

NGU Rapport 92.207.
Oppfølgende sand- og grusundersøkelser
Dovre kommune. Oppland fylke.

Rapport nr. 92.207		ISSN 0800-3416		Gradering: Åpen	
Tittel: Oppfølgende sand- og grusundersøkelser i Dovre kommune. Oppland fylke.					
Forfatter: John Anders Stokke			Oppdragsgiver: Dovre kommune NGU		
Fylke: Oppland			Kommune: Dovre		
Kartbladnavn (M=1:250.00) Ålesund, Årdal			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1419-2 Dombås 1718-4 Otta		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 59		Pris: 155,-
Feltarbeid utført: Sept. 1991			Rapportdato: 10.05.92		Prosjektnr.: 67.2348.00
			Ansvarlig: <i>Horten K. Thoreen</i>		
<p>Sammendrag:</p> <p>Det er funnet flere alternativ til fortsatte uttak av elvegrus:</p> <p>Elvevifta ved <i>Ilka</i> (fnr. 7) peker seg ut med tanke på vegformål. Her ligger det store ressurser, minst 2. mill. m³ med en betydelige andel grovt materiale. Materialet kan benyttes i bærelag og enkelte vegdekker dersom humusinnholdet blir holdt under kontroll.</p> <p>Et parti av breelvføremkomsten ved <i>Lie</i> (fnr. 10) inneholder betydelige reserver. Materialet egner seg først og fremst til betongtilslag eventuelt kan det inngå som del av et sammensatt tilslag til vegformål.</p> <p>Forekomstene ved <i>Vorkinslien</i> og <i>Furuheim</i> kan med mindre graderingstilpasninger benyttes til betongformål. Den fine delen av tilslaget fra disse forekomstene har sandpukkel og det er lite overstørrelser. Det må tilføres en betydelig andel grovt steinmateriale (8 - 32 mm) fra andre råstoffkilder dersom materialene skal benyttes til høyverdige vegformål.</p> <p>Elvevifta ved <i>Jora</i> (fnr. 11) inneholder betydelige ressurser. De største og beste reservene er trolig lokalisert i området ved Joras utløp i Lågen. Ifølge Statens Vegvesens undersøkelser er denne forekomsten like godt egnet til vegformål som forekomsten ved <i>Ilka</i>.</p> <p>Blant uttaksstedene for elvegrus vil NGU få fremheve uttakene ved <i>Hagevoll</i> og <i>Tårud</i>. Materialkvaliteten er god med en gunstig gradering. Reservene i elva er imidlertid begrensede og uttak i elvebredden og på elveslettene må normalt rehabiliteres.</p> <p>Tidligere er det nevnet at grusavsetningene i Lågen skulle være av høyere kvalitet. NGUs resultater viser at det ikke er noen betydelig variasjon i mekanisk kvalitet mellom de ulike lokalitetene. Det sees her bort fra forskjeller i gradering.</p>					
Emneord:		Ingeniørgeologi		Ressurskartlegging	
Sand og grus					
				Fagrapport	

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1	INNLEDNING 4
2	KONKLUSJON 4
3	UTFØRELSE OG METODIKK 5
4	TIDLIGERE UNDERSØKELSER 6
5	RESULTATER 7
5.1	Ilka. 7
5.2	Jora 10
5.3	Lie 10
5.4	Vorkinslien 14
5.5	Furuheim 15
5.6	Tårud 18
5.7	Hagevoll 18
6	VURDERING AV RESULTATENE OG FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER 19
7	LITTERATUR 22

TEKSTFIGURER

- 1 Ilka. Løsmasseprofil
- 2 Jora. Korstørrelser i sjakter
- 3 Lie. Løsmasseprofil
- 4 Furuheim. Løsmasseprofil
- 5 Sammenstilling av resultat. Vurdering av egnethet

VEDLEGG

- 1 Analyseresultater fra Dovre kommune. Samletabell.
Mekaniske egenskaper for naturgrus fra Dovre kommune.
- 2 Sprøhet og flisighet
- 3 Abrasjonsmotstand - slitasjeverdi
- 4 Bergartsfordeling i grusfraksjonen 8 - 16 mm.
- 5 Bergartskornenes mekaniske styrke. En visuell vurdering.
- 6 Glimmerinnhold i to sandfraksjoner
- 7 Kornfordelingskurver (3 sider)

TEGNINGER

- 92.207-01 Kommunekart. Lokalitetskart M = 1:50.000
- 92.207-02 Ilka M = 1:5.000
- 92.207-03 Jora M = 1:5.000
- 92.207-04 Lie M = 1:5.000
- 92.207-05 Vorkinslien M = 1:5.000
- 92.207-06 Furuheim - Hagevoll M = 1:5.000

STANDARDVEDLEGG

1 INNLEDNING

Etter henvendelse fra Dovre kommune v/ miljøvernsjef Berit Fiksdal har NGU utført undersøkelser innenfor utvalgte sand- og grusforekomster. Undersøkelsene er en direkte oppfølging av NGUs tidligere resultater presentert i NGU-rapport 91.173: "*Kartlegging av sand- og grusressurser i Lågen og vurdering av grusforsyningen til Dovre kommune*" (Stokke 1991).

Det er lagt særlig vekt på å vurdere ulike alternativ til grusuttak i elva og det viser seg at flere forekomster i hoveddalen er aktuelle i denne sammenhengen.

2 KONKLUSJON

NGU har vurdert kvalitet og volum innen utvalgte grusforekomster.

Det er funnet flere alternativ til fortsatte uttak av elvegrus:

Et område på elvevifta ved *Ilka (fnr. 7)* peker seg ut med tanke på vegformål. Her ligger det store ressurser, minst 2. mill. m³ med en betydelige andel grovt materiale. Materialet er imidlertid noe forurenset med humus. Materialet kan både benyttes i varm- og kaldblandede slitedekker inntil en årsdøgntrafikk (ÅDT) på 3000. Materialet kan også benyttes i mekanisk og bituminøst stabiliserte bærelag. Dette krever at humusinnholdet blir holdt under kontroll, og det benyttes tilstrekkelig andel knust materiale. Det vises til kravene i de nye Vegnormalene (standardvedlegget side 11 og 12).

Et parti av breelvforkomsten ved *Lie (fnr. 10)* inneholder betydelige reserver. Materialet egner seg først og fremst til betongtilslag, eventuelt kan det inngå som del av et sammensatt tilslag til vegformål.

Forekomstene ved *Vorkinslien* og *Furuheim* kan med mindre graderingstilpasninger benyttes til betongformål. Den fine delen av tilslaget fra disse forekomstene har sandpukkel og det er lite overstørrelser. Det må tilføres en betydelig andel grovt steinmateriale (8 - 32 mm) fra andre råstoffkilder dersom materialene skal benyttes til høyverdige vegformål.

Elveviften ved *Jora (fnr. 11)* inneholder betydelige ressurser. De største og beste reserve-
ne er trolig lokalisert i området ved Joras utløp i Lågen. I følge Vegvesenets under-
søkelser er denne forekomsten like godt egnet til vegformål som forekomsten ved Ilka.

Blant uttaksstedene for elvegrus vil NGU få fremheve uttakene ved *Hagevoll* og *Tårud*.
Materialkvaliteten er god med en gunstig gradering. Reservene i elva er imidlertid begren-
sede og uttak i elvebredden og på elveslettene må normalt rehabiliteres.

Tidligere er det hevdet at grusavsetningene i Lågen skulle være av høyere kvalitet. NGUs
resultater viser at det ikke er noen betydelig variasjon i mekanisk kvalitet mellom de ulike
lokalitetene. Det sees her bort fra forskjeller i gradering.

3 UTFØRELSE OG METODIKK

Feltarbeidet ble utført av John A. Stokke og Oddvar Furuhaug i september 1991.

For å vurdere alternativ til grusuttak i og langs bredden av Lågen, har NGU undersøkt
andre typer grusforekomster. Forekomstene ble delvis valgt ut i samarbeid med Dovre
kommune. Undersøkelsene er finansiert som et samarbeidsprosjekt mellom NGU og
Dovre kommune. NGU har dekket medarbeidernes lønn, mens Dovre kommune har svart
for feltutgifter inklusive leie av en Brøyt gravemaskin.

På utvalgte lokaliteter ble det gravd sjakter med gravemaskin for å vurdere materialets
oppbygging, lagfølge og sammensetning. Sjaktene ble beskrevet og prøvetatt. Det ble i
tillegg tatt prøver i enkelte massetak.

Prøvematerialet er analysert med tanke på kornfordeling, sprøhet og flisighet,
abrasjonsmotstand, humusinnhold, samt bergarts- og mineralkorninnhold. Analysene ble
utført ved NGUs laboratorium i henhold til gjeldende forskrifter (se standardvedlegget).

Denne undersøkelsen er en direkte oppfølging av resultatene fra NGUs undersøkelser i
1990 (Stokke 1991). Det ble da foretatt en kartlegging av elvegrusen og fremmet forslag
til oppfølgende undersøkelser. Delvis bygges det også på resultat fra grusregisteret
(Hilmo 1991), samt tidligere løsmassekartlegging (Bergersen 1975). Resultatene fra Jora
bygger delvis på resultatene fra Statens Vegvesen (Riise 1975). Det vises til litteraturlisten
bak i rapporten og kapittelet om tidligere undersøkelser.

Under kartleggingsarbeidet ble det både benyttet økonomisk kartverk i målestokker $M=1:5000$ og $M=1:10.000$. Resultatene fra de enkelte lokaliteter er presentert på separate kartvedlegg (tegning 92.207-01 t.o.m. 92.207-06).

Standardvedlegget beskriver generelle analyseprosedyrer og det metodiske opplegget for feltundersøkelser. Rapporten henviser flere steder til standardvedlegget.

4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

I perioden 1970 - 76 utarbeidet Geologisk institutt avd. B i Bergen, i samarbeid med Veglaboratoriet og Statens Vegvesen Oppland, jordartskart og tematiske kart i Gudbrandsdalsområdet (Bergersen et. al 1975). Dette kartmaterialet var et viktig grunnlag både for grusregisterarbeidet og er en nyttig referanse i denne undersøkelsen.

I 1973 og 1974 foretok Statens Vegvesen i Oppland grusundersøkelser i området der Jora munner ut i Lågen (Riise 1975).

I 1981 etablerte NGU Grus- og pukkregisteret i kommunen. Resultatene ble presentert i en samlerapport for hele fylket. For å gi en bedre presentasjon av datagrunnlaget oppdaterte NGU i 1991 den opprinnelige rapporten (Hilmo 1991). Det skal nevnes at det i alt ble registrert 13 sand- og grusforekomster i kommunen med et totalt volum på 40. mill. m³. I hoveddalen ble forekomstene ved Lie (fnr. 10), Jøndalen (fnr. 6) og ved Ilka (fnr. 7) spesielt fremhevet. For øvrig ble det påvist betydelige grusreserver i Grimsdalen, Haverdalen, Dørålen og ved Hjerkin.

I 1990 kartla NGU sand- og grusavsetningene langs løpet og ved bredden av Lågen (Stokke 1991). Det ble påvist en rekke elveavsetninger som kan utnyttes til tekniske formål og det ble påvist viktige forekomster med elvegrus på elvestrekningen fra Ulekleiv til Dovre sentrum. Uttak i elva kan ha flere ulemper. Erosjonen langs bunnen og ved bredden kan øke og lokalt føre til senking av grunnvannstanden. Dessuten kan slike uttak virke skjæmmende og komme i konflikt med friluftsinnteresser. NGU pekte også på at andre forekomster i hoveddalen er mulige alternative til fortsatte uttak i elva.

Den generelle geologien i området er godt beskrevet av flere forfattere (jfr. litteraturlisten).

5 RESULTATER

En oversikt over de sju undersøkte lokalitetene er vist på tegning 92.207-01. I tillegg er det utarbeidet fem detaljerte lokalitetskart i målestokk $M = 1:5.000$ (tegning 92.207-02 til 92.207-06).

Løsmassene er beskrevet og prøvetatt i alle maskingravde sjakter. I tillegg er det tatt prøve i enkelte massetak. Løsmasseprofilene fra sjaktene er vist som tekstfigurer i dette kapittelet.

Alle analyseresultater med unntak av sikteanalysen er sammenstilt i en egen tabell (vedlegg 1). Analyseresultatene er også fremstilt enkeltvis (vedleggene 2-7).

5.1 Ilka.

Kartblad (M711): Otta 1718.4

Koordinat (UTM): 138695

Kartblad (ØK): BU 092-5-1

Forekomstnummer, grusregister: 0511.7

Tegning nr.: 92.207-02

Dette er en grovkornig elvevifte der det stadig tilføres materiale langs elveløpet på grunn av elvas graving i de store morenene i den nederste del av Jønndalen. Mot rotpunktet er materialet svært grovt med et høyt blokkinnhold i overflaten. I de ytre og lavere partier av vifta er det mindre blokk i overflata. Statens Vegvesen har etablert et stort massetak i nedre del av vifta. I dette uttaket har det i perioder vært plassert et asfaltverk. Statens Vegvesen har foretatt nærmere undersøkelse av løsmassene i området ved dette masseuttaket (Statens Vegvesen Oppland, 1980, 85).

Det ble gravd tre sjakter på den nedre del av vifta innenfor eiendommen 55/2 (tegning nr. 92.207-02). I dette området vokser det furuskog av middels bonitet. Sjaktene ble spredt for å få best mulig vurdering av kornstørrelsesfordelingen.

Kvalitet

Både visuell inspeksjon av sjaktene (fig. 1) og kornfordelingsanalysene (vedlegg 7) viser at materialet består av homogen blokkig, steinig, sand og grus. Blokk- og steinnholdet ble visuelt vurdert til å variere mellom respektive 10 - 25 prosent og 25 -30 prosent. Under sjaktgravingene ble det ikke påvist blokk med maksimalstørrelse over 0.3 m^3 .

Massene blir grovere mot rotpunktet. I en sprøhets- og flisighetsanalyse utført ved Oppland Vegkontor faller steinmaterialet i steinklasse 3.

To sprøhets- og flisighetsanalyser (vedlegg 2) viser at materialet har middels gode mekaniske egenskaper tilsvarende steinklasse 3. Omslagsverdien tyder på at materialet kan forbedres i en tilpasset knuseprosess.

Materialet kan være noe forurenset med humus (vedlegg 7, side 3). To målinger viser fargeverdien 0.5 mens den siste viste mer enn to. En gjør oppmerksom på at det i kaldproduserte slitedekker kreves verdier mindre enn 0.5, mens det i varmproduserte slitedekker kreves mindre enn 2.0. I bituminøst stabiliserte bærelag bør humusinnholdet ikke overstige 1 (jfr. Standardvedlegget, side 12). I betong kan humus senke eller i verste fall hindre normal fasthetsutvikling. Et høyt humusinnhold kan motvirkes i en enkel vaskeprosess, selv om dette kan føre til utvasking av fillerfraksjonen.

Abrasjonsmotstanden for materialet varierer fra 0.4 - 0.5. Slitasjeverdien varierer tilsvarende mellom 3.2 - 3.5. resultatet må betegnes som middels til svakt.

