A, er av denne grunn de veiledende betongkurvene nå fjernet.

Kunstig innført luft har både stabiliserende og "smørende" virkning på betong. Fordi luftinnførende tilsetningsstoff erstatter endel av sand og fillerinnholdet bør det benyttes graderinger med lavere finstoffinnhold.

Graderingskurven er noe uhåndterlig og i proporsjoneringsøyemed benyttes ofte avlede parametre som finhetsmodulen (FM) og maksimal kornstørrelse (D-max).

Kornform og overflateforhold

Flisig og kantet materiale vil generelt gi større vannbehov og dermed høyere cementforbruk (om v/c og dermed fastheten skal opprettholdes). Dårlig kornform kan bare delvis kompenseres for ved tilsats av plastiserende stoff, derimot kan knusing av tilslagets grovere fraksjoner virke gunstig.

Uheldig bergarts-/mineralkornfordeling

Innhold av fri glimmer, skiferkorn og fysisk svake korn i tilslaget vil både øke den ferske betongs vannbehov og virke ugunstig inn på fasthetsutviklingen. Dette kan bare i en viss grad kompenseres for ved bruk av plastiserende tilsetningsstoffer.

Innhold av magnetkis og svovelkis kan redusere en hennende betongs fasthet ved at sulfider fra kis i kontakt med cementlimet kan reagere kjemisk. Dette vil primært være et problem der en anvender tilslag med knust steinmateriale, da kis i naturgrus som regel er vitret bort. Denne type uheldige reaksjoner kan imidlertid motvirkes ved bruk av sulfatbestandig cement.

Alkaleløselig kiseltsyre i kvartsvarianten opal og i en viss grad kisel i bergarter som flint, rhyolitt og fyllitt kan reagere med cementlimet, og ha skadelig innflytelse på den herdnende betongs fasthet. Slik bergarter er lite utbredte i Norge og følgelig er denne type reaksjoner svært sjeldne i Norge.

Det er forøvrig utarbeidet en metode for visuell kvalitetsklassifisering av mørtelsand. Metoden er basert på innholdet av fri glimmer og skiferkorn i to fraksjoner. Diagrammet

for kvalitetsbestemmelsen er vist i figur 3. Glimmer og skiferinnholdet vurderes visuelt ved mineral og bergartstillinger (s.d.).

Forurensninger

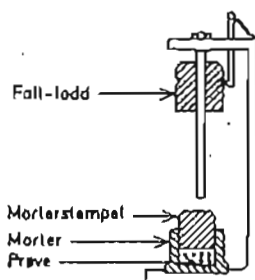
Om tilslaget inneholder humus (dekomponert organisk materiale) kan dette forsinke og i verste fall forhindre cementens herdning. Salter og klorider kan skape korrosjonsproblemer på innstøpt stål.

Belegg (beising) av finstoff (leir evt. siltfraksjonen) kan redusere heftfastheten pasta/tilslagskorn og redusere den generelle betongfastheten.

Innhold av humus, salter, klorider og overflatebelegg kan effektivt motvirkes ved en vaskeprosess.

KVALITETSUNDERSØKELSE AV VEGMATERIALE VED FALLPRØVEN

FALLAPPARAT



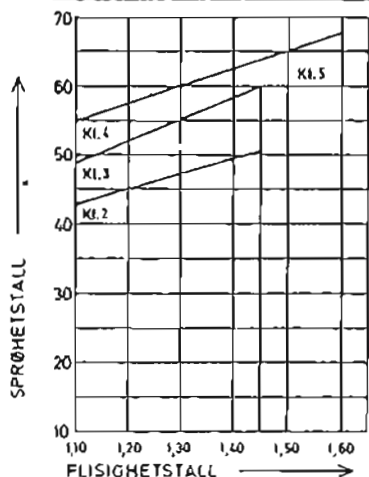
VEILEDENDE KRAV TIL KVALITETSKLASSE FOR VEGMATERIALE

MATERIALTYPE	ÅRSDØGNTRAFIKK				
	> 6000	3000-6000	1000-3000	500-1000	< 500
DEKKER:					
TOPEKA	2	2	2	2	2
ASFALTBETONG	3	3	3	3	3
ASFALTGRUSBETONG	4	4	4	4	4
ASFALTØSNINGSGRUS			2*	3	3
OVERFLATEBEHANDLING	3	3	3	3	3
OTTADЕКKE			3	4	4
OLJEGRUS				2	3
GRUSDEКKE					3
BÆRELAG:					
ASFALSTAB. GRUS	4	4	5	5	5
ASFALTERN PUKK	3	3	4	4	4
PENETRERT PUKK	5	5	5	5	5
MEKANISK STAB. MATR.	3	3	3	3	3
FORSTERKNINGSLAG $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \geq 10$	5	5	5	5	5