Volum

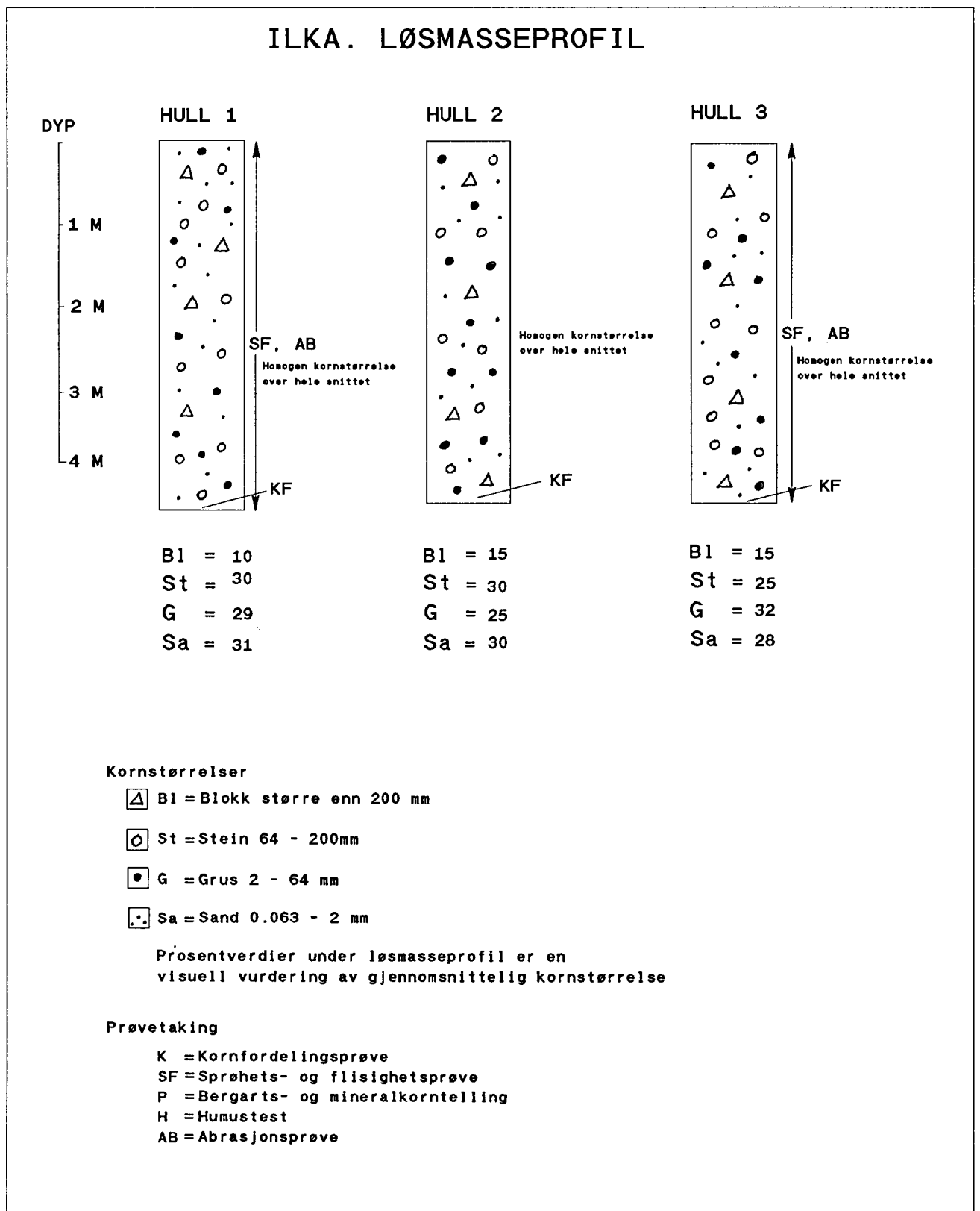
Sjaktgravingen viser at de nyttbare ressursene er minst 5 m mektige. Dette svarer til et volum på minst 305.000 m³ innenfor det anmerkede arealet (tegning 92.207-02).

Gj. sn. mektighet: 5 m

Areal: 61.000 m²

Volum: 305.000 m³

Figur 1



5.2 Jora

Kartblad (M711): Dombås 1419.2 Koordinat (UTM): 041828 Kartblad (ØK): BT 095-5-2
Forekomstnummer, grusregisteret: 0511.11.

Tegning nr.: 92.207-03.

Forekomsten ved Jora (fnr. 11) er en store elvevifte der elva munner ut i Lågen. I årene 1973 og 1974 foretok Statens Vegvesen i Oppland grusundersøkelser i dette området (Riise 1975). Det ble gravd 11 sjakter hver på tre til fire meters dyp. Alle sjaktene med unntak av to er tegnet inn på lokalitetskartet (tegning -03). Massene ble beskrevet og prøvetatt. Kornfordelingsanalyser viser at materialet består av steinig, blokkholdig grus (graderingstall Cu = 19 - 48). Det er også tydelig at massene blir grovere mot viftas rot punkt, (fig. 2), samtidig avtar høyst sannsynlig mektigheten på de nyttbare massene i oppstrøms retning. Massene har et høyt humusinnhold slik en kunne forvente i en grovkornig og lite mektig forekomst. Vegvesenet tok sprøhets- og flisighetsanalyser som viste at materialet har gode mekaniske egenskaper. NGU prøvetok på sin side materiale fra elvesengen (tegning -03). Denne sprøhets- og flisighetsanalysen viser også at steinmaterialet har gode mekaniske egenskaper og faller i steinklasse 2 (vedlegg 2). NGU foretok en bergartstelling, og denne viser at summen av svake og meget svake bergartskorn er 20 prosent.

Vegvesenet konkluderte med at området ved Joras utløp inneholder betydelige grusreserver av god mekanisk kvalitet. Med tanke på bærelag ble det foreslått vasking i et enkelt anlegg.

5.3 Lie

Kartblad (M711): Dombås 1419.2 Koordinat (UTM): 066805

Kartblad (ØK): BU 095-5-3, BT095-5-4

Forekomstnummer, grusregisteret: 0511.10

Tegning nr.: 92.207-04

Breelvføremkomsten er meget uregelmessig formet med en rekke hauger og rygger mellom store dødisgroper (tegning -04). Dette kjennetegner smeltevannsavsetninger som ble dannet under en stagnert innlandsis ved slutten av siste istid. Dødisgropene vitner om at isfjell strandet ved breranden og ble dynget ned i sedimenter. Selve gropene ble dannet seinere når isen smeltet ned og isvolumet ble frigitt. Rester av innlandsisen lenger sør i hoveddalen demmet opp en bresjø i Dombåsområdet på et nivå tilsvarende et passpunkt ved Lesjaskog. Finkornig silt og finsand ble bunnfelt i denne bresjøen, enkelte steder over tidligere grusavsetninger. NGU har tidligere antatt at forekomsten ved Lie inneholdt

Kornstørrelser i sjakter (St. Vegv. Oppland, Riise 1975)

Resultatene er basert på sikteanalyser og visuell vurdering

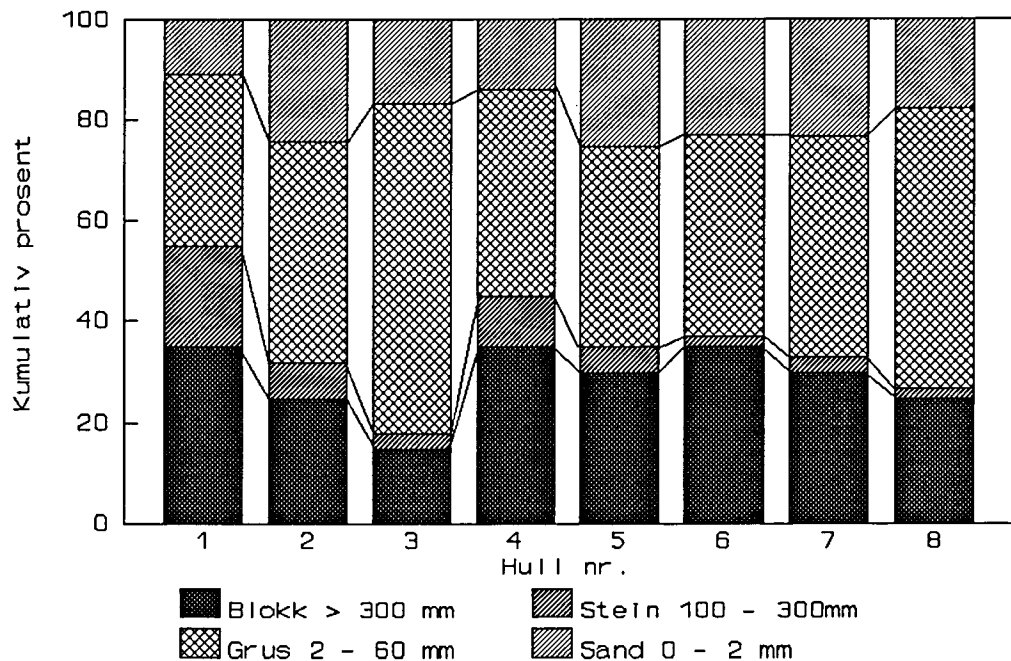


Fig. 2

betydelige reserver. Mer detaljert kartlegging viser imidlertid at finstoff (bresjøsedimenter) dekker store deler av avsetningen. Overdekningen har så stor mektighet at storparten av underliggende sand-/grusavsetninger ikke kan utnyttes kommersielt. Inn mot dalsiden i forekomstens sydøstre del stikker det opp en enkelt grusrygg gjennom overdekningen. På vårt initiativ ble denne delen av forekomsten nærmere undersøkt.

Det må presiseres at NGU kun har undersøkt den delen av forekomsten som ligger innenfor grunneiendommen gårdsnummer/bruksnummer 16/2. Her ble det gravd fire hull på ryggens østside. Sjaktprofilene ble beskrevet og det ble tatt prøve (fig. 2).

Kvalitet

Prøver tatt på 3 m's dyp viser at kornstørrelsen varierer lite i de fire hullene (vedlegg 7 side 2 og 3). Blokk- og steininnholdet er meget lavt.

Sprøhets- og flisighetsanalysen (vedlegg 2) viser at materialet har middels gode mekaniske egenskaper og faller i steinklasse 3.

Bergartstillingen viser at summen av svake og meget svake korn er 25 prosent (vedlegg 5).

Glimmer- og skiferinnholdet er 32 prosent i den fine sandfraksjonen fra hull 1. Materialet bør prøvestøpes før det kan benyttes til høyverdige betongformål.

Humusanalyser (vedlegg 7, side 3) viser at grusen i Ilka kan være noe forurenset. Høyt humusinnhold kan eventuelt morvirkes med en enkel vaskeprosess, selv om det kan være fare for utvasking av materiale i fillerfraksjonen.

Volum

Areal- og volum er beregnet innenfor det avgrensede arealet på tegning -04.

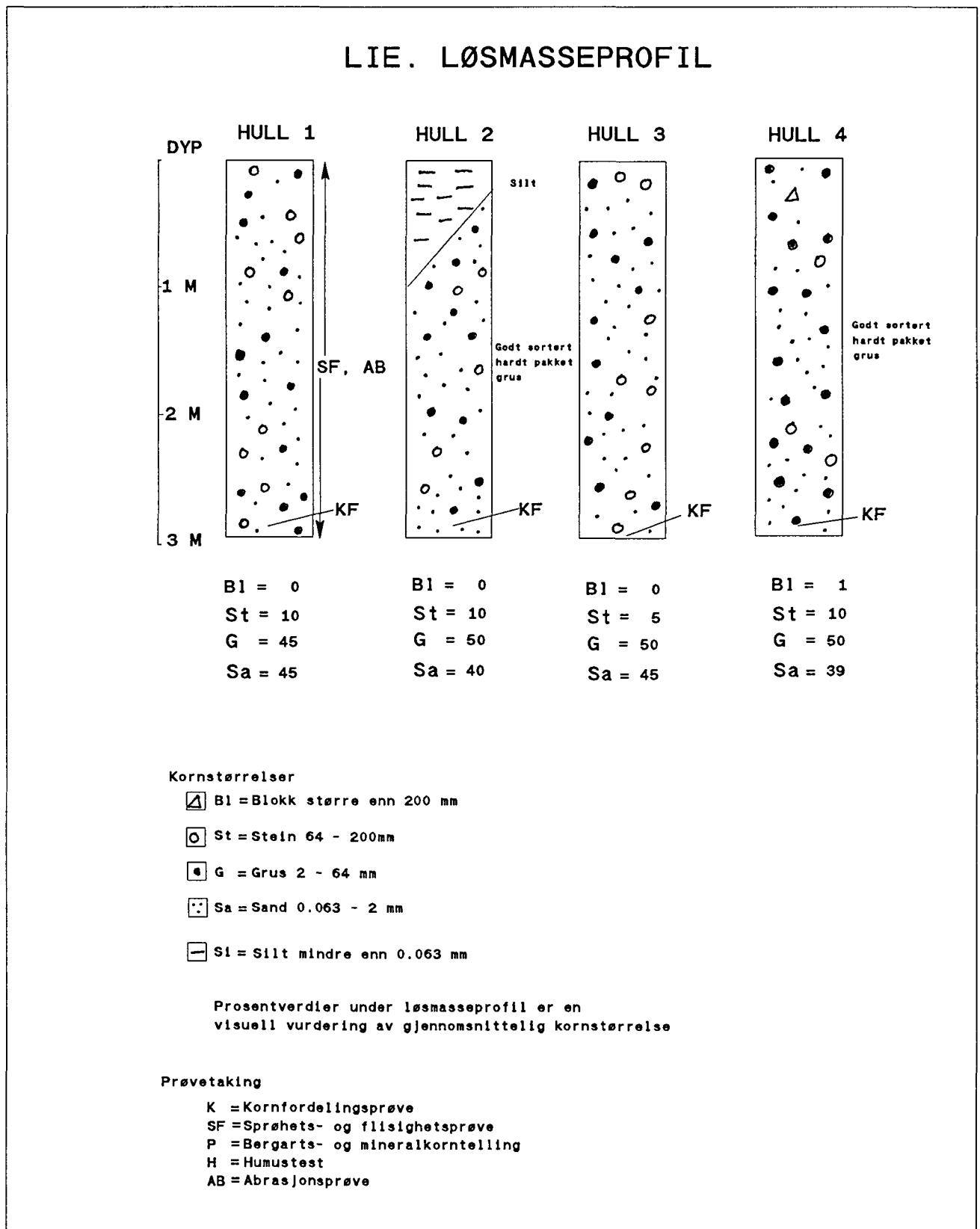
Gj. sn. mektighet: 5 m

Areal: 41.500 m²

Volum: 207.000 m³

Trolig kan forekomsten avbygges til større dyp enn det som er forutsatt ovenfor. Det dypt avsenkede massetaket nordvest for det avgrensede arealet tyder på det. Eventuelle uttak bør planlegges nøye og det må tas tilbørlig hensyn til vern av landskapet og uttaket må i størst mulig grad skjermes for innsikt utenfra.

Figur 3



5.4 Vorkinslien

Kartblad (M711): Otta 1718.4

Koordinat (UTM): 107755

Kartblad (ØK): BU 094-5-2, BU 093-5-2

Forekomstnummer, grusregisteret: Ikke registret

Tegning nr.: 92.207-05

NGU foretok en befaring av forekomsten ved Vorkinslien etter opplysninger fra kommunen og vurdering av tidligere kvartærkart (Bergersen 1975). Breelvføremkomsten er uregelmessig formet og typisk for subglasiale avsetninger dannet ved slutten av siste istid. Forekomsten er formet som slukeskere (grusrygger) og kames (grushauger), dannet av smeltevann som trengte ned og innunder innlandsisen når denne stagnerte og sprakk opp. Mindre områder i overflaten er dekket med hardt pakket silt og finsand. Dette vitner om et brenært miljø og viser at laterale bredemte sjøer var under utvikling i siste fase av avsetningsperioden. Den laterale/subglasiale dreneringen var nordvestlig rettet med et vannivå styrt av passpunktet ved Lesjaskogsvatnet.

Kvalitet

Det ble tatt prøver fra massetaket (tegning -05).

I massetaket ble den prosentvise kornstørrelsesfordelingen visuelt bedømt slik: Blokk = 0 prosent, Stein = 5 prosent, Grus = 30 prosent, Sand = 65 prosent. Siktekurven (vedlegg 7) har imidlertid et ugunstig forløp med en klar "sandpukkel". Materialet er bra sortert ($C_u = 6$).

Sprøhets- og flisighetsanalysen (vedlegg 2) viser at materialet har bra mekaniske egenskaper og faller hovedsaklig i steinklasse 3.

Bergartstelling (vedlegg 5) viser at summen av sterke og meget sterke korn er omlag 17 prosent. Dette er for øvrig det beste resultatet fra denne undersøkelsen.

Slitasjeverdien på materialet er 2.83 (vedlegg 1), hvilket også er det beste resultatet fra denne undersøkelsen.

Bergarts- og mineralkorntelling viser at glimmer- og skiferkorninnholdet i to sandfraksjoner er så høyt at materialet må prøvestøpes før det kan benyttes i høyverdig betong.

Volum

Volumet er anslått innenfor det avgrensede arealet på tegning -05.

Gj. sn. mektighet: 4 m

Areal: 220.000 m²

Volum: 880.000 m³

Det presiseres at den gjennomsnittlige mektigheten er et nøkternt anslag for hele arealet. Innenfor grusryggene er mektigheten langt større. De største mektighetene finnes trolig i den markante ryggen rett sør for massetaket.

5.5 Furuheim

Kartblad (M711): Dombås 1419.2 Koordinat (UTM): 086779

Kartblad (ØK): BU 094-5-1

Forekomstnummer, grusregisteret: Tidligere ikke registrert

Tegning nr.: 92.207-06

Etter samråd med Dovre kommune ble det foretatt supplerende undersøkelse av et område ved Furuheim (tegning -06).

Forekomsten er trolig en subglasial breelvavsetning. Det undersøkte området ligger mellom elva og vegen innenfor grunneiendommene 21/4 og 21/8. I det aktuelle området vokser det stor furuskog av middels bonitet klassifisert som lettbrukt sjøldrenert dyrkningsjord på det økonomiske kartverket.

Med gravemaskin ble det gravd fire hull innenfor det angitte området. Profilene er beskrevet og massene i sjaktbunnen ble prøvetatt.

Kvalitet

Det groveste materialet ble påvist i hullene 1 og 2 (fig. 3). I disse hullene ble det påvist litt steinholdig, blokkfri, grusig sand. I hull 4 består materialet utelukkende av noe grusig sand uten stein og blokk (vedlegg 7).

Sprøhets- og flisighetsanalysen fra hull 1 (vedlegg 2) viser at materialet har middels gode til dårlige mekaniske egenskaper og faller i steinklasse 3.

Bergartstelling viser at summen av svake og meget svake bergartskorn er noe høy (vedlegg 5).

Glimmer- og skiferkorninnholdet i to sandfraksjoner er så høyt at materialet ikke må benyttes i høyverdig betong før etter prøvestøping.

Volum

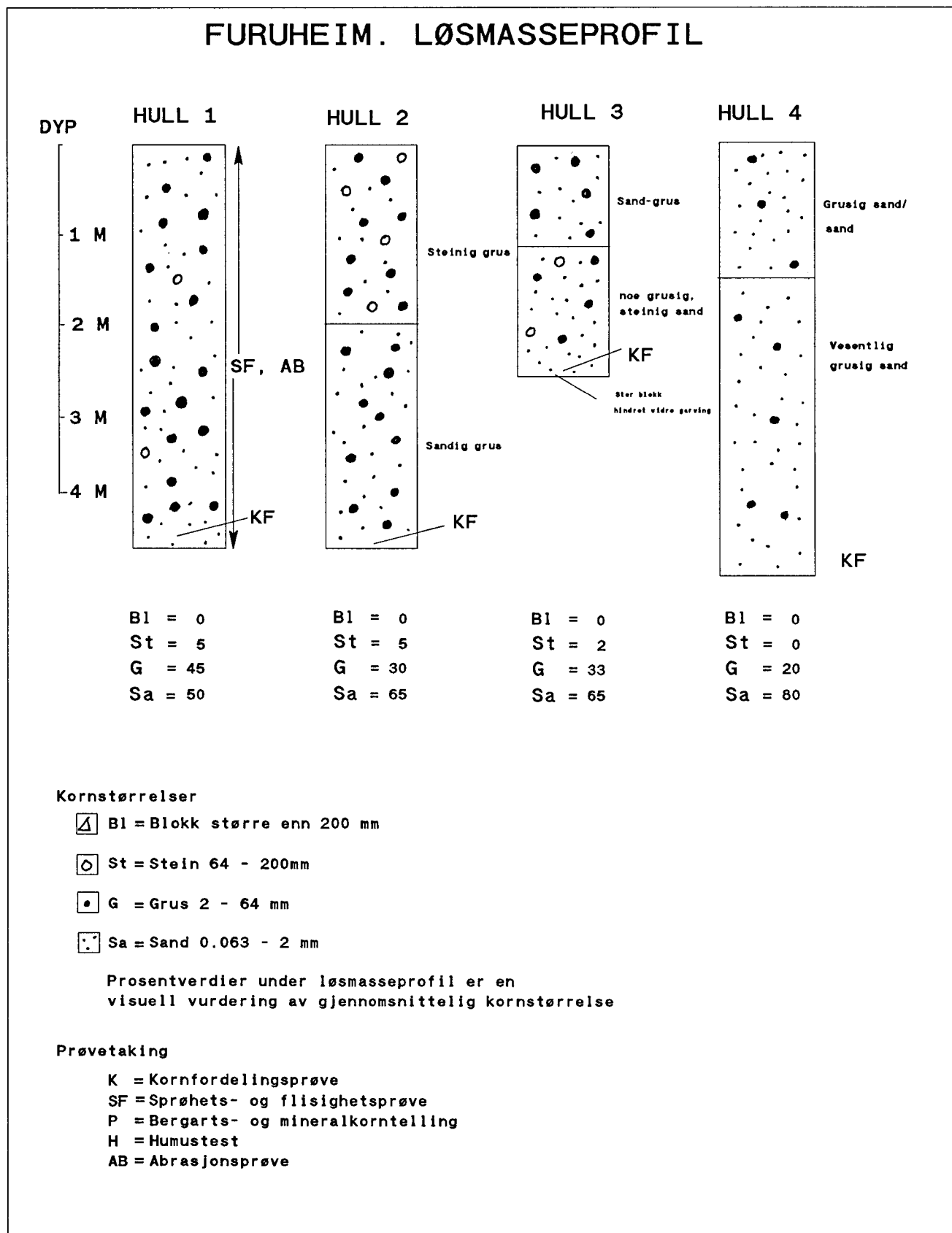
Volumet er anslått innenfor det avgrensede arealet på tegning -06.

Gj. sn. mektighet: 5 m

Areal: 11.500 m²

Volum: 57.500 m³

Figur 4



5.6 Tårud

Kartblad (M711): Otta 1718.4 Koordinat (UTM): 131722

Kartblad (ØK): BV 093-5-3

Forekomstnummer, grusregisteret: Tidligere ikke registrert

Tegning nr.: 92.207-01

Ved Tårud er det tidligere tatt ut betydelige volum fra elveleiet og innenfor tilgrensende lave elvesletter både på land og på en øy i elveløpet. Det ble tatt prøve på 1 m's dyp i stoffen ved østre kant av øya.

Kvalitet

Sikteanalysen viser at dette elvematerialet består av godt sortert noe steinholdig grusig sand. Graderingen skiller seg ikke vesentlig fra de øvrige lokaliteter (vedlegg 7).

Sprøhets- og flisighetsanalysen (vedlegg 2) viser at materialet har middels gode mekaniske egenskaper og faller i steinklasse 3 på nivå med flere andre lokaliteter.

Bergartstelling viser at summen av svake og meget svake bergartskorn er omlag 26 prosent (vedlegg 5). Dette er på nivå med flere andre lokaliteter.

Mineralkorntelling i to sandfraksjoner viser at glimmer- og skiferkorninnholdet er så høyt at materialet bør prøvestøpes før det anvendes som til høyverdige betongformål.

5.7 Hagevoll

Ved Hagevoll skjer det store uttak i selve elvesenga og innenfor den lave elvesletta like ved. I den åpne og aktive delen av uttaket står det frie vannspeilet i flukt med grunnvannet. Bunnen i denne "innsjøen" markerer trolig dybden på de nyttbare massene. Det ble tatt en samleprøve fra stoffen i et parti liggende over vannivået. Uttaket rehabiliteres til opprinnelig terrengnivå med tilbakefylling av ulike typer fyllmasse.

Kvalitet

Sikteanalysen viser at materialet består av godt sortert sand-grus (vedlegg 7).

Bergartstillinger (vedlegg 5 og 4) viser at summen av svake og meget svake bergartskorn er omlag 27 prosent, og på nivå som ikke skiller seg nevneverdig fra de øvrige lokaliteter.

Sprøhets- og flisighetsanalysen (vedlegg 2) viser at materialet har gode mekaniske egenskaper og faller i steinklasse 2 og 3.

6 VURDERING AV RESULTATENE OG FORSLAG TIL OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Kornfordelings- og humusanalysene (vedlegg 7) viser at graderingen varierer noe fra lokalitet til lokalitet. Siktekurvens forløp er viktig for vurdering av materialets egnethet til ulike formål.

Statens Vegvesen ved Veglaboratoriet (1991) har utarbeidet grensekurver med tanke på *høyverdige vegformål*. I henhold til grensekurvene har materialet fra Lie er gunstig gradering i forhold til materiale fra f.eks. Furuheim og tildels Ilka. Det er imidlertid små nyanser som til en viss grad kan justeres teknisk. Utsikting av separate fraksjoner (sorteringer i området over 8 mm) samt tilførsel av eksternt steinmateriale er eksempel på tiltak for graderingstilpasning. Det er viktig å være klar over at vegnormalene krever en betydelig andel knust materiale både til mekanisk stabilisert bærelag og til slitedekker. Til de fleste vegformål er det derfor ønskelig med en betydelig andel overstørrelser (materiale med diameter over øvre nominelle kornstørrelse i den aktuelle sortering) for knusing og innblanding i naturmaterialet. I så måte må Ilka fremheves. Her er det samlede blokk- og steininnholdet visuelt anslått til 45 prosent med maksimal blokkstørrelse på 0.3 m³. Statens Vegvesens undersøkelser viser at materiale fra Jora også har en gunstig gradering. Her er det også en betydelig andel overstørrelser. Både materiale fra Ilka og Jora inneholder noe humus.

Siktekurver er også nyttige for kvalitetsvurdering med tanke på *betongformål*. Selv om det ikke foreligger formelle graderingskrav for betongtilslag (Danielsen, Neeb 1988), er graderingen den faktor som enkeltvis har størst innflytelse på de plastiske egenskapene hos fersk betong. Den fine delen av tilslaget, betongsanden, er den viktigste komponenten. Veiledende siktekurver er nyttige for vurdering og rangering av materialet (se standard-

vedlegget). Til vanlige betongformål er det som regel lite gunstig med knust steinmateriale. Normalt er det derfor ikke ønskelig med en høy andel overstørrelser (blokk og stein). Materialet fra Ilka har f.eks. så høy andel overstørrelser at ressursutnyttelsen blir dårlig med tanke på betongformål alene. For å produsere betong med jevn og god kvalitet er det en stor fordel å disponere homogene forekomster med liten variasjon i kornstørrelse. Det må imidlertid presiseres at det ikke eksisterer noen ideell gradering. Materialet må prøvestøpes og blanderesepten justeres inntil de ønskede egenskaper oppnås. Med tanke på vanlige betongformål er likevel materiale fra Lie å foretrekke fremfor materiale fra Vorkinslien og til dels Furuheim på grunn av siktekurvens forløp. Sandpukkel kan medføre økende vannbehov, større sementbehov og mer uøkonomisk betong.

Resultater fra sprøhets- og flisighetsanalysen (vedlegg 2) er særlig viktig for kvalitetsvurdering av materiale med tanke på ulike vegformål. Statens Vegvesen stiller krav til steinklasse (flisighet og sprøhet) for steinmateriale i de ulike deler av vegoverbygningen (Statens Vegvesen 1991). Til vanlige betongformål stilles det ikke eksplisitte krav til steinklasse. Til høyfast betong er det ønskelig med steinmateriale av god mekanisk kvalitet.

Abrasjonsmotstanden (vedlegg 3) danner grunnlag for vurdering av steinmaterialers egnethet til høyverdige vegformål. Metoden er imidlertid av begrenset verdi for vurdering av naturgrus, og resultatene er av den grunn tillagt liten vekt i denne undersøkelsen.

Det er utført bergartstillinger av materiale fra hver lokalitet etter en metode NGU benytter som standardanalyse i Grusregisteret. Det er ikke påvist store variasjoner i resultatene fra Dovre kommune. Summen av svake og meget svake bergartskorn er noe høyt, og varierer fra 17 til 24 prosent. Til høyverdige vegformål bør det helst benyttes steinmateriale med mindre enn 25 prosent sum svake og meget svake bergartskorn (Statens Vegvesen 1991).

Materialets mekaniske egenskaper varierer generelt lite fra lokalitet til lokalitet, når det sees bort fra den tidligere omtalte variasjon i gradering. Tidligere ble det hevdet at grusavsetningene i Lågen skulle ha høyere kvalitet. NGUs resultater viser at det ikke er noen betydelig kvalitetsvariasjon mellom de ulike avsetningstyper. Selv om gjennomsnittsverdiene for sprøhets- og flisighetsanalysen er noe gunstigere og innholdet av mekanisk sterke korn er noe lavere for elveavsetningene enn for de øvrige lokaliteter (vedlegg 2).

Dersom det er ønskelig vil NGU i samarbeid med Dovre kommune vurdere behovet for oppfølgende undersøkelser og utarbeide et kostnadsoverslag.

Lokalitet	MATERIALKVALITET			Kommentar til siktekurve	EGNHET TIL:			VOLUM i 1000 m ³ 4)	SÆRLIGE MOMENTER VED UTTAK
	Stein-klasse	Sum svake og meget svake korn	Korngradering Bl St G Sa		Slitelag 1)	Vegformål Barelag 2)	Fyllmasse		
Ilka	3	33	15 30 25 30	Mye overstørrelser. Noe humus	+	+ / ++	++	+ 3)	Mulighet for skjerming av innsyn til massetak
Jora	2	21	5) (10 34 37 19)	Mye overstørrelser. Noe humus	+	+ / ++	++	+	Nært Dombås sentrum., men i friluftsområde.
Lie	3	25	0 10 50 40	Lite overstørrelser.	+	+ Nødvendig med tilskudd av knust fremmed materiale i grovfraksjon	++	+ 3)	Massetak vil bli godt synlig fra hovedveg
Vorkinslien	3	17	0 5 30 65	Sandpukkel, lite overstørrelser.	-	+ / -	++	+ 3)	
Furuheim	3	29	0 5 35 60	Lite overstørrelser. Tendens til sandpukkel. Varierende gradering	-	-	++	-	
Tårud	3	26	0 10 40 50		+ / -	+		+ 3)	Uttak i elveseng/elvebredd
Hagevoll	2 - 3	27	0 20 40 40		+	+		+ 3)	Uttak i elvebredd. Uttaket må rehabiliteres.

Bl = Blokk
St = Stein
G = Grus
Sa = Sand
++ = Godt
+ = Middels godt
- = Dårlig

1) = Slitedekker av midlere kvalitet krever ofte mere enn 50 % knust materiale over 4 mm.
2) = Mekanisk stabilisert bærelag krever mer enn 50 % knust materiale over 4 mm.

3) = Høyt glimmerinnhold. Prøvestøping er påkrevet
4) = Volum beregnet for nærmere spesifisert område.
5) = Opplysninger iht. St. Vegvesen, Oppland.

Fig. 5. Sammenstilling av resultat. Vurdering av egnethet

7 LITTERATUR

Berggrunnsgeologiske publikasjoner og kart

Røros og Sveg. Fargetrykt berggrunnsgeologisk kart, M = 1:250.000. *NGU 1989*
Lillehammer. Fargetrykt berggrunnsgeologisk kart, M = 1:250.000. *NGU 1987*

Kvartærgeologiske publikasjoner og kart

- Bergersen, O.F., Garnes, K., Lie, E.D. 1975: Ringebu-Lesjaskog. Jordartskart, tematiske kart, beskrivelser og tabeller. *Rapport Statens Vegvesen. Univ. i Bergen, Geologisk inst., avd. B.*
- Bergersen, O.F. 1981: Forslag til kvartærgeologisk verneplan for Oppland. Forslag sendt til Miljøverndepartementet.
- Eskeland, O. 1964: Isavsmeltningen i Gudbrandsdalen mellom Selrosten og Brottheim i Lesja. *Hovedfagsoppgave Univ i Oslo. (Unpubl).*
- Guezou, J.C. 1978: Geology of the Dombås-Lesja area, Southern Trondheim region, South central Norway. *NGU nr. 340: 1-34.*
- Holmsen, P. 1983: Jotunheimen, kvartærgeologisk oversiktskart, M = 1:250.000. *NGU.*
- Holmsen, G. 1968: Bredemte sjøer eller subglasiale avsetninger. *NGU nr. 225, s. 97 - 103.*
- Norges Geologiske Undersøkelse (manus): Ålesund M = 1:250.000. Tolkningskart Oppland fylke.
- Norges Geologiske Undersøkelse (manus): Røros M = 1:250.000. Tolkningskart Oppland fylke.
- Sollid, J.L. & Trollvik, J.A. 1990: Oppland fylke, kvartærgeologi og geomorfologi. *Avd. for naturgeografi, Univ. i Oslo.*
- Tollan, A. 1963: Trekk av isbevegelsen og isavsmeltningen i nordre Gudbrandsdalens fjelltrakter. *Norges Geologiske, nr. 223.*
- Thorsnes, T. 1985: Breeelv- og bresjøsedimentasjon i Dombåsområdet, Oppland. *Hovedfagsoppgave Univ. i Bergen (Unpubl.).*

Sand, grus- og pukkundersøkelser

- Hilmo, B.O. 1991: Grus- og pukkregisteret i Oppland, oppdatert versjon.
NGU Rapport 91.178.
- Stokke, J.A. 1991: Kartlegging av sand- og grusressurser i Lågen og vurdering av grusforsyningen til Dovre kommune. *NGU Rapport 91.173.*
- Riise, O. 1975: Jora grustak, Lesja. *Statens Vegvesen; Oppland vegkontor. Rapport 0512 - 8A.*

Annet

- Danielsen, S.W., Neeb, P.-R. 1988: Tilslagsmaterialer til betong. *Norsk betongforenings publikasjon nr. 18.*
- NOU nr. 18 1980: Sand og grus. *Universitetsforlaget.*
- Stokke, J.A. 1986: Grus og pukkregisteret. Innhold og feltmetodikk.
NGU Rapport 86.126.
- Statens Vegvesen 1991: Vegbygging - Normaler 018. Midlertidig utgave juni 1991.
Statens Vegvesen, Veglaboratoriet Oslo.