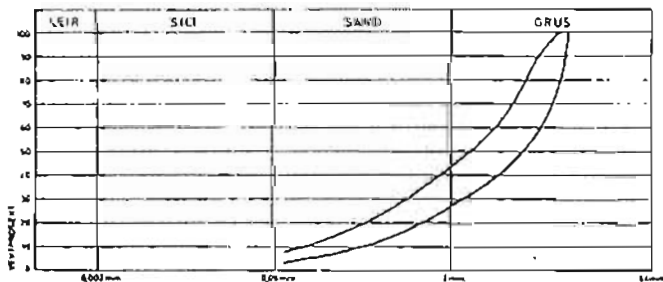
KVALITETSKLASSE

* Max 2000

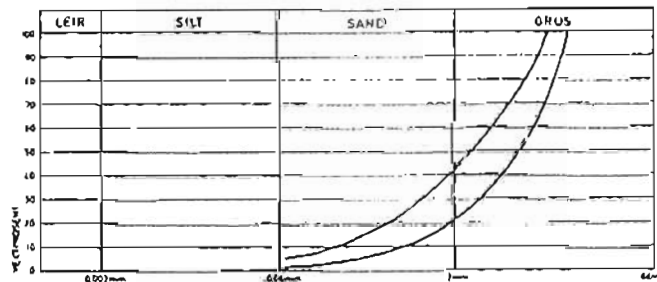
KLASSEINDELING VED FALLPRØVEN



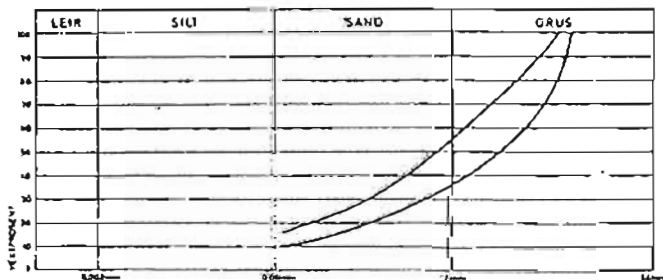
KRAV TIL KORNFORDDELING FOR VEGMATERIALE



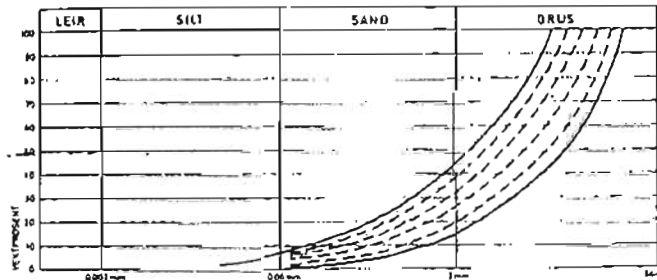
Asfaltgrusbetongdekker (Agb 16)



Dekker av oljegrus og asfaltløsningsgrus



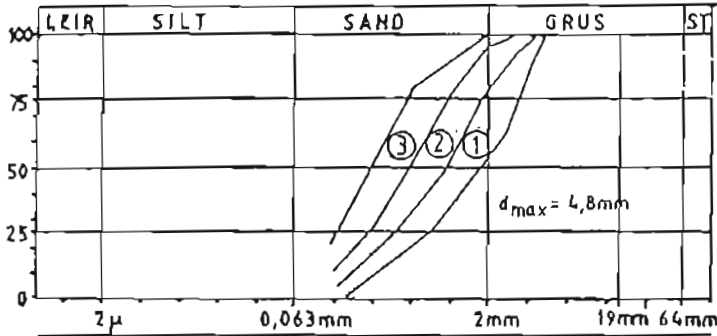
Mekanisk stabilisert grusdekke



Bærelag

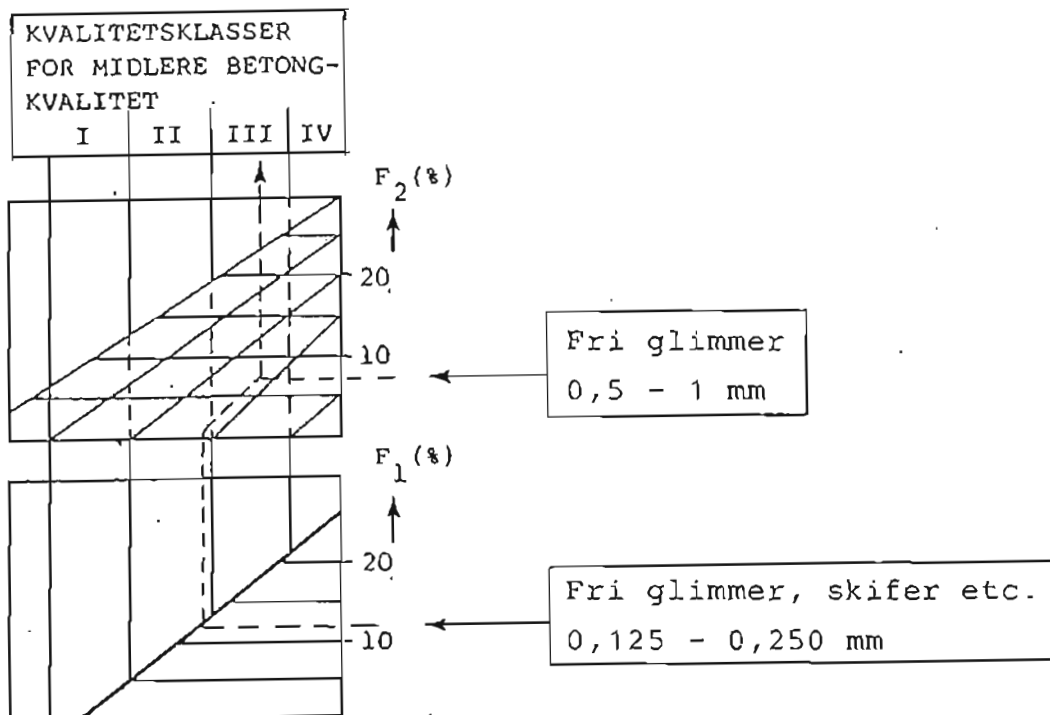
FIG. 2

ORIENTERENDE SIKTEKURVER FOR MØRTELSAND



SONE	EGNETHET
1	Tilslag til betong med høy fasthet
2	Tilslag til vanntett betong
3	Pussand, filler, ikke egnet som fullstendig tilslag.

DIAGRAM FOR VISUELL KVALITETSKLASSIFISERING AV MØRTELSAND



- KVALITETSKLASSENE
- I Meget god kvalitet
 - II God kvalitet
 - III Middels kvalitet
 - IV Dårlig kvalitet

FIG. 3

Sand og grus til vegformål.

Mekaniske egenskaper og kornform.

Ut fra mekanisk styrke (sprøhetstallet) og kornformen (flisighetstallet) klassifiseres veggrus i kvalitetsklasser i henhold til gjeldende norm i fire kvalitetsklasser fra klasse 2 til 5 (5 er laveste kvalitet). Figur 2 gir en oppstilling over forholdet mellom vegdekketyper, trafikkbelastning og krav til kvalitetsklasser.

Uheldig bergartsfordeling.

Enkelte bergartsmineral er ifølge forskriftene ikke anbefalt i vegdekker. Dette gjelder for eksempel fyllitt, kalkstein og olivin.

Korngradering.

Statens Vegvesen stiller også krav til korngradering til de forskjellige vegdekketyper. Figur 2 viser grensekurver for dekker og bærelag. Vegteknisk skilles det klart mellom dekker, bærelag og forsterkningslag. Disse tre forskjellige lag i vegens oppbygging stiller vesensforskjellige krav til materialet. Asfaltgrus-betong brukes som slitelag og bærelag på veger med lavere årsdøgntrafikk. Grusdekker består av mekanisk stabilisert grus med passende mengder korn helt ned til leirstørrelsen. Bærelag av velgraderte materialer ligger under veidekket. Storparten av sand-og grusmateriale anvendt til vegformål går til vegens bærelag. Kornfordelingskurven skal ligge innenfor og mest mulig parallell grensekurvene og må ikke krysse mer enn 2 av de stiplede linjene. Forsterkningslag ligger under bærelaget og øker vegoverbygningens styrke. Krav til kornfordelingskurve har man ikke, men forholdt mellom 60 og 10% gjennomgangen skal være større en 10.

C. VOLUMVURDERING

Ressursenes volum er primært ved de fleste sand-og grusundersøkelser. I denne sammenheng regner en vanligvis all sand og grus med middelkornstørrelse større enn omlag 0,2 mm som ressurs. Ressursenes mektighet fra overflaten (evt. under tynt dekke av andre løsmasetyper) til fast fjell, grunnvann eller andre løsmasser, må stipuleres innen det arealavgrensede forekomstområdet. Nøyaktigheten vil foruten de naturgitte forutsetninger være avhengig av omfang og ambisjonsnivå ved undersøkelsene. Innen større detaljundersøkte forekomter er det ofte naturlig å dele forekomsten i flere mektighetssoner og fremstille dette på såkalte mektighetskart. Ikke minst er slike kart svært illustrative og til god hjelp for alle kategorier brukere av geologisk informasjon. Forekomstens totale volum vil da fremkomme som summen over alle sonevolum, der det enkelte sonevolum er produktet av en sones areal og midlere sonemektighet.

Ved de fleste volumvurderinger er økonomisk kartverk med 5 m's koter som regel et nødvendig hjelpemiddel.

Ved volumvurderinger tar NGU som regel ikke hensyn til om nåværende eller planer for fremtidig arealbruk er forenlig med eventuelle masseuttak.

D. FELTUNDERSØKELSER

Kvartærgeologisk kartlegging (KK)

KK omfatter en oversiktlig klassifisering og tolkning av løsmassene etter deres dannelse. Kartets innhold og løsmassenes inndeling er forøvrig beskrevet i et eget vedlegg. Flyfoto, som ved bruk av enkle stereobriller gir tredimensjonale terrengmodeller, er et nødvendig hjelpemiddel under større kartleggingsoppgaver. Tolkning av flybilder sammen med systematisk registrering og befaring i felt er de viktigste elementer under all KK. I områder med dårlig billeddekning og under mindre oppdrag kan en alternativt benytte økonomisk kartverk (M 1:5 000-20 000) under kartlegging. Relevante opplysninger fra tidligere geologiske undersøkelser er som regel svært nyttige og kan gi mulighet for mer rasjonelt feltarbeid.

Undersøkelse av løsmassene i åpne snitt og gravde sjakter

Opplysninger om løsmassenes mektighet, lagfølge og sammensetning har foruten allmen vitenskapelig interesse, også stor interesse for løsmassenes egnethet som byggeråstoff. Inspeksjon, beskrivelse og prøvetaking i åpne snitt og gravde sjakter langs utvalgte profil er ofte et nødvendig supplement til kartlegging. Ofte gir åpne lett tilgjengelige snitt i massetak, vegskjæringer, byggegroper og naturlige utglidninger etc. tilstrekkelig informasjon under regional kartlegging og andre forundersøkelser. Er kravet til dokumentasjon stort (ved oppfølgende og detaljerte undersøkelser), og forekomsten har få åpne snitt, må det graves sjakter med gravemaskin eller manuelt der maskinelt utstyr ikke kommer fram. Sjaktene plasseres på steder der det er lett å nå ned til urørt, humusfritt materiale. I grusterasser graves det som regel sjakter langs utvalgte profil i brattskråningene ned fra terrasseflaten.

Prøvetaking

Vekten av prøvetatt materiale i snitt og sjakter varierer fra 0,5 til 22 kg ved kornfordelingsanalyser (avhengig av toppsiktets lysåpning) 5-15 kg ved sprøhet og flisighetsprøver og 30-80 kg ved betongprøver.

Seismiske undersøkelser

Seismiske undersøkelser går ut på å måle lydshastigheten innenfor de enkelte lag i løsavsetninger og berggrunn. Lydbølgende forplanter seg med ulik hastighet i forskjellige jordarter og er sterkt avhengig av vannmetningsgrad. Målingene skjer ved at en gjennom sprengning eller slag initierer lydbølger som forplanter seg gjennom avsetningene. Geofoner utplassert langs en profillinje registrerer når lydbølgen når fram til de enkelte geofonpunkter, og tiden avleses på et instrument seismograf). Disse tidsavlesningene danner basis for beregning av lydshastighet som funksjon av dyp, og resultatene fremstilles i seismiske profiler. På disse er inntegnet de sjiktgrenser der endringer i lydshastighet opptrer, og disse grensene

korreleres med endringer i geologiske forhold (korngradering, vanninnhold, pakningsgrad, porøsitet). Metoden er oftest velegnet til å bestemme dyp til grunnvannsnivå og fjell, da disse overganger vanligvis medfører store sprang i lyd hastighet. Nøyaktigheten avhenger av en rekke faktorer, med grovt sett antas nøyaktigheten i sjiktgrensebestemmelse å ligge på 1 m fra 0-10 m dyp. Over 10 m settes nøyaktigheten generelt til 10%.