ANALYSERESULTATER FRA DOVRE. SAMLETABELL

Bergartsinnhold (sortert etter summen av skifer-(SK) og glimmerskiferinnholdet(GL))

JNR	LOKALITET	QT	GR+GN	SK	GL	AM	
912056	HAGEVOLL	19	55	17	3	6	
912055	VORKINSLI	36	25	17	11	11	
912053	TÅRUD	22	47	10	20	1	
912054	JORA	22	47	10	20	1	QT = Kvartsitt
912059	ILKA HULL3	35	25	18	17	5	GR+GN = Granitt, gneis
912052	ILKA HULL1	34	18	36	12		SK = Skifer
912058	FURUHEIM	18	34	28	20		GL = Glimmer
912057	LIE HULL1	24	22	43	11		AM = Amfibolitt

Bergartskornenes mekaniske styrke (sortert etter summen av svake og meget svake korn).
Visuell vurdering i fraksjonen 8 - 16 mm.

	MS	ST	SV	XS	
912055 VORKINSLI	15	68	10	7	
912054 JORA	10	69	19	2	
912057 LIE HULL1	9	66	24	1	
912053 TÅRUD	18	56	18	8	
912056 HAGEVOLL	10	63	27	0	MS = Meget sterke
912058 FURUHEIM	12	63	17	12	ST = Sterke
912052 ILKA HULL1	10	57	30	3	SV = Svake
912059 ILKA HULL3	8	58	31	3	XS = Meget svake

Glimmerinnhold i to sandfraksjoner

Sortert etter summen av glimmer i to sandfraksjoner

JNR	LOKALITET	0.5-1 mm		0.125-0.25mm			
		G1	A1	G2	M2		A2
912056	HAGEVOLL	2	98	17	7	76	
910423	TÅRUD	9	91	23	4	73	
910418	VORKINSLI	11	89	25	3	72	
910411	FURUHEIM	5	95	33	6	61	
910414	LIE HULL1	6	94	32	1	67	G1, G2 = Glimmer-og skiferkorn
910422	ILKA HULL2	8	92	32	7	61	A1, A2 = Andre korn
910415	LIE HULL2	33	67	74	0	26	M2 = Mørke korn

Sprøhet og flisighet (sortert etter korrigert sprøhetstall)

LOKALITET	FLI1	FLI2	FLI3	FOMS	FLI	KSP1	KSP2	KSP3	OMS	KSP
JORA	1.36	1.37	1.36	1.33	1.36	39.4	45.7	41.5	31.7	42.2
HAGEVOLL	1.39	1.39	1.40	1.34	1.39	43.9	42.0	50.2	41.0	45.4
ILKA HULL1	1.36	1.36	1.36	1.32	1.36	45.1	50.5	46.1	35.8	47.2
VORKINSLIEN	1.34	1.35	1.34	1.29	1.34	47.4	48.5	46.9	38.9	47.6
TÅRUD	1.39	1.38	1.39	1.30	1.39	50.2	49.0	50.0	41.7	49.7
ILKA HULL3	1.40	1.39	1.40	1.31	1.40	47.8	52.0	51.6	38.1	50.5
LIE HULL1	1.39	1.38	1.40	1.32	1.39	49.2	55.0	49.7	45.1	51.3
FURUHEIM	1.40	1.39	1.41	1.31	1.40	53.6	53.0	54.4	46.7	53.7

FLI1-3 = Flisighet i tre ulike paralleller

FOMS = Flisighet for omslaget

FLI = Gjennomsnittlig flisighet

KSP1-3 = Korrigert sprøhetstall i tre ulike paralleller

OMS = Omslagsverdi

KSP = Korrigert sprøhetstall

Abrasjonsmotstand-slitasjeverdi (sortert etter slitasjeverdien)

LOKALITET	ABR	KSP	SLI1	SLI2	SLI3	SOMS	SLI
VORKINSLIEN	0.41	47.6	2.82	2.86	2.81	2.56	2.83
TÅRUD	0.44	49.7	3.12	3.08	3.11	2.84	3.10
JORA	0.48	42.2	3.01	3.24	3.09	2.70	3.11
ILKA HULL1	0.47	47.2	3.16	3.34	3.19	2.81	3.23
ILKA HULL3	0.50	50.5	3.46	3.61	3.59	3.09	3.55
HAGEVOLL	0.54	45.4	3.58	3.50	3.83	3.47	3.64
FURUHEIM	0.50	53.7	3.66	3.64	3.69	3.42	3.66
LIE HULL1	0.53	51.3	3.72	3.93	3.74	3.56	3.80

ABR = Abrasjonsverdi

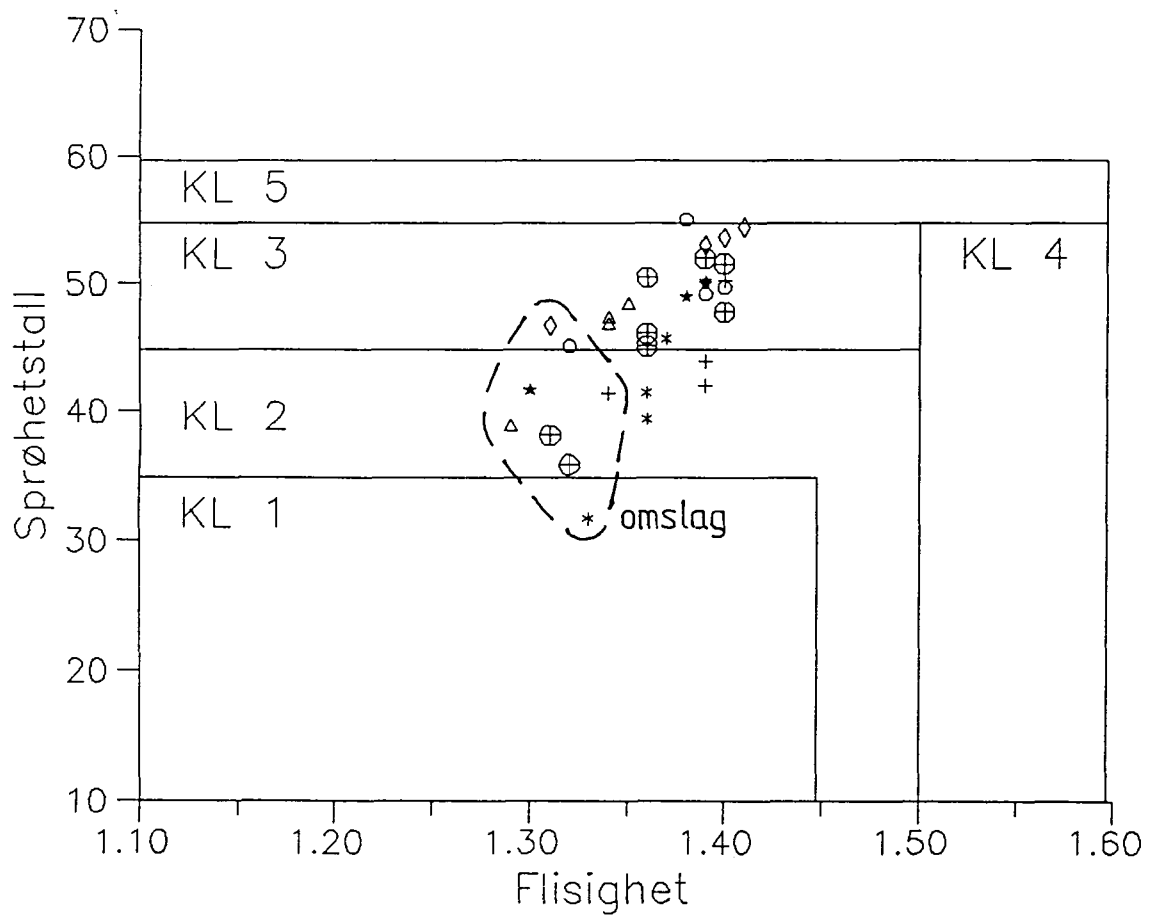
KSP = Korrigert sprøhetstall

SLI1-3 = Slitasjemotstand i tre paralleller

SLI = Slitasjemotstand

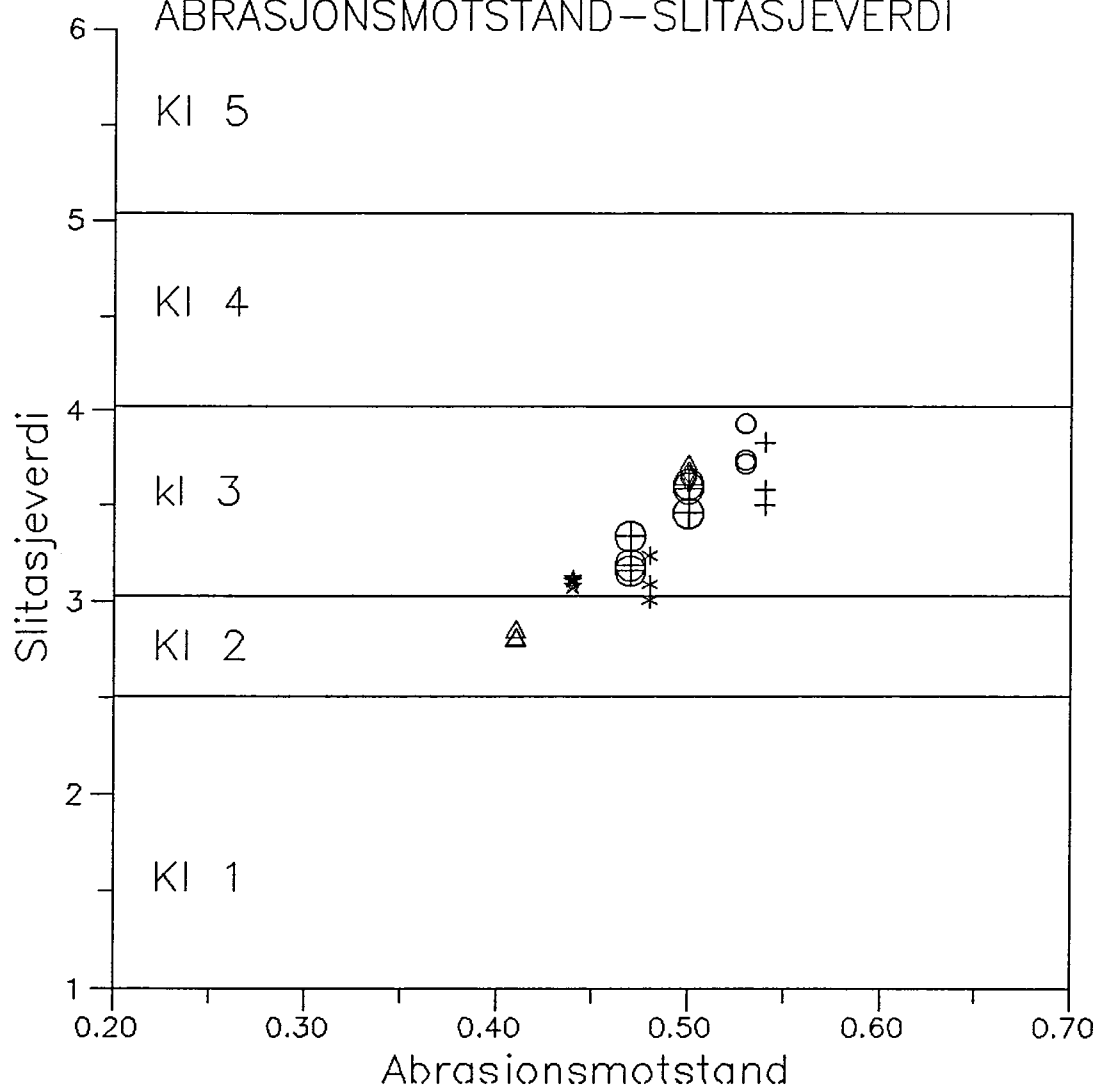
SOMS = Slitasjemotstand for omslaget

MEKANISKE EGENSKAPER FOR NATURGRUS
FRA DOVRE KOMMUNE. SPRØHET OG FLISIGHET.



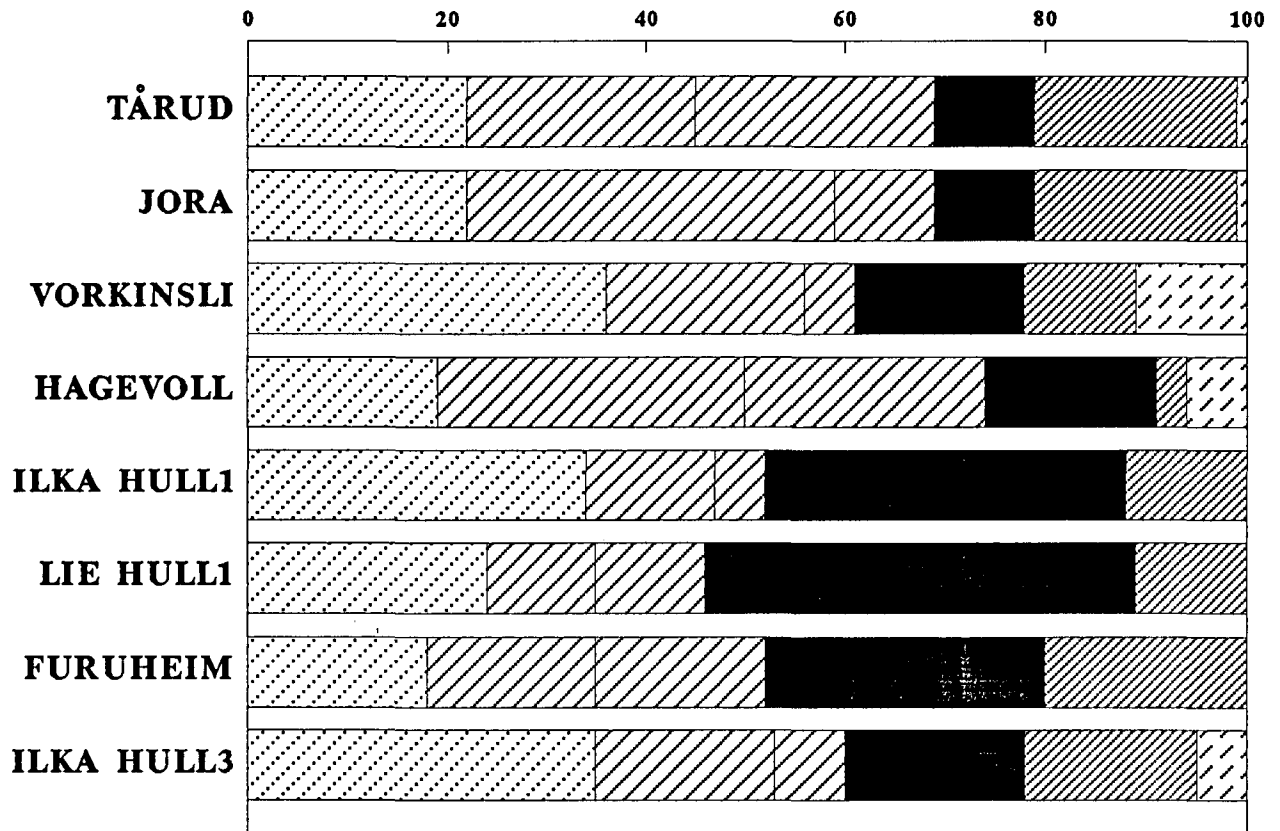
Lie	=	○
Hagevoll	=	+
Vorkinslien	=	△
Jora	=	*
Tårud	=	⊛
Ilka	=	⊕
Furuheim	=	◇