Følgende oversikt viser "normal" variasjon i lyd hastighet innenfor spesielle avsetningstyper:

- sand/grus	over grunnvannsnivå	200-800 m/s
- sand/grus	under "	1400-1600 m/s
- morene	over "	700-1500 m/s
- morene	under "	1500-1900 m/s
- leire		1100-1800 m/s

Løsmasseboring med Borros Polhydrill.

Borros beltegående borerigg er en lett og mobil enhet som benyttes under oppfølgende og detaljerte løsmasseundersøkelser. Boreriggen er utrustet til å kunne foreta både sonderende og prøvehentende boring. Riggen blir særlig brukt i forbindelse med detaljerte sand og grusundersøkelser der det er behov for å dokumentere materialsammensetningen innen forekomstene. Særlig verdifull blir boringene om en kan knytte dem til indirekte undersøkelsesmetoder som seismikk og elektriske målinger. I praksis har det vist seg at riggens penetrasjonsevne ved sonderboringer er 40-50m og 20-30m ved de prøvehentende boringene.

Boringene foregår både med slag og rotasjon og det skjer en kontinuerlig spyling med vann (evt tilsatt stabiliserende kjemikalier). Under sonderboringen benyttes 36mm 1m's borstenger med 40 mm kryssjærkrone. Under de prøvehentende boringene benyttes en borkrone på 74 mm. I prøvefangeren kan det tas opp prøver på omlag 1 kg.

Enkel sondering med Pionjaerbormaskin.

Dette er en lett mobil utrustning som kan betjenes av to bormannskaper uten særlig opplæring. Sonderingene foregår ved at den skjøtbare borstengen blir slått ned i grunnen ved hjelp av den bensindrevne Pionjaer slgboremaskinen. Det benyttes 1 m's borstenger med diameter 25 mm og en kantformet borspiss hvis maksimale diameter er noe større enn selve borstrengens. Det kan til denne utrustningen også benyttes en enkel prøvehentende gruskannebor, men prøvemengden er liten og påliteligheten heller dårlig. For hver boremeter er det vanlig at bormannskapene roterer borstrengen manuelt for å "høre" hvilket materiale borspissen befinner seg i. Tolkningern er subjektiv, men på begrensede dyp inntil 10-15m gir metoden ofte verdifull informasjon, særlig om den suppleres med geofysike undersøkelser.

E. NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENES INNDELING

Generelle trekk i Norges kvartærgeologi

Kvartærgeologien omhandler den yngste perioden av Jordens geologiske historie -Kvartærtiden. Perioden er preget av store klimasvingninger med istider og varmere mellomistider. Under istidene var landet mer eller mindre dekket av innlandsbreer som gravde ut og transporterte med seg store mengder løsmateriale. Mye av dette materialet ble fraktet ut i havet og avsatt der. Tyngden av ismassene førte til at jordskorpen ble presset ned. Da isen smeltet vekk, hevet landet seg igjen i forhold til havnivået, mest i indre strøk, noe mindre ved kysten. Landhevingen har ført til at store arealer med gammel hav-og fjordbunn i dag ligger over havnivået.

Løsmassene som finnes på land i dag, er for det meste dannet under og etter siste istid. De største forekomstene er knyttet til hevete hav og fjordområder, dalfører og enkelte videområder i innlandet.

Innholdet på kvartærgeologiske kart

Kartet viser løsmassenes utbredelse og egenskaper. Det gir også opplysninger om dannelsesmåte, overflateformer, innlandsisens bevegelsesretning og avsetningsforhold. Kartet fremstiller forholdene nær markoverflaten. Mektighet og lagfølge er angitt hvor data foreligger. For de sortertete avsetninger som f.eks. breelvavsetninger og elveavsetninger er kornstørrelsene på kartet angitt på grunnlag av en visuell vurdering i felt og bruk av 1m's lett bærbar stikkbor. For de usorterte avsetninger (f.eks. morenemateriale) er kornstørrelser ikke vist på kartet, men blokkrik overflate og store enkeltblokker kan være angitt.

Løsmassenes inndeling

Løsmassene er inndelt etter dannelsesmåte og -miljø. Det er således de ulike geologiske prosessene som avspeiles gjennom inndelingen på kartet.

-Morenemateriale er løsmasser avsatt direkte av isbreer.

Det danner et mer eller mindre sammenhengende dekke over berggrunnen. Andre løsmassetyper ligger ofte på et underlag av morenemateriale. Morenematerialet består oftest av alle kornstørrelser fra blokk til leir, men mengden av ulike kornstørrelser kan variere. Bergartsfragmenter i materialet er som regel ganske skarpkantet. På og nær markoverflaten er som regel blokk og steninnholdet høyere enn mot dypet. Særlig blokkrike arealer er angitt. Utrast materiale fra mektige moreneavsetninger er svært vanskelig å avgrense fra morenemateriale forøvrig ved vanlig overflatekartlegging.

-Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis stor

mektighet brukes for arealer med få eller ingen fjellblotninger. Berggrunnens småformer trer ikke tydelig fram på grunn av morenemektigheten som vanligvis er fra en halv til noen få meter. Lokalt kan imidlertid mektigheten være langt større.

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

-Breelvavsetninger er løsmasser avsatt av strømmende smeltevann fra isbreer. De kjennetegnes ved at materialet er lagdelt og sortert etter kornstørrelser. Sand og grus er oftest de dominerende kornstørrelser. Stein og gruskorn er som regel rundet.

-Hav-og fjordavsetninger er brukt for løsmasser bunnfelt i havet. På grunn av landhevingen finnes disse avsetningene ofte høyt over dagens havnivå. Silt og leir er oftest de dominerende kornstørrelser. I mange områder har det gått leirskred. Tydelige skredkanter tegnes på kartet, men utraste leirmasser kan være vanskelig å skille fra uforstyrrede hav-og fjordavsetninger ved vanlig overflatekartlegging.

-Elve-og bekkeavsetninger er dannet etter istiden ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt materiale. Disse avsetningene har mange fellestrekk med breelvavsetningene, men de er som regel bedre sortert, og har ofte bedre rundete korn.

Lave elvesletter omfatter de lave elveslettene og elveleiematerialet i tilknytning til dagens elveløp. De er karakterisert ved lite mektige sand-og grusavsetninger over andre løsmassetyper og generelt høy grunnvannstand (1-2 m under overflaten).

Elvedelta får en dannet der elver munner ut i rolig vann. Eldre elvedelta vil p.g.a. landhevningen bli hevet over havnivået. Har elven hatt stor materialtilgang kan elvedelta være betydelige sand-og grusressurser.

Flomskredvifter dannes der bekker i dalsidene munner ut i flatt terreng. Deres ytre form er meget karakteristisk. Materialet kan variere mye fra litt omlagret morenematerialet avsatt under flomskred til bedre sortert sand, grus og stein. Grusvifter kan i enkelte tilfelle egne seg til høyverdige formål, men i mange vifter er innholdet av organisk materiale skadelig høyt.

-Ur er brukt som en fellesbetegnelse på avsetninger dannet ved steinsprang.

-Skredmateriale er brukt om materiale i bratte dal-eller fjellsider og består av en blanding av nedrast forvittringsmateriale og morenemateriale med innslag av ur og organisk materiale. Mektigheten er ofte liten, men tiltar mot de lavereliggende deler

av skråningen. Mektige flomskredvifter foran elver og bekker i dalsider kartlegges ofte som elve- og bekkeavsetninger.

-Torv- og myrdannelser er brukt som fellesbetegnelse på forekomster av torv, dy og gytje med mektighet større enn omlag 0,3 m.

-Fyllmasser er løsmasser tilført av mennesker. Betegnelsen er brukt for steintipper, søppelfyllinger og andre større fyllinger. Bakkeplanering i jordbruksområder er ikke inkludert.

Kornstørrelser

De hovedfraksjoner for kornstørrelser som brukes er følgende:

Blokk(B1)	større enn 256mm
Stein(St)	256-64mm
Grus(G)	64-2mm
Sand(S)	2-0.063mm
Silt(Si)	0.063-0.002mm
Leir(L)	minre enn 0.002mm

Ved omtalen av sorterte avsetninger angis hovedfraksjonen i substantivform, f.eks. grusig sand (mest sand, grus utgjør mer enn 10%, andre hovedfraksjoner utgjør mindre enn 10%) I parentes er angitt de ulike fraksjoners standardiserte forkortelse.

F. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Kornfordelingsanalyse
 Sprøhet (fallprøven)
 Flisighet
 Sprøhet og flisighet
 Bergarts- og mineralkorntelling
 Humus- og slambestemmelse
 Abrasjon
 Slitasjemotstand
 Tynnslip
 SieversJ-verdi
 Slitasjeverdi Borsynkindeks Borslitasjeindeks Prøvestøping

Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingsanalysen viser kornstørrelsesfordelingen i prøvene. Metoden blir utført i.h.t. Vegdirektoratets analyseforskrifter og Norsk Standard 427A del 2. En avpasset mengde skaptørket materiale tørrsiktet i en ferdig oppsatt siktesats med kvadratiske lysåpninger av definerte dimensjoner. Det benyttes ved NGU ordinært en siktesats med følgende lysåpninger: (64) -(32) -16 -8 -4 -2 -1 -0.5 -0.25 -0.125 og 0.063mm. Toppsiktet er vanligvis på 16mm, men når det er viktig å bestemme korngraderingen for grovere fraksjoner benytter en alternativt toppsikt på 32 eventuelt helt opp til 64mm. I de sistnevnte tilfelle kreves det at den innsamlede prøvemengden er atskillig større. Etter sikting veies materialet på hvert sikt og vektprosent av totalt materiale i analysen bestemmes. På grunn av finkornig materiales materialtekniske egenskaper må kornstørrelsesfordelingen for materiale mindre enn sand (0.063mm) bestemmes ved slemmeanalyse.

Gjennomgangsprosenten for et sikt er summen av vektprosentene på alle mindre sikt. Resultatene presenteres vanligvis i et kornfordelingsskjema, der gjennomgangsprosent plottes mot den tilhørende lysåpning. Ut fra kornfordelingsanalysen kan en bestemme flere parametre som karakteriserer materialets kurveforløp:

middelkornstørrelsen	50% gjennomgang
sorteringstallet	mål for spredning i kornstørrelse

Sprøhet (Fallprøven)

Et steinmaterials motstandsdyktighet mot mekaniske påkjenninger uttrykkes ved hjelp av sprøhetstallet som bestemmes ved hjelp av fallhammerprøven. En bestemt fraksjon av grus eller pukk, oftest 8,0-11,2 mm, knuses i en morter av et 14 kgs lodd som faller en høyde på 25 cm 20 ganger. Den prosentvise andelen av prøvematerialet som ved sikting etter knusingen har en kornstørrelse mindre enn prøvefraksjonens nedre korgrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets sprøhetstall. Denne tallverdien uttrykker ingen

eksakt fysisk egenskap, men er avhengig av framgangsmåte (laboranten), apparatutforming og kornenes gjennomsnittlige form (se Flisighet). Hvis ikke annet er nevnt, oppgis sprøhetstallet som gjennomsnittsverdien av tre enkeltmålinger. Sammen med flisighet og abrasjon er disse størrelsene grunnlaget for bedømmelse av steinmaterialets brukbarhet til veiformål.