MEKANISKE EGENSKAPER FOR NATURGRUS
 FRA DOVRE KOMMUNE
 ABRASJONSMOTSTAND – SLITASJEVERDI



Lie	=	○
Hagevoll	=	+
Vorkinslien	=	Δ
Jora	=	*
Tårud	=	✱
Ilka	=	⊕
Furuheim	=	◇

BERGARTSFORDELING I GRUSFRAKSJONEN 8-16mm



Kvartsitt



Gneis, granitt og sandstein



Skifer

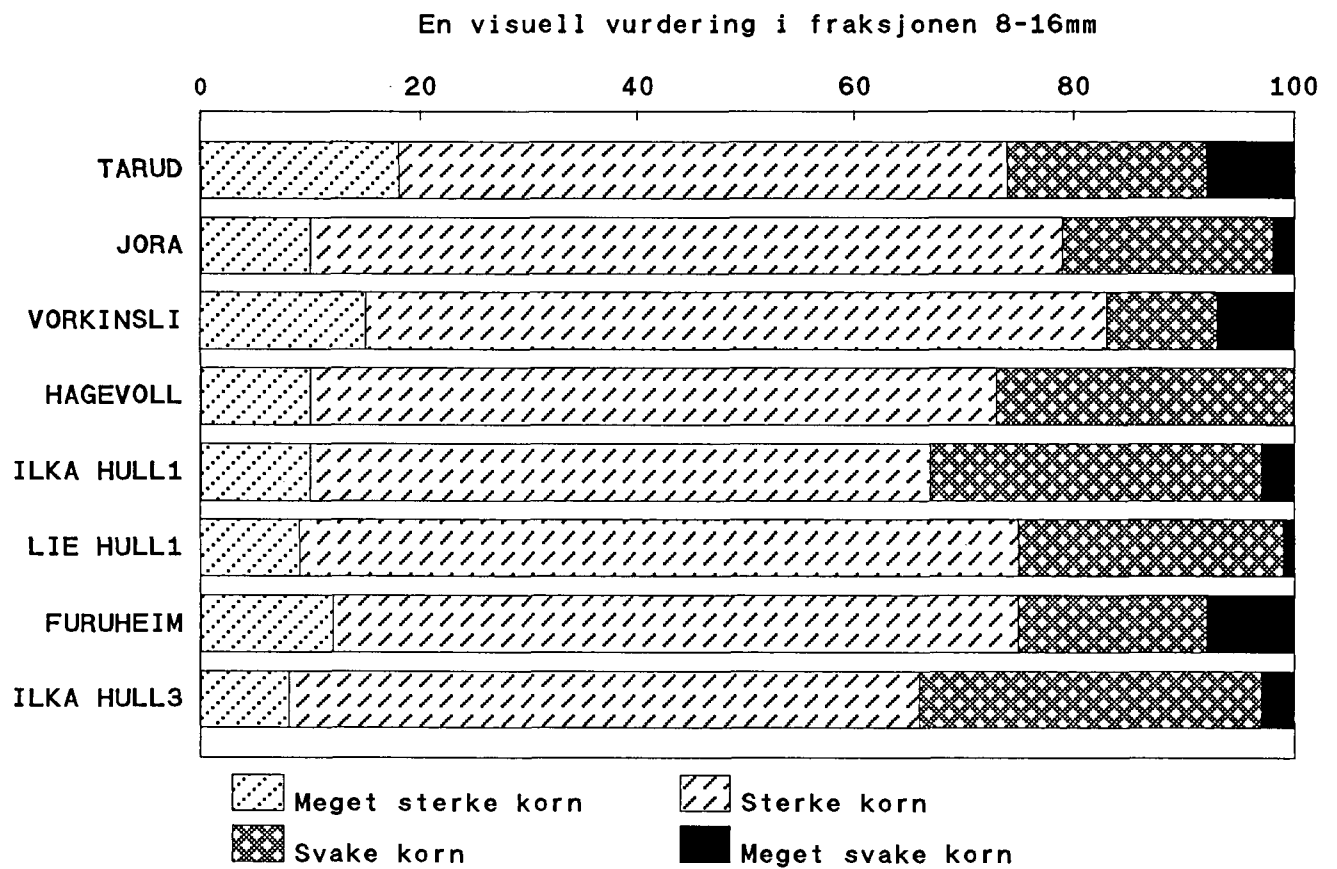


Glimmerskifer

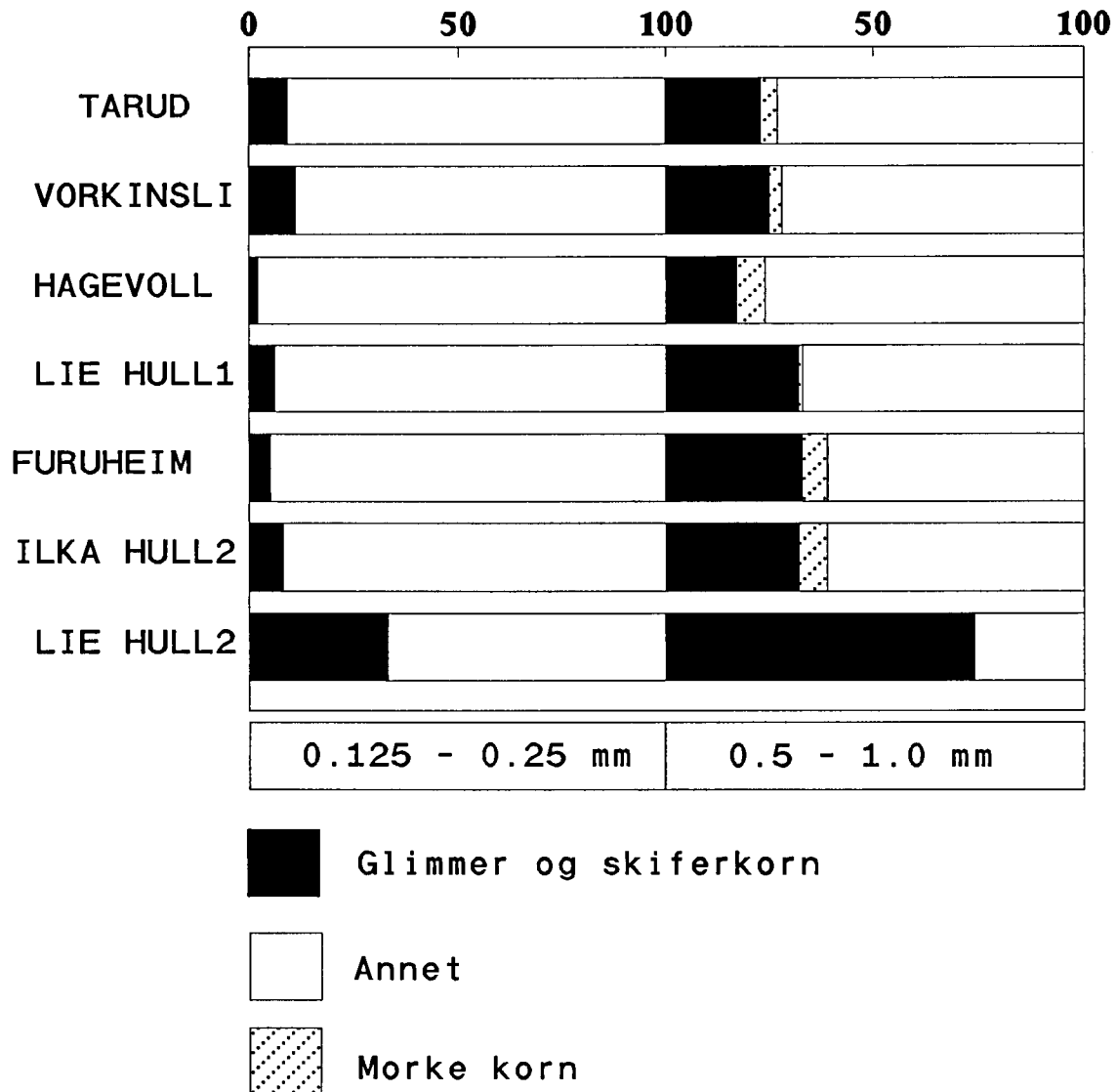


Amfibolitt, gabbro

Bergartskornenes mekaniske styrke.