Flisighet

Steinmaterialets gjennomsnittlige kornform kan beskrives ved angivelse av et flisighetstall. Dette defineres som forholdet mellom kornenes midlere bredde og tykkelse. Flisigheten bestemmes parallelt med og på samme utsiktede kornstørrelsesfraksjon som for sprøhetstallet, vanligvis 8,0-11.2 mm. Bestemmelsen av bredden skjer ved sikting på sikt med kvadratiske åpninger, og tilsvarende for tykkelsen ved å bruke rektangulære (stavformede) åpninger. Metoden anvendes både for naturlig rundet grus og skarpkantet pukk.

Sprøhet og flisighet

Sprøhetstallet er som nevnt ovenfor avhengig av materialets kornform. Økende flisighetstall fører til økende sprøhetstall. Figur 2 i standardvedlegg B viser en skisse av fallapparatet og en oversikttdiagrammet som benyttes ved fallprøven. På grunnlag av erfaringsdata er det satt opp en formel for å kunne regne om sprøhetstallet ved ulike flisighetstall. For å unngå kornformens innflytelse, er det derfor best å sammenlikne sprøhetstall ved en bestemt flisighetsverdi. Kornformen hos pukk er først og fremst bestemt av selve knuseprosessen, men også til en viss grad av bergartens struktur og materialtekniske egenskaper. En har valgt å sette referanseflisigheten lik 1.40 som er ment å representere middelverdien for norsk pukk.

Bergarts- og mineralkorntelling

Formålet med denne tellingen er å klarlegge materialets bergarts-/mineralkornsammensetning, fysiske tilstand, overflateegenskaper og i enkelte tilfelle kornform og rundingsgrad. Tellingene er nødvendig når en skal dokumentere egnethet til høyverdige formål. I mange tilfelle kan resultatene gi viktig informasjon om de geologiske dannelsesbetingelser.

Materiale til tellingene splittes enten ut fra sprøhets-flisighets og kornfordelingsprøvene eller fra prøver spesielt innsamlet til dette formålet. Tellingene utføres vanligvis på utvalgte fraksjoner i grusfraksjonen og i enkelte tilfelle også sandfraksjonen. Omlag 100 korn splittes ut fra fraksjonene og man klassifiserer de enkelte korn ett for ett visuelt i mikroskop eller for øyet. For å hjelpe den visuelle identifikasjon er det vanlig å teste gruskornenes ripemotstand med stålspatel, anvende saltsyre for å identifisere kalkstein og

magnet for å påvise magnetitt. I sjeldne tilfelle blir det utført røntgen, D.T.A. eller kjemiske analyser på pulverpreparater av prøvene.

Bergartskorn i prøvene deles inn/samles i grupper som er av betydning materialets egnethet som tilslag til høyverdige formål og som det samtidig er praktisk mulig å identifisere sikkert under telling. Det er av særlig betydning å klarlegge innholdet av bløte mekanisk svake og forvitrede bergartskorn, som alle vil forringe materialets verdi som tilslagsmateriale i ulike konstruksjoner. Innhold av skifre, fyllitter, porøse kalksteiner, kis evt. andre forurensninger vilvirke skadelig.

Mineralkorn i sandfraksjonen deles vanligvis bare inn i 2-3 grupper og disse er samtidig enklere å identifisere enn bergartskorn. Normalt følges denne inndelingen:

1. Lyse korn: for det meste feltspat og kvarts, men i en del tilfelle kalkspat, zeolitter etc.
2. Mørke korn: vanlige er hornblende, feltspat, pyroksen, granat, ertskorn etc.
3. Glimmerkorn: for det meste frikorn av muskovitt og biotitt. Det har vist seg at høyt glimmerinnhold i sandfraksjonen reduserer materialets egnethet som betongtilslag. Innhold av kis og kalk angis separat. Likedan ser en spesielt etter overflatebelegg på kornene.

Humus-og slambestemmelse

Humusinnholdet bestemmes ved natronlutmetoden i.h.t. Norsk Standard 427A, del 2. En viss mengde prøvemateriale mindre enn 4 mm rystes i en natronoppløsning med bestemt konsentrasjon. Etter en tids henstand registreres eventuell misfarging av væskesøylen over det bunnfelte materialet og vurderes visuelt etter en oppsatt skala. Slamhøyden registreres også. Metoden må kun betraktes som orienterende. Prøvestøpning må til om man med sikkerhet skal avgjøre om eventuelle humussyrer er skadelige for betong. Testen viser kun at prøvene inneholder humussyrer, men sier ikke noe om den skadelige innflytelsen på betong.

Abrasjon

Abrasjonsmetoden måler steinmaterialers abrasive slitestyrke. Denne uttrykker pukkens eller grusens motstand mot ripeslitasje. Metoden anvendes først og fremst for å kvalitetsbestemme steinmaterialer som tilslag til bituminøse slitedekker på veier med en årsgjennomsnittlig døgntrafikk (ADT) på over 2000 kjøretøyer. Et representativ utvalg med grus- eller pukkkorn fra fraksjonsområdet 11.2-12.5 mm støpes fast på en kvadratisk plate 10x10 cm. Kornene presses mot den roterende skiven. Slitasjen eller abrasjonen defineres som prøvens volumtap uttrykt i kubikkcentimeter.

Det benyttes følgende klassifisering:

- <0,35 - meget god
- 0,35 - 0,55 - god
- >0,55 - dårlig

Slitasjemotstand.

For å bestemme steinmaterialers egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekkslitasje, kalt slitasjemotstanden (SM), uttrykkes som produktet av kvadratroten av sprøhetstallet korrigert til referanseflisighet 1.40 og abrasjonsverdien. Dette tallet kan ikke fortelle hvor stor slitasjen vil bli målt i millimeter siden det er avhengig av en rekke andre forhold i tillegg, men er i stand til å rangere ulike materialer innbyrdes. Jo lavere tall desto bedre er kvaliteten.