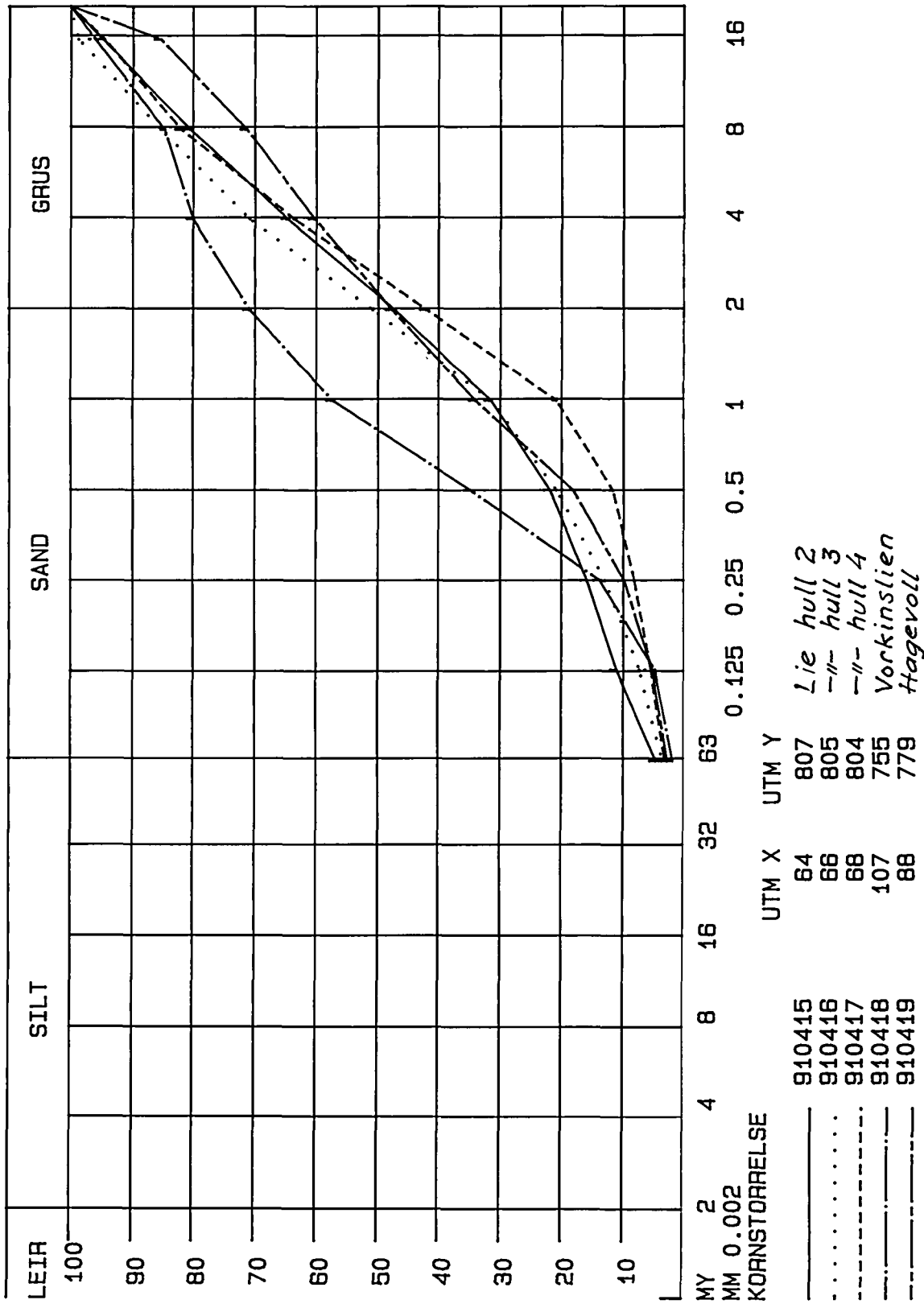


GLIMMERINNHOOLD I TO SANDFRAKSJONER



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

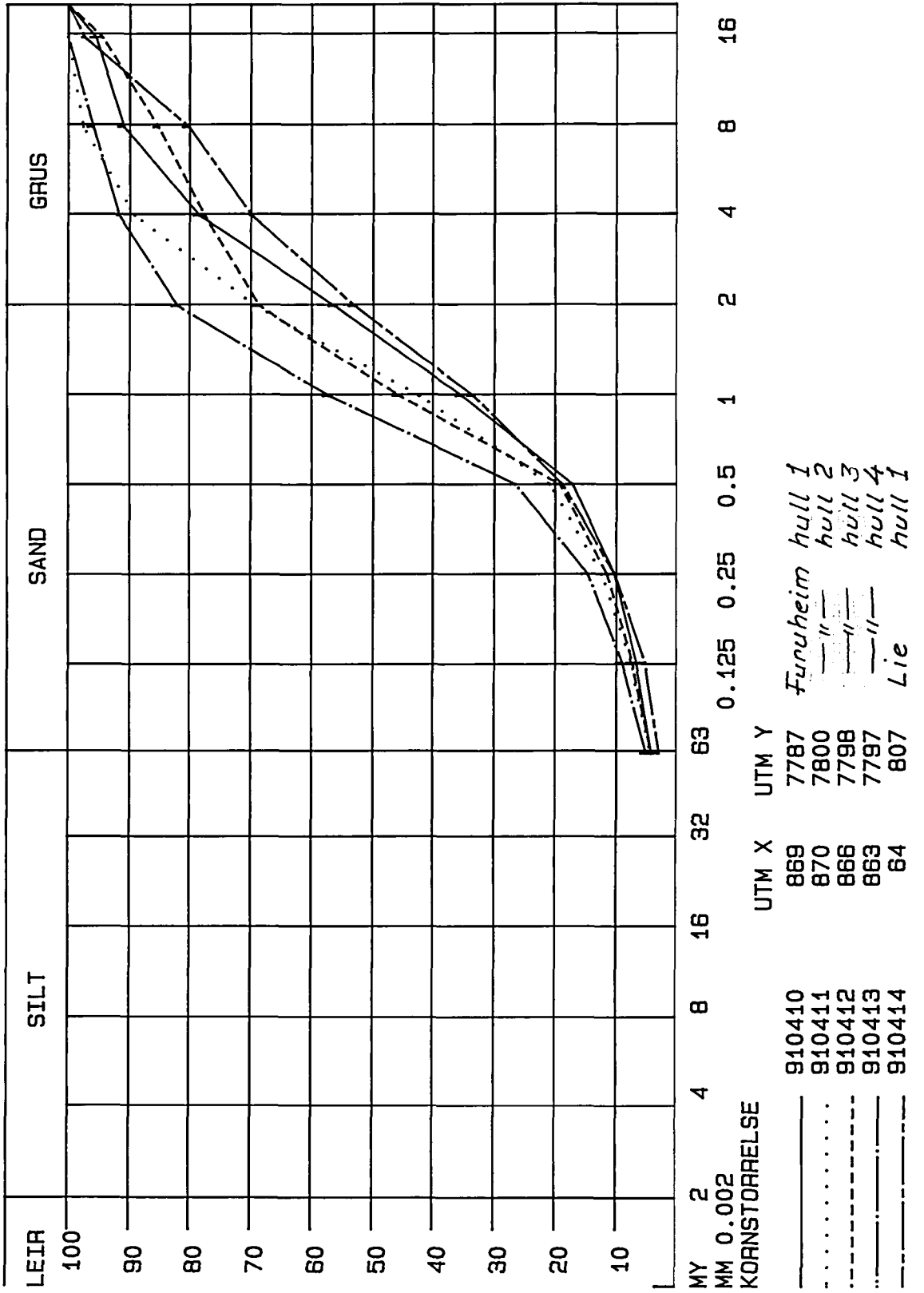
KORNFORDDELINGSKURVE
 DOMBJS 14192



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

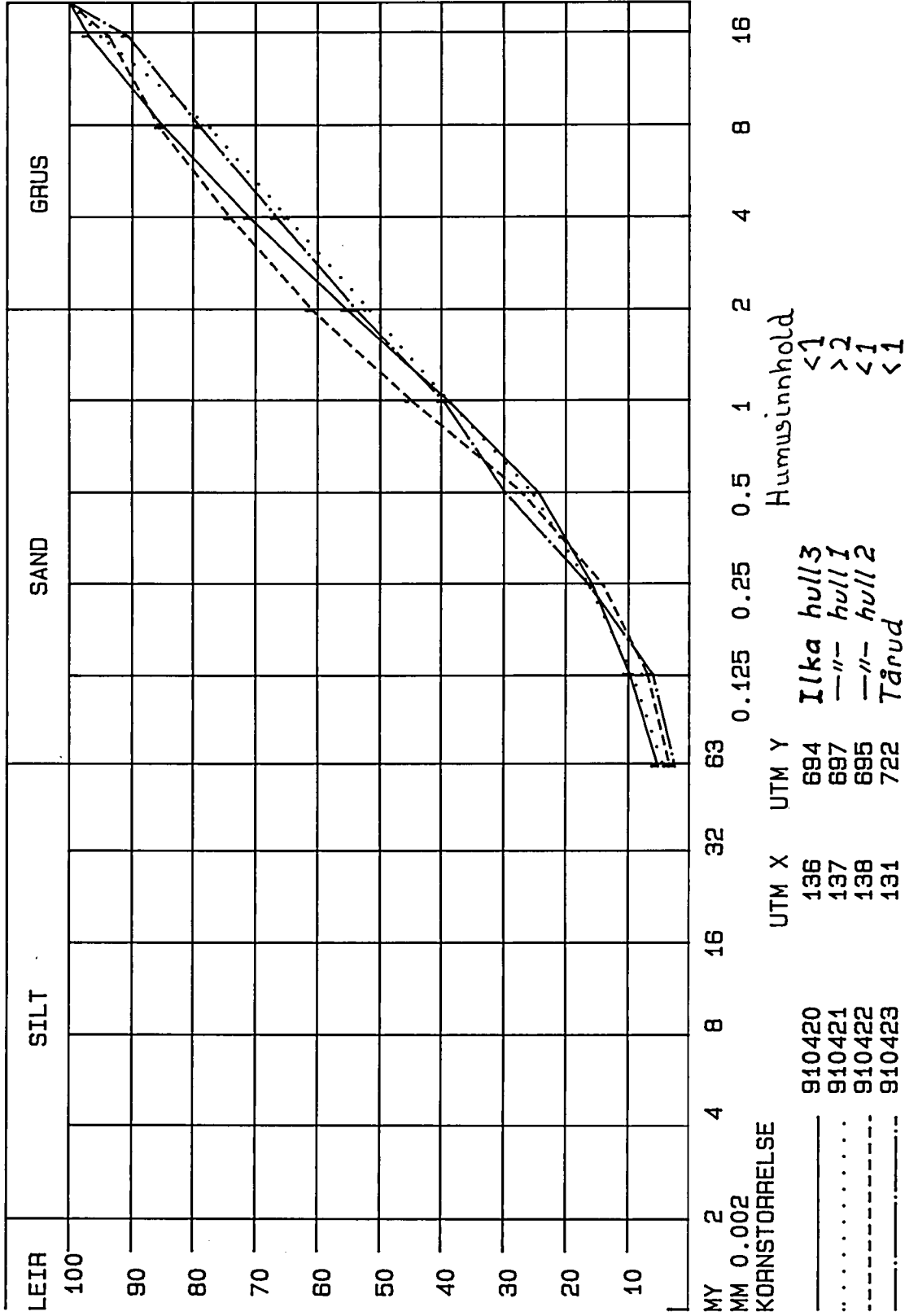
DOMBJS 14192



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

OTTA 17184



STANDARDVEDLEGG
SAND-, GRUS- OG PUKKUNDERSØKELSER

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
NGU'S MODELL FOR SAND- OG GRUSUNDERSØKELSER	3
Forundersøkelse	3
Oppfølgende undersøkelser	3
Detaljundersøkelser	4
Sand og grus til betongformål	5
Sand og grus til vegformål	10
VOLUMVURDERING	13
FELTUNDERSØKELSER	13
Løsmassekartlegging	13
Undersøkelse av løsmassene i åpne snitt og gravde sjakter	13
Prøvetaking	13
Seismiske undersøkelser	13
Løsmasseboring med Borros Polhydrill	14
Enkel sondering med Pionærbormaskin	14
NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENES INNDELING	15
Generelle trekk i Norges kvartærgeologi	15
Innholdet på kvartærgeologiske kart	15
Løsmassenes inndeling	15
Kornstørrelser	17
LABORATORIEUNDERSØKELSER	18
Kornfordelingsanalyse	18
Fallprøven	18
Bergarts- og mineralkorntelling	19
Humus- og slambestemmelse	20
Abrasjon	20
Slitasjemotstand	20
Tynnslip	21
Sievers J-verdi	21
Slitasjeverdi	22
Borsynkindeks (DRI)	22
Borslitasjeindeks (BWI)	22
Prøvestøping	22
KVALITETSKRAV AV PUKK TIL VEGFORMÅL	24

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 64-256 mm. 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 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 er viktige som råstoffkilder til bygge- og anleggsformål. Dessuten kan de også 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 volum 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- mineral- og sammensetning. 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 er det vesentligste av forundersøkelsen 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 undersøkelser

Prøver tas oftest kontinuerlig i sjakter eller i snitt. Unntaksvis foretas det prøvetakende borer nedover i forekomsten. Prøvene analyseres for vurdering av egnethet til teknisk bruk, oftest sprøhets- og flisighetsanalyse, mineralogisk analyse og i visse tilfeller utføres betongprøvestøping. På dette nivået er geofysiske undersøkelser som seismikk, georadar, elektriske målinger viktige. Disse indirekte metodene gjør det mulig å tolke materialsammensetningen ut fra registrert gjennomgangshastighet for lyd (refraksjonsseismikk) eller elektrisk ledningsevne (elektriske motstandsmålinger). Resultatene blir presentert som sannsynlig mengde og kvalitet og er en syntese av resultater fra feltundersøkelser, laboratorieundersøkelser og geologisk tolkning. Et eksempel på konklusjon av oppfølgende undersøkelser kan være, volum minimum 13 maksimum 17

mill. m³ sand og grus av god teknisk kvalitet.

Detaljundersøkelser

Detaljundersøkelse skiller seg fra oppfølgende undersøkelser ved tettere undersøkelsesnett og mer bruk av prøvehendende boringer. Det tas større prøver til detaljert materialundersøkelse som f.eks. betongprøvestøping. Konklusjon i en detaljundersøkelse kan f. eks. være 1.4 (min.) - 1.6 (max.) mill. m³ sand og grus med god teknisk kvalitet, egnet som tilslag i høyfast betong- og vegdekker.

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

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

KVALITETSVURDERING OG KVALITETSKRAV AV SAND OG GRUS TIL BETONG- OG VEGFORMÅL

To parametre er sentrale for vurdering av materialkvalitet:

- Materialtekniske egenskaper (kvalitet).
- Forekomstens sammensetning (strukturer og indre oppbygging)

Det benyttes en rekke laboriemetoder for vurdering av de materialtekniske egenskaper (se eget kapittel). Behovet vil variere fra undersøkelse til undersøkelse.

Forekomstenes sammensetning og oppbygging varierer både horisontalt og vertikalt. Undersøkelse og dokumentasjon av materialsammensetningen har derfor stor betydning for vurdering av ressurspotensialet og for utarbeidelse av uttaksplaner. Boring, seismikk, elektriske målinger og bruk av georadar samt prøvetaking er eksempler på metoder som benyttes i felt.

De geologiske forhold avgjør forekomstenes egenskaper og karakteristika. Det er av avgjørende betydning å klarlegge og utnytte kunnskap om de naturgitte forhold.

Er det lokalt ikke tilgang på forekomster av høy nok kvalitet er det viktig å være klar

over at enkle kvalitetsforbedrende tiltak er et alternativ til import og lang transport. Sikting, knusing og vasking er eksempler på tiltak for å bedre gruskvaliteten. Det vil her føre for langt å gi en fullstendig og detaljert oversikt over dette emnet.

Sand og grus til betongformål

Tilslagskornenes geometriske utforming, deres fysiske og kjemiske egenskaper og karakteristika har betydning for betongen såvel i fersk som i herdet tilstand. Dette kapitlet gir oversikt over tilslagsfaktorer som øver stor innflytelse på betongens bruks-egenskaper. Selv om det foreligger en rekke metoder for vurdering av tilslagets egenskaper og karakteristika, finnes det meget få akseptkriterier. På dette punkt er norske standardspesifikasjoner for tilslag (NS 3420) generelt utformet og lite presise. Dette har flere årsaker. For det første er flere viktige parametre vanskelige å kvantifisere. Dessuten er det en kompleks sammenheng mellom de ulike tilslags- og betongegenskaper. Derfor kreves det som regel direkte funksjonsorientert testing av tilslaget i mørtel eller betong. Prøvestøping og etterkontroll av konstruksjoner der det aktuelle tilslaget inngår, er i mange tilfeller enkelt og sikkert i forhold til omfattende undersøkelse og tolkning av tilslagsegenskaper. Enkle kvalitative vurderinger basert på viktige materialtekniske egenskaper har likevel stor og uvurderlig betydning når en vil foreta en grov sammenligning og rangering av ulike forekomster som tidligere er lite undersøkt. På denne måten er det samtidig enkelt å påvise regionale forskjeller i tilslagskvalitet. Korntellemetodene er av primær interesse i denne sammenhengen.

Det kan skilles mellom følgende tilslagsundersøkelser:

- Korntellemetoder (bergarts-/mineralkorntellinger, kornform, rundingsgrad, ruhet etc.)
- Testing av tilslagets mekaniske egenskaper (teknologiske tester); Sprøhet- og flisighet samt abrasjonstest, humustest og Los-Angelestest.
- Prøving av tilslaget i betong (indirekte teknologiske tester):
 - I fersk betong:
 - Vannbehov, Slump(konsistens, bearbeidbarhet)
 - I herdet betong:
 - Fasthetsegenskaper, bestandighet (frost-, miljø, temperaturpåkjenninger etc.)

Listen ovenfor må i hvert enkelt tilfelle tilpasses til det aktuelle kontroll- og dokumentasjonsbehovet. Det finnes ingen enkel oppskrift på å sette sammen en betong med de ønskede egenskaper. For å oppnå foreskrevne kvalitet og få tilpasset resepten må det støpes flere prøveblandinger.

Korngradering

Tilslagets korngradering er den parameter som enkeltstående har størst innflytelse på betongens bruksegenskaper. Først og fremst influeres den ferske betongens bearbeidbarhet og stabilitet. 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 vann/ement-forholdet (v/c) opprettholdes må det nå tilsettes mer sement. Det har også vist seg at betongstyrken er noe avhengig av graderingen og den maksimale kornstørrelsen. Et finkornig tilslag med liten middelkornstørrelse gir lavere fasthet enn en betong med et grovere tilslag når betongsammensetningen for øvrig er gitt. Med tanke på både materialkostnad og fasthet er det gunstig å benytte en stor maksimal kornstørrelse (D-max). D-max utover et gitt nivå kan imidlertid gi indre bleeding og separasjon og redusere betongfastheten. Hensynet til betongens bearbeidbarhet, stabilitet og armeringsnettets tetthet vil også begrense betongprodusentens handlefrihet.

Innholdet av fillersand, materiale mindre enn 0.125 mm, har 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 1-5 vektprosent for sand i fraksjonsområdet 0-4 mm. I mange forekomster må det ofte settes til ekstra filler.

I praksis må det velges tilslag som gir rimelig bearbeidbarhet, lavt vannbehov og minimal separasjonsfare. I figur 2 er det vist eksempler 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. Denne type 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 partikkelkonsentrasjon gir kurven en karakteristisk "sandpukkel". Dette gir stor hullromsprosent og blandingen må tilsettes mere vann for å oppnå samme bearbeidbarhet som for materiale 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 ferdig fraksjonert materiale i sand- og steinfraksjonen når betongen settes sammen. Med disse to sorteringene kan sand/stein forholdet justeres og tilpasses etter behov. Undertiden benyttes flere enn to delmaterialer. Med to typer sand og en type stein kan kornkurven fastholdes på to punkter. Siktekurven for de tre delmaterialene må selvsagt være kjent på forhånd. Ofte er det behov for å øke fillerinnholdet (materiale mindre enn 0.075 mm). En egnet fillersand tilsettes da gjerne dosert fra egen silo i blandeverket. 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 (NS 3420) er de veiledende betongkurvene av denne grunn 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.

I proporsjoneringsøyemed benytter betongbransjen ofte parametre som kan avledes fra siktekurven. Thaulows proporsjoneringsmetode benyttes ofte og den bygger på finhetsmodul (FM) og maksimal kornstørrelse (d-max).

Kornform og overflateforhold

Flisig- og kantet materiale vil generelt gi større vannbehov og dermed høyere sementforbruk (om v/c og dermed fastheten skal opprettholdes). Ved tilsetning av plastiserende stoffer kan det delvis kompenseres for dårlig kornform. Knusing av tilslagets grovere fraksjoner kan virke gunstig.

Tilslagets mineralogi

Det viser seg at tilslagets mineralogiske sammensetning har en viss betydning for vannbehovet. Mineralinnholdet synes å være viktigere enn formfaktoren i sandens finfraksjon. Innhold av fri glimmer, skiferkorn og fysisk svake korn i tilslaget vil både øke den ferske betongs vannbehov og indirekte virke ugunstig inn på fasthetsutviklingen. Dette kan det bare i en viss grad kompenseres for ved bruk av plastiserende tilsetningsstoffer.

Kjemisk reaktive mineraler

En rekke bergarter og mineraler kan på grunn av sine kjemiske og fysiske egenskaper under gitte betingelser være lite volumstabile innstøpt i betong.

Innhold av magnetkis kan redusere en herdnende betongs fasthet ved at kis i kontakt med sementpastaen kan reagere kjemisk. Dette vil primært være et problem når det anvendes knust steinmateriale, da kis i naturgrus over grunnvannsstanden er vitret bort. Så lenge svovelkis ikke opptrer sammen med magnetkis ansees den kun som et estetisk problem i forbindelse med rustutfelling på overflaten. Denne type uheldige reaksjoner kan imidlertid motvirkes ved bruk av sulfatbestandig sement.

Alkaliløselig kiselsyre i kvartskrystaller kan reagere med sementlimet og føre til volumekspansjon og oppsprekking i herdet betong. I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner i flere betongkonstruksjoner her til lands. Alkalireaksjonene kan knyttes til lavmetamorfe rhyolitter og sandsteiner, samt diagenetisk endret argillitt, fyllitt, gråvakke og mylonitt. Den kjemiske reaksjonen er i slike tilfelle svært langsom og finner kun sted under ugunstige betingelser med høy fuktighet, temperaturpåkjenninger etc, som f.eks. i damkonstruksjoner og bruer. Skadene oppdages gjerne først etter 15 til 20 år. Det er pr. i dag ikke etablert sikre kriterier for skadelig innhold av risikobergartene. Så langt tyder resultatene på at man inntil viere bør benytte en øvre grense på 20 volumprosent for potensielt reaktive bergarter. Det må presiseres at risikobergartene ikke alltid er reaktive. Aksellererte forsøk på mørtel- og betongprismer i laboratoriet kan benyttes for dokumentasjon av bestandighet på høyverdige tilslag. Tilslag til spesielle konstruksjoner i fuktig miljø krever godkjenningsaksept fra et laboratorium.