Tynnslip

Tynnslip er betegnelsen på en tynn preparert skive av en bergart som er limt fast til en glassplate. Slipet er utgangspunkt for mikroskopisk bestemmelse av bergarters mineraler og inbyrdes mengdeforhold. Når polarisert lys passerer gjennom det gjennomskinnelige preparatet som vanligvis har en tykkelse på ca 0.020 mm, vil de ulike mineraler kunne identifiseres i mikroskopet på grunnlag av deres karakteristiske optiske egenskaper.

Mineralfordelingen sammen med den visuelle vurderingen av strukturer ute i terrenget, er grunnlaget for bestemmelse av bergartsnavnet. Ved mikroskoperingen kan man også studere indre strukturer, minaralkornenes form og størrelse, omvandlingsfenomener, dannelsesmåte etc. Spesielle strukturer kan f.eks. være mikrostikk, som er små brudd i sammenbindingen mellom mineralene, eller stavformede feltspatkorn som fungerer som en slags armering i en ellers kornet masse (ofittisk struktur). Foliasjon er også et begrep som gjerne knyttes til bergartsbeskrivelser. At en bergart er foliert betyr at har en foretrukket planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Mineralkornstørrelsen er inndelt etter følgende skala:

< 1 mm	/	finkornet
1-5 mm	/	middelskornet
> 5 mm	/	grovkornet

Vanligvis dekker et tynnslip et areal på ca 5 kvadratcentimeter. Resultatene fra en tynnslipundersøkelse blir derfor sjelden helt representativ for bergarten.

SieversJ-verdi

En bergarts SieversJ-verdi er et uttrykk for bergartens motstand mot riping med hardmetallverktøy. Et tilsaget prøvestykke av bergarten utsettes for et roterende hardmetallbor under bestemte betingelser, og SieversJ-verdien defineres som hulldybden målt i mm. Metoden er utviklet for bruk i generell vurdering av bergarters borbarhet.

Slitasjeverdi.

En bergarts slitasjeverdi er et mål for dens evne til å slite hardmetallet på borskjær. Slitasjeverdien fremkommer som vekttapet i mg for et prøvestykke av hardmetall, som utsettes for en slitasjepåkjenning fra bergarten i pulverform i en bestemt apparatur.

Borsynkindeks (DRI).

På grunnlag av sprøhetstall og SieversJ-verdi kan man beregne forventet borsynk i den undersøkte bergart. En høy verdi av DRI indikerer at bergarten er lett å bore i, mens lav borsynk-indeks tyder på det motsatte. For lett slagborutstyr er det påvist at borsynken kan settes tilnærmet lik $0.6 \cdot \text{DRI}$ (cm/min).

Borslitasjeindeks (BWI)

Forventet slitasje på en slagborkrone (meiselskjær) kan beregnes på grunnlag av Slitasjeverdi og Borsynkindeks (DRI). Høy verdi av BWI antyder stor slitasje, og omvendt. Sammenhengen mellom BWI og målt slitasje (som sum av front- og sideslitasje) er logaritmisk.

Prøvestøping

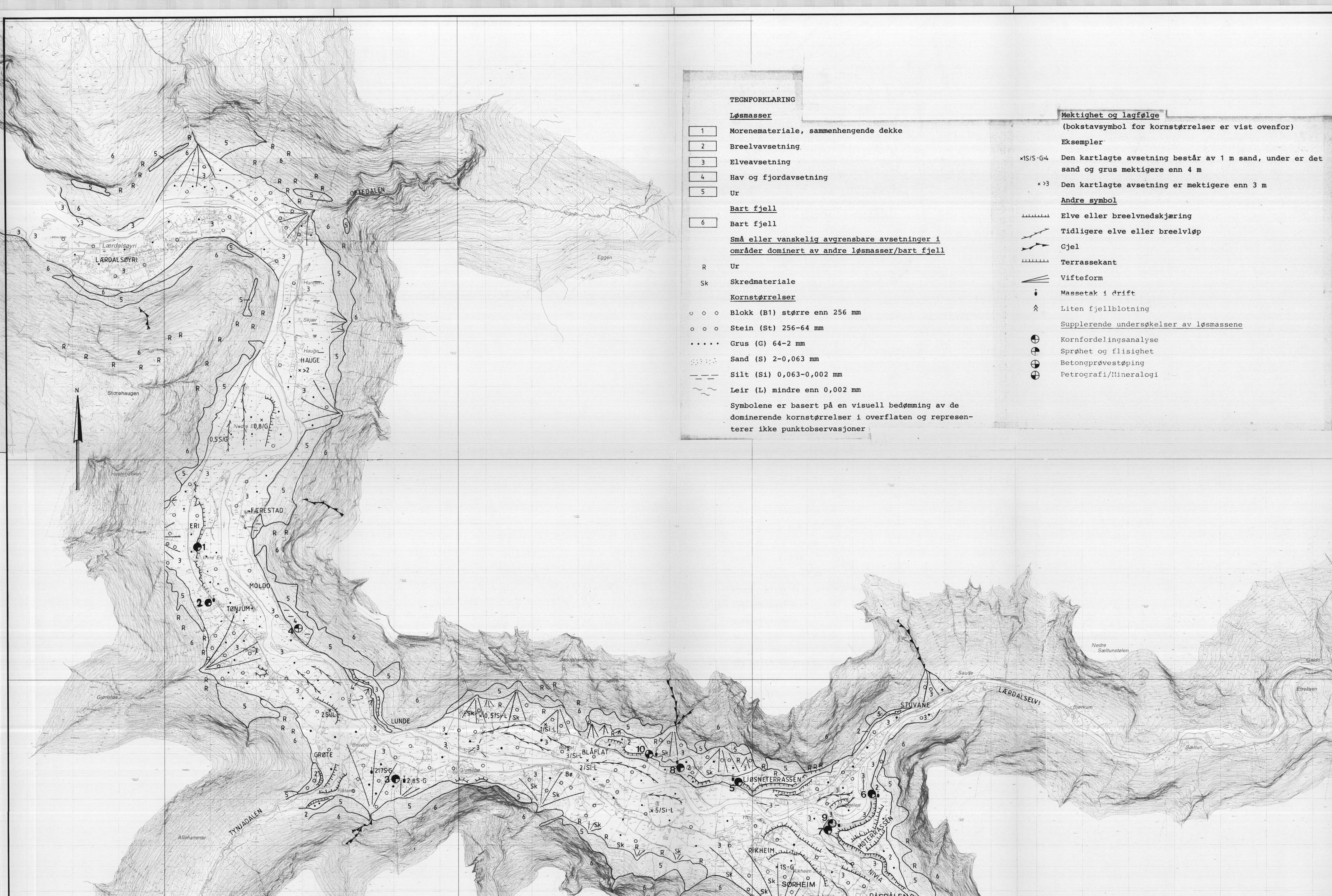
Prøvestøping er nødvendig når det forlanges en sikker vurdering av tilslagsmaterialers egnethet i mørtel og betong.

Mørtelprøving

Valigvis er det mest interessant å undersøke sandfraksjonens (0-4 mm) egnethet til mørtel. Dette er en enkel og grei måte å beskrive og klassifisere det fine tilslagsmaterialets kvalitet. Metoden gir mulighet for å stille reelle kvalitetskrav til det fine tilslaget. Metoden er særlig av stor verdi når det skal velges mellom flere aktuelle tilslag. Det behøves ikke store prøvemengder og metoden er relativt enkel å utføre i laboratoriet. Et gitt antall prøvelegemer er støpt ut og avformet ved en standardisert prosedyre. Metoden er basert på at vann/cementforholdet og volumforholdet cement/tilslag holdes konstant. Det er derfor tilslagets egenskaper som påvirker resultatet. Fastheten regnes om til et referanseporinnhold tilsvarende den tettete relative lagringstettheten i forsøksreien (i dette tilfellet 81%). For å vurdere mørtelens plastiske egenskaper bestemmes vannbehovsindeksen. Konstante mengder tilslag og cement blandes med en tilstrekkelig mengde vann for å oppnå passelig bearbeidbarhet slik denne bestemmes ved et konusforsøk. Vannbehovsindeksen er først og fremst avhengig av prøvens korngradering. En viss innflytelse øver også tilslaget mineralogi, kornform, overflate-ruhet og eventuelle belegg.

Betongprøving

Når det foretas oppfølgende undersøkelser av tilslagsmaterialer eller når det settes store krav til dokumentasjon av kvalitet foretas det prøvestøping med betong. Det viser seg at de ulike delmaterialer i en betong ikke fullt ut kan verdsettes uavhengig av hverandre. Mørtelfastheter kan derfor ikke tillegges for stor vekt når betongen skal vurderes. Riktig sammensetning og proporsjonering av fint og grovt tilslag kan utjevne forskjeller i mørtelkvalitet. Et eksempel på dette er "sprangradert" materiale som først kommer til sin rett under betongprøving. Betongprøving er i praksis noe mer tungvint å utføre enn mørtelprøving. Det kreves større prøvemengder og bedre laboratorieutrustning. Flere faktorer øver innflytelse på resultatene og det er derfor vanskeligere å vurdere enkeltresultater mot hverandre. Under prøvestøping benyttes det vanligvis et konstant vann/cementforhold og en gitt sementmengde. For prøving til vanlig konstruksjonsbetong støpes det ut 6 stk. 10 cm terninger som trykkprøves etter 1, 7 og 28 døgn. I tillegg til bruddfastheten måler en også bearbeidbarhet/støpelighet og måler romdensitet og luftporeinnhold.



TEGNFORKLARING

Løsmasser

- 1 Morenemateriale, sammenhengende dekke
- 2 Breelavsetning
- 3 Elveavsetning
- 4 Hav og fjordavsetning
- 5 Ur

Bart fjell

- 6 Bart fjell

Små eller vanskelig avgrensbare avsetninger i områder dominert av andre løsmasser/bart fjell

- R Ur
- Sk Skredmateriale
- o o o Blokk (B1) større enn 256 mm
- o o o Stein (St) 256-64 mm
- Grus (G) 64-2 mm
- Sand (S) 2-0,063 mm
- Silt (Si) 0,063-0,002 mm
- ~~~~~ Leir (L) mindre enn 0,002 mm

Symbolene er basert på en visuell bedømming av de dominerende kornstørrelser i overflaten og representerer ikke punktobservasjoner

Mektighet og lagfølge

(bokstavsymbol for kornstørrelser er vist ovenfor)

Eksempler

- x1S/S-G4 Den kartlagte avsetning består av 1 m sand, under er det sand og grus mektigere enn 4 m
- x>3 Den kartlagte avsetning er mektigere enn 3 m

Andre symbol

- Elve eller breelvnedskjæring
 - Tidligere elve eller breelvløp
 - Gjel
 - Terrassekant
 - Vifteform
 - Massetak i drift
 - Liten fjellblotning
- Supplerende undersøkelser av løsmassene
- Kornfordelingsanalyse
 - Sprøhet og flisighet
 - Betongprøvestøping
 - Petrografi/Mineralogi

NGU VESTLANDSPROGRAMMET 1978 KVARTÆRGEOLGISK KART, FORELØPIG UTGAVE LÆRDAL LÆRDAL KOMMUNE, SOGN OG FJORDANE FYLKE	MÅLESTOKK	OBSTLS.JAS 1978
	1:20 000	TEGN. JAS 1982
		TRAC. BVA 1984
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 87113-01	KARTBLAD NR. 19 86