Det er for øvrig utarbeidet en metode for visuell kvalitetsklassifisering av betongsand. Metoden er basert på innholdet av fri glimmer og skiferkorn i to fraksjoner. Diagrammet for kvalitetsbestemmelsen er vist i figur 2. Glimmer og skiferinnholdet vurderes visuelt ved mineral og bergartstillinger (s.d.).

Termiske egenskaper

Volumet av fast stoff i både tilslaget og sementpastaen vil lovmessig endres i takt med temperaturen. Moderate temperaturpåkjenninger fra miljøet og ikke minst herdeprosessen fører vanligvis ikke til dannelse av riss og sprekker i betong. Når det foreskrives betong for ekstreme temperaturpåkjenninger må det blant annet tas hensyn til at kvarts undergår en krystallografisk faseomvandling ved 573 grader C. Under denne omvandlingen ekspanderer kvartsens volum 0.83 prosent, noe som vil ha ødeleggende virkning på betong.

Forurensninger

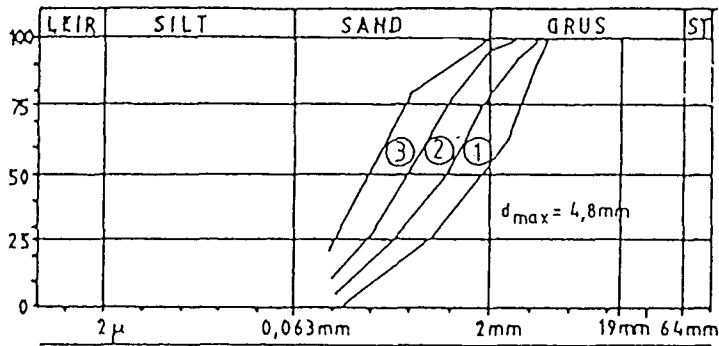
Humus er en felles betegnelse på dekomponert organisk materiale og humussyrer. Et høyt humusinnhold kan forsinke og i verste fall forhindre herdeforløpet i betongen. I norske grusforekomster er humusforurensning først og fremst knyttet til selve jordsmonnet eller de øverste 2 - 4 m av løsmasseprofilen. Den nedre del av denne sonen får gjerne en karakteristisk brunfarge på grunn av oksyderte jern-/humusforbindelser. Den tradisjonelle NaOH-metoden gir ikke bestandig et entydig svar på innholdet av skadelig humus. Dette er blant annet avhengig av mineralsammensetningen og geokjemiske faktorer generelt. Indikerer NaOH-metoden skadelig humus bør det i tillegg utføres målinger etter den nye titreringsmetoden og eventuelt foretas herdeforsøk

Salter og klorider kan skape korrosjonsproblemer på innstøpt stål, danne belegg på betongoverflater og øke faren for alkalireaksjoner. Her til lands kjenner vi problemet i forbindelse med utnyttelse av submarine forekomster. Salt sjøvann som fukt i tilslaget vil vanligvis ikke ha noen innflytelse på vanlig konstruksjonsbetong. Når det prosjekteres spennbetong eller betong som skal være bestandig i spesielt aggressive miljø som marint miljø, brodekker etc., må det imidlertid tas hensyn til kloridinnholdet. I flomålet (strandsonen) kan salt anrikes i særlig grad. I Norsk Standard (NS 3474) skal det totale kloridinnholdet ikke overstige 1 prosent av sementvekten. I utenlandske standarder er 0.1 prosent nevnt som grense når det siktes mot spennbetongkvaliteter.

Belegg (beising) av finstoff (leir evt. siltfraksjonen) kan redusere heftfastheten pasta/tilslagskorn og redusere den generelle betongfastheten. Silt- og leirbelegg kan forekomme i områder med høyereliggende sand- og grusavsetninger. Foruten selve belegget kan det også forekomme klumper og linser med silt/leir.

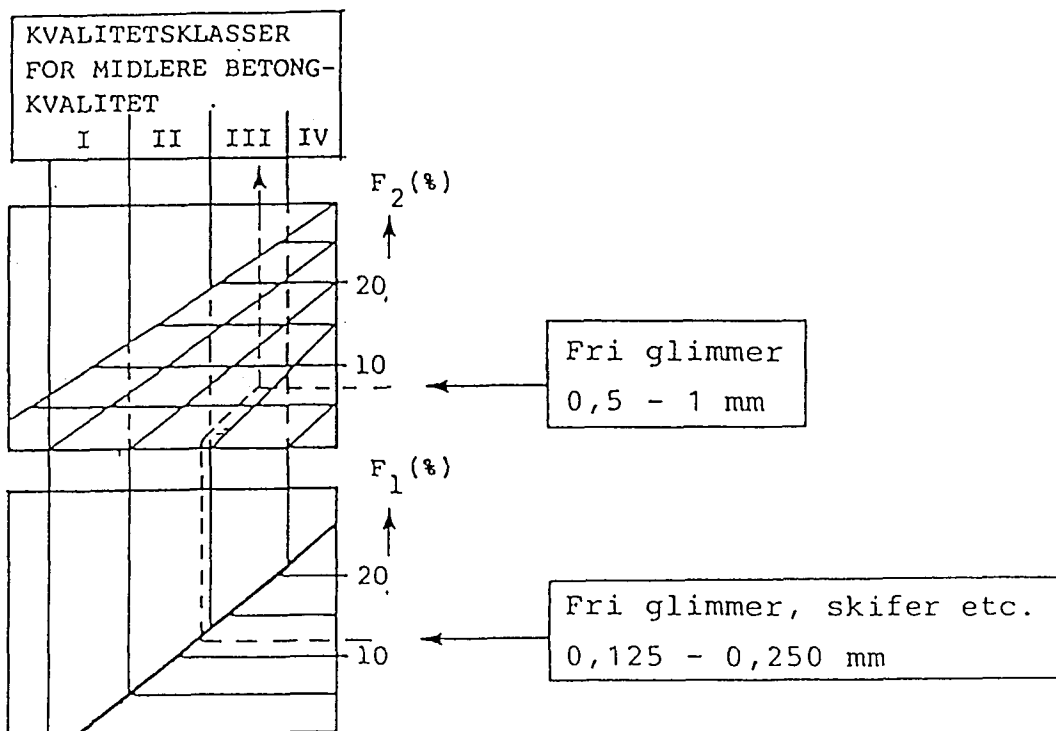
Innhold av humus, salter, klorider og overflatebelegg kan effektivt motvirkes ved en vaskeprosess. Vasking kan imidlertid lett føre til utvasking og reduksjon av fillerinnholdet.

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. 2

Sand og grus til vegformål

Vegnormalene stiller krav til mekaniske egenskaper, gradering og kornform. Kravene kan omfatte steinklasse, abrasjonsverdi, flisighet, slitasjeverdi, humusinnhold, gradering samt bergartsinnhold. Kravene avhenger av hvor i vegkroppen materialet benyttes, klimaet og trafikbelastningen. Vegteknisk skilles det klart mellom dekker, bærelag og forsterkningslag. I disse tre lag i vegens overbygning stilles det vesensforskjellige krav til materialet. Det viser seg fordelaktig å benytte en høyere andel med knust materiale i fraksjonen over fire millimeter. Dette gir blant annet mer stabile og bæredyktige vegkonstruksjoner. Det bemerkes at det generelt benyttes naturmateriale i fraksjonen under fire millimeter. Unntatt fra dette er ekstra tilsats av filler. Her krever Vegnormalene at det benyttes filler nedmalt eller knust fra forvitningsbestandige bergarter.

De strengeste kravene stilles for materiale i vegdekker. Figur 3 gir oversikt over dekketyper der det kan benyttes en større eller mindre andel med naturgrus i fraksjonen over 4 millimeter. På de sterkest trafikkerte veger kreves det vanligvis dekker med mer enn 80 prosent knust steinmateriale.

I bære- og i forsterkningslag kan det benyttes grus og sand i en rekke konstruksjons-elementer. Figur 4 gir oversikt over de materialkrav som normalene stiller til naturgrusen. I mekanisk stabiliserte bærelag kreves det minst 50 prosent knuste flater (fraksjonen større enn 4 mm). Grovknust steinmateriale gir generelt god stabilitet og knuseøkonomi, men kan øke faren for separasjon. I bituminøst- og sementstabiliserte bærelag kan det benyttes naturgrus, men det stilles krav til steinklasse og flisighet alt etter trafikbelastningen. Vegnormalene krever at det ikke skal benyttes steinmateriale med mer enn 20 og 35 prosent svake bergarter i henholdsvis bære- og forsterkningslag. Størsteparten av sand- og grusmaterialer til vegformål benyttes i bære- og forsterkningslag.

Mekaniske egenskaper og kornform

Ut fra mekanisk styrke (sprøhetstallet) og kornformen (flisighetstallet) klassifiseres veggrus i steinklasser i henhold til gjeldende norm i fem kvalitetsklasser fra klasse 1 til 5 (5 er laveste kvalitet). Figurene 3 og 4 viser de krav som stilles til steinklasse, flisighet og abrasjonsverdi og innholdet av mekaniske svake bergarter i de ulike deler av vegoverbygningen.

Uheldig bergartsinnhold

Enkelte bergarter kan ikke anbefales i vegdekker. Dette gjelder for eksempel fyllitt, kalkstein, leirskifer og olivin.

Korngradering

Statens Vegvesen stiller krav til korngradering til de fleste deler av overbygningen. I vegdekker og de fleste bærelag er graderingskravene strenge med krav om tilpasning til normgivende siktekurver. I forsterkningslag er det ikke krav til kornkurve, men forholdet mellom 60 og 10 prosent-gjennomgangen (Cu-verdien) skal være større enn 10 i det øvre forsterkningslaget.

GRUS. MATERIALKRAV I VEGDEKKER										
Dekketype	Årsdøgntrafikk	Steinklasse	Flisighet for materiale > 11.2 mm	Abrasjons- verdi	Slitasje- motstand	%- Andel knust matr. > 4.0 mm	%- Andel knuste flater	% - Andel svake berg- arter i fraksj. 8 - 16 mm		
Varmeproduserte dekketyper i verk 1) 2)	Asfaltbetong (Ab)	1500 - 3000	1 - 3	< 1.45	< 0.55	< 3.5	> 50		(< 20)	
		3000 - 5000	1 - 3	< 1.45	< 0.55	< 3.0	> 60		(< 20)	
		5000 - 15000	1 - 2	< 1.45	< 0.45	< 2.5	> 70		(< 10)	
		> 15000	1	< 1.45	< 0.40	< 2.0	> 80		(< 10)	
	Asfaltgrusbetong (Agb)	< 300	1 - 3	< 1.50			> 20		(< 20)	
		300 - 1500	1 - 3	< 1.50	(< 0.65)		> 20		(< 20)	
		1500 - 3000	1 - 3	< 1.50	< 0.55	< 3.5	> 20		(< 20)	
	Bitumøse vegdekker	Mykaskfalt (Ma)	< 300	1 - 3	< 1.50			> 20		(< 20)
			300 - 1500	1 - 3	< 1.50	(< 0.65)		> 20		(< 20)
			1500 - 3000	1 - 3	< 1.45	< 0.55	< 3.5	> 30		(< 20)
Emulsjonsgrus, tett (Egt)		< 300	1 - 3	< 1.50			> 20		(< 20)	
		300 - 1500	1 - 3	< 1.45	(< 0.65)		> 20		(< 20)	
		1500 - 3000	1 - 3	< 1.45	< 0.55	< 3.5	> 20		(< 20)	
Kaldproduserte dekketyper i verk/produksjons- utlegger 1) 2)		Emulsjonsgrus, drenerende (Egd)	< 300	1 - 3	< 1.50			> 50		(< 20)
			300 - 1500	1 - 3	< 1.45	(< 0.65)		> 50		(< 20)
			1500 - 3000	1 - 3	< 1.45	< 0.55	< 3.5	> 50		(< 20)
Asfalt- skumgrus (Asg)		< 300	1 - 3	< 1.50					(< 20)	
		300 - 1500	1 - 3	< 1.50					(< 20)	
Oljegrus (Og)		< 300	1 - 3	< 1.50					(< 20)	
		300 - 1500	1 - 3	< 1.45					(< 20)	
Grusdekke 1)			(1 - 3)	< 1.50				> 30	(< 20)	

1) = I tillegg kommer graderingskrav for alle dekketyper 2) = Humusinnholdet skal holde følgende krav iht NAOH-metoden:

() = Anbefalt verdi, ikke krav

Varmeproduserte dekker: < 2.0

Kaldproduserte dekker: < 0.5

GRUS. MATERIALKRAV I BÆRE- OG FORSTERKNINGSLAG									
Del av vegoverbygning	Årsdøgn- trafikk	Stein- klasse	Flisighet for matr. > 11.2 mm	Abrasjon	% mindre enn 75 mikr. i frak. < 19 mm	%- Andel knust matr. > 4.0 mm	%- andel knuste flater, totalt	%- andel svake berg- arter i fraksj. 8 - 16 mm	
Bærelag	Mekanisk stabiliserte bærelag 1) 2) 6)	Knust grus (Gk)	< 300	1 - 3	< 1.50			> 50	(< 25)
	Asfaltert sand (As)	< 5000	1 - 4	< 1.55		< 7	> 35		(< 20)
		> 5000	1 - 3	< 1.50			> 35		(< 10)
	Asfaltert grus (Ag)	< 5000	1 - 4	< 1.55					
		> 5000	1 - 3	< 1.50					
	Bituminøst stabilisert bærelag 2) 5)	Emulsjonsgrus (Eg)	< 1500	1 - 4	< 1.60				
			1500 - 5000	1 - 3	< 1.50				
	Skumgrus (Sg)	< 1500	1 - 4	< 1.60					(< 20)
		1500 - 5000	1 - 3	< 1.50					(< 20)
	Bitumenstabilisert grus (Bg)	< 1500	1 - 3	< 1.50					(< 20)
		1500 - 3000	1 - 3	< 1.50					(< 20)
	Sementstabilisert bærelag 3)	Sementstabilisert grus (Cg)	> 300						(< 20)
Forsterkningslag 4) 6)	Øvre		4			< 8		(< 35)	
	Nedre		5					(< 35)	

1) $d_{max} = 32$ mm

2) Graderingskrav kommer i tillegg

3) Krav til trykkfasthet kommer i tillegg

4) $d_{max} = 150$ mm i øvre forsterkningslag, $C_u > 10$ (f5)

5) Humusinnholdet < 1 iht. NaOH-metoden

6) Humusinnholdet < 1 % iht. glødemetoden

() = Anbefalt verdi, ikke krav

VOLUMVURDERING

Volumet er en viktig faktor ved mange sand- og grusundersøkelser. Ofte stipuleres volumet som produktet av gjennomsnittlig mektighet (tykkelsen av ressursen ned til fast fjell, grunnvann eller andre løsmasser) og arealet. Andre ganger kreves det detaljerte opplysninger om mektigheten for å beregne volumet. Nøyaktigheten avhenger både av de naturgitte forutsetninger og ambisjonsnivået ved undersøkelsene.

FELTUNDERSØKELSER

Løsmassekartlegging

Kartlegging av løsmassene er en systematisk befarings- og tolkning av løsmasseforholdene fra overflaten. Løsmassene kan deles inn etter deres dannelse, egenskaper og utbredelse. Resultatene tegnes inn og presenteres på løsmasse- eller kvartærkart. Under kartleggingen nyttes det ofte flyfoto montert på et brett med enkle stereobriller. Dette gir en tredimensjonal terrengmodell som er meget nyttig for å se og tolke typiske terrengformer. Økonomisk kartverk med fem meters koter er også nyttig i felt. Den øverste meteren av løsmassene vurderes dessuten med stikkbor og spade. Snitt, skjæringer og byggegroper gir dessuten nyttig informasjon om lagfølge og mektighet. I mange tilfeller vil resultater fra tidligere undersøkelser forenkle feltarbeidet.

Undersøkelse av løsmassene i åpne snitt og gravde sjakter

For å vurdere volum og kvalitet kreves det opplysninger om løsmassenes mektighet, lagfølge og sammensetning. Snitt i massetak, vegskjæringer, byggegroper og naturlige utglidninger etc. kan gi tilstrekkelig informasjon, men mange ganger må det graves sjakter med gravemaskin eller for hånd. Sjaktene plasseres på steder der det er lett å nå ned til urørt, humusfritt materiale. På grusterrasser plasseres sjaktene gjerne langs utvalgte profil i brattskråninger for å få et best mulig bilde av den vertikale variasjon i kornstørrelses sammensetningen.

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. For å unngå store prøvemengder siktes ofte materialet i felt.

Seismiske undersøkelser

Seismiske undersøkelser går ut på å måle lyd hastigheten innenfor de enkelte lag i løsavsetninger og berggrunn. Lydbølgene 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. Opptrer det sjikt med ulik lydshastighet tegnes disse inn på profilene. Sjiktgrensene definerer gjerne endringer i geologiske forhold (korngradering, vanninnhold, pakningsgrad, porøsitet etc.). I løsmasser er metoden ofte velegnet til å bestemme dyp til grunnvannsnivå og fjell, da disse overgangene vanligvis medfører store sprang i lydshastighet. Nøyaktigheten avhenger av en rekke faktorer, men grovt sett antas nøyaktigheten i sjiktgrensebestemmelse å være +/- 1 m inntil 10 m's dyp. På dyp over 10 m settes feilmarginen generelt til 10 prosent.

Følgende oversikt viser "normal" variasjon i lydshastighet 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. Borrigen foretar både sonderende og prøvehentende boringer. Rikken blir særlig brukt i forbindelse med ressursundersøkelser når det er behov for en sikker vurdering og dokumentasjon av materialsammensetningen innen forekomstene. I praksis har det vist seg at riggens penetrasjonsevne ved sonderboringer er 40-50 m og 20-30 m ved de prøvehentende boringene. Særlig verdifull blir boringene dersom de kan kombineres med indirekte undersøkelsesmetoder som seismikk og elektriske målinger.

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

Enkel sondering med Pionærbormaskin

Dette er en lett mobil utrustning som kan betjenes av to personer uten særlig opplæring. Sonderingene foregår ved at den skjøtbare borstrengen blir slått ned i grunnen ved hjelp av den bensindrevne Pionær slagboremaskinen. Det benyttes 1 m's borstenger med diameter 25 mm og en kantformet borspiss hvis maksimale diameter er noe større enn hos selve borstrengen. Denne type boringer lar seg ikke gjennomføre i stein- og blokkrike avsetninger eller annet hardt pakket materiale. 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. Tolkningen er subjektiv, men på begrensede dyp inntil 10-15 m gir metoden ofte verdifull informasjon, særlig om den suppleres med geofysiske undersøkelser.

NORGES KVARTÆRGEOLOGI OG LØSMASSENE 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 jordkorpen 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 hevede hav og fjordområder, dalfører og enkelte viddeområder 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 sorterte avsetninger som f.eks. breelvavsetninger og elveavsetninger er kornstørrelsene på kartet angitt på grunnlag av en visuell vurdering i felt og bruk av 1 m'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 smelte vann fra isbreer. De kjennetegnes ved at materialet er lagdelt og sortert etter kornstørrelser. Sand og grus er oftest de dominerende kornstørrelser. Stein og 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. landhevingen 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 forvitningsmateriale 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 (Bl)	større enn 256 mm
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

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

LABORATORIEUNDERSØKELSER

Kornfordelingsanalyse
Sprøhet (fallprøven)
Fallprøven (Sprøhet og flisighet)
Bergarts- og mineralkorntelling
Humus- og slambestemmelse
Abrasjon
Slitasjemotstand
Tynnslip
Sievers J-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 0.063 mm. Toppsiktet er vanligvis på 16 mm, men når det er viktig å bestemme korngraderingen for grovere fraksjoner benytter en alternativt toppsikt på 32 eventuelt helt opp til 64 mm. 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 materialtekniske egenskaper til finkornig materiale, må kornstørrelsesfordelingen for materiale mindre enn sand (0.063 mm) 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 prosent gjennomgang
sorteringstallet	mål for spredning i kornstørrelse

Fallprøven

Sprøhet

Steinmaterialers motstandsdyktighet mot mekaniske påkjenninger kan bestemmes med fallprøven og uttrykkes ved sprøhetstallet. Fraksjonen 8 - 11.2 mm knuses i en morter av

et 14 kg's 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 korngrense, i dette tilfellet 8,0 mm, kalles steinmaterialets ukorrigerte sprøhetstall (S_0). Denne tallverdien uttrykker ingen eksakt fysisk egenskap, men er avhengig av framgangsmåte, apparatutforming og kornenes gjennomsnittlige form (se Flisighet). Sammen med flisighet og abrasjon er disse størrelsene grunnlaget for bedømmelse av steinmaterialets egnethet til veiformål.

Flisighet

Steinmaterialers gjennomsnittlige kornform kan beskrives med flisighetstallet. 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. Bredden bestemmes ved sikting på kvadratsikt og tykkelsen på sikt med rektangulære (stavformede) åpninger.

Sprøhet og flisighet

Sprøhetstallet er i stor grad avhengig av materialets kornform. Kornformen hos pukk er først og fremst bestemt av selve knuseprosessen, men også til en viss grad av bergartens struktur og materialtekniske egenskaper. Økende flisighetstall gir økende sprøhetstall. For å sammenligne sprøhetstall bør disse regnes om til en bestemt flisighetsverdi. På grunnlag av erfaringsdata er det utledet en omregningsformel.

Bergarts- og mineralkorntelling

Slike tellinger er viktige for å klarlegge sand-, grusmaterialers bergarts-/mineralkorn-sammensetning, fysiske tilstand, overflateegenskaper samt kornform og rundingsgrad. For å dokumentere egnethet til høyverdige formål er det nødvendig med tellinger. Resultatene kan også gi viktig informasjon om geologiske forhold.

Materiale til tellingene kan splittes ut fra ulike prøver eller samles inn spesielt til dette formålet. Telling er utføres vanligvis på utvalgte fraksjoner i grusfraksjonen og i sandfraksjonen. Omlag 100 korn splittes ut og klassifiseres visuelt ett for ett i mikroskop eller for øyet. For sikker identifikasjon er det vanlig å teste gruskorns ripemotstand med stålspatel, anvende saltsyre for å påvise kalkstein eventuelt magnet for å påvise magnetitt. I sjeldne tilfelle utføres det røntgen, D.T.A. eller kjemiske analyser på pulverpreparater av prøvene.

Bergartskorn (blandkorn) deles inn i grupper som erfaringsmessig påvirker materialets egenskaper til høyverdige formål og som det samtidig er praktisk mulig å identifisere sikkert. Innhold av bløte, mekanisk svake og forvitrede bergartskorn vil forringe materialets kvalitet. Fyllitt, porøs kalkstein, glimmerskifer etc. er alle eksempel på uheldige bergarter.

Mineralkorn (frikorn) deles etter samme prinsippet inn i 2-3 grupper. Mineralkorn er vanligvis enklere å identifisere enn bergartskorn og 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 viser seg at et høyt glimmerinnhold i sandfraksjonen reduserer materialets egnethet som betongtilslag. Overflatebelegg på mineralkorn kan gi dårlig heft både i betong og i bituminøse vegdekker.

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 humusinnholdet som en eventuell misfarging av væskesøylen over det bunnfelte materialet og vurderes visuelt etter en oppsatt skala. Slamhøyden registreres også. Metoden må kun betraktes som orienterende. Prøvestøping 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. Den uttrykker materialets motstand mot nedsliting. Metoden er best egnet for materialer med ensartet sammensetning. Metoden skal ikke benyttes for materialer med mer enn 20 prosent svake bergartskorn. Et representativ utvalg med grus- eller pukk-korn 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:

Mindre enn 0,35	-	Meget god		
0,35	-	0,45	-	God
0,45	-	0,55	-	Middels
0,55	-	0,65	-	Svak
Større enn 0,65	-	Meget svak		

Slitasjemotstand

For å bestemme steinmaterialers egnethet som tilslag i bituminøse veidekker måles både sprøhetstall, flisighetstall og abrasjonsverdi. Materialets motstand mot piggdekksslitasje, kalt slitasjemotstanden SA-verdien, uttrykkes som produktet av kvadratrotten av

sprøhetstallet 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.

Verdiene rangeres slik:

Mindre enn 2.0	-	Meget god		
2.0	-	2.5	-	God
2.5	-	3.5	-	Middels
3.5	-	4.5	-	Svak
Større enn 4.5	-	Meget svak		

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 og mineralers og innbyrdes 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, mineralernes 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. En foliert bergart er kjennetegnet ved at mineraler danner en foretrukket planparallell akseorientering eller er konsentrert i tynne parallelle bånd eller årer. Dette gir svakhetsplan i bergartens struktur.

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.

Sievers J-verdi

En bergarts Sievers J-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 Sievers J-verdien defineres som hulldybden målt i mm. Metoden er utviklet for bruk i generell vurdering av bergarters borbarehet.

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 Sievers J-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 borsynkindeks tyder på det motsatte. For lett slagboreutstyr 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 side-slitasje) er logaritmisk.

Prøvestøping

Prøvestøping er nødvendig når det forlanges en sikker kvalitetsvurdering av tilslagsmaterialer til betongformål. Prøvestøping og etterkontroll av konstruksjoner der det aktuelle tilslaget inngår kan i mange tilfeller både være enkelt og sikkert i forhold til omfattende undersøkelser og tolkning av tilslagets materialtekniske egenskaper.

Mørtelprøving

Betongsand i fraksjonen (0-4 mm) har avgjørende innflytelse på betongens bruksegenskaper i fersk tilstand og indirekte på egenskaper i herdet tilstand. Prøving i mørtel er godt egnet for kvalitetsvurdering av betongsand og har særlig stor verdi for rangering og valg mellom flere aktuelle tilslag. Det kreves små prøvemengder og analysen er relativt billig. Metoden er todelt. I fersk mørtel bestemmes vannbehovsindeksen og i herdet mørtel bestemmes romvekt og trykkfasthet.

Betongsand (800 g) støpes ut i en standard mørtelblanding (volumforhold sement:tilslag på 1:5). Det tilsettes vann for å oppnå en bestemt konsistens (2 cm synkmål med liten konus). Vannbehovet beregnes ut fra tilsatt vannmengde og gir uttrykk for tilslagets innvirkning på egenskapene til den ferske mørtel. Størst betydning har tilslagets korngradering, men mineralogi, kornform, overflate-ruhet og eventuelle belegg øver også en viss innflytelse. Benyttes det en standard gradering kan korngraderingens innflytelse elimineres.

For å kunne vurdere tilslagets innflytelse på egenskapene i herdet mørtel må kvaliteten på sementlimet (sementpastaen) holdes fast. Derfor holdes forholdet mellom vekten på vann og sement (v/c-forholdet) på 0.5. Den ferske blandingen fra vannbehovs-

undersøkelsen benyttes videre. Det tilsettes sement, vann og sand til $v/c = 0.5$ og volumforholdet sement/tilslag er 1:3. Det støpes ut terninger som trykkprøves etter 7 og 28 døgn. Trykkfastheten oppgis i MegaPascal(10^6 N/m²). Romvekten på herdet mørtel bestemmes også. Dette gir grunnlag for å beregne relativ lagringstetthet.

Betongprøving

Tilslaget må prøvestøpes i betong både når det settes store krav til dokumentasjon av kvalitet, eller når det kreves målrettet tilpassing av blanderesepter. Det viser seg at de ulike delmaterialer i en betong ikke fullt ut kan verdsettes uavhengig av hverandre. Riktig sammensetning og proporsjonering av forholdet mellom fint og grovt tilslag kan utjevne forskjeller i mørtelkvalitet. Et eksempel på dette er "spranggradert" materiale som først kommer til sin rett under betongprøving. Mørtelfastheter alene må derfor ikke tillegges for stor vekt når betong skal vurderes. Betongprøving krever større prøvemengder og bedre laboratorieutrustning. Vanligvis prøves sanden (0-8 mm) i ordinær konstruksjonsbetong (fasthetsklasse C 25) sammen med et standard grovt tilslag (8-25 mm). Når det tilsiktes høyfast betong (C80-C100) vil tilslaget også få større betydning for fastheten. I slike tilfelle må både den grove og den fine delen av tilslaget prøvestøpes. Betong prøvestøpes vanligvis med et gitt v/c-forhold og en gitt sementmengde avhengig av tilsiktet betongkvalitet. I den ferske blandingen bestemmes bearbeidbarhet/støpelighet. Deretter støpes det ut terninger som trykkprøves etter 7 og 28 døgn. Betongens romdensitet og luftporeinnhold bestemmes også. I betong øver en rekke faktorer innflytelse på betongegenskapene. Derfor kan det være vanskelig å vurdere enkeltresultater mot hverandre.

Vegformål:

Kravene til knust steinmateriale (framstilt av knust fjell/pukk) varierer avhengig av hvor i vegoverbygningen materialet skal benyttes. Vegoverbygningen kan deles inn i fem deler; filterlag, forsterkningslag, bærelag, bindlag og slitelag. De to sistnevnte utgjør selve vegdekke. Knust steinmateriale er en viktig bestanddel i forsterkningslag, bærelag og vegdekke.

I øvre del av forsterkningslaget kreves det steinmateriale av steinklasse 4 eller bedre, mens det for nedre del av forsterkningslaget kreves klasse 5 eller bedre. Flisighetstallet for materiale > 11,2 mm må være < 1,70. Kravet til abrasjonsverdien er < 0,75.

For bærelag varierer kravene avhengig av bærelagstype. Valg av bærelagstype må sees i forhold til vegens gjennomsnittlige årsdøgnstrafikk uttrykt ved ÅDT. Tabell 1 viser kravene til de forskjellige bærelagstypene.

BÆRELAGSTYPE		ÅDT				
		300	1500	5000	15000	
Knust fjell, Fk	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,55	3 1,55 (0,65)	3 1,55 (0,65)		
Forkilt pukk, Fp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,60	3 1,60 (0,65)	3 1,60 0,65	3 1,60 0,65	
Forkilingspukk, Fkp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,50 0,65	3 1,50 0,65	
Asfaltert pukk, Ap	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			4 1,60 (0,65)	3 1,55 0,65	3 1,55 0,65
Penetrert pukk, Pp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi		5 1,60 (0,75)	5 1,60 0,75	5 1,60 0,75	4 1,60 0,75
Emulsjonspukk, Ep	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	4 1,60	4 1,60	3 1,55 (0,65)	3 1,55 0,65	
Sementstabilisert pukk, Cp	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi			(5) 1,50	(5) 1,50	5 1,50

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 1

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm og abrasjonsverdi for materiale til bærelag av knust fjell.

Det kan skilles mellom tre typer vegdekker; grusdekke, asfaltdekke og betongdekke. Knust stein benyttes vanligvis i alle dekketyper. Kravene til vegdekker er framstilt i tabell 2a-c.

GRUSDEKKE		ÅDT				
		300	1500	3000	5000	15000
Grus	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm	3 1,50				

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

Tabell 2a

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for tilslag til grusdekke.

ASFALTDEKKE		ÅDT					
		300	1500	3000	5000	15000	
Støpeasfalt, Sta	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand					2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0
Topeka, Top	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand					2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0
Skjelettasfalt, Ska	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand			2 1,45 0,55 3,0	2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0	
Asfaltbetong, Ab	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand		3 1,45 0,55 3,5	3 1,45 0,55 3,0	2 1,45 0,45 2,5*	1 1,45 0,40 2,0	
Drensasfalt, Da	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand		3 1,45 0,55 3,5	2 1,45 0,55 3,0	2 1,45 0,45 2,5*		
Asfaltgrusbetong, Agb	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,50 0,55 3,5			
Mykasfalt, Ma Myk drensasfalt, Mda	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,50 (0,65)	3 1,45 (0,55) 3,5			
Emulsjonsgrus, Egt, Egd	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,45 (0,65)	3 1,45 0,55 3,5			
Overflatebehandling, Eo Do	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi Slitasjemotstand	3 1,50	3 1,45 (0,55)	3 1,45 0,50 3,5			
Overflatebehandling m/ grus Eog, Dog	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Oljegrus, Og	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,45				
Asfaltskumgrus, Asg	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi	3 1,50	3 1,50				

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2b

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for tilslag til asfaltdekke.

BETONGDEKKE		ÅDT					
		300	1500	3000	5000	15000	
Betong, C70 - C90	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi					2 1,45 0,45	1 1,45 0,40
Betong, C40 - C70	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi				3 1,45 0,55	2 1,45 0,45	2 1,45 0,40
Valsebetong, C35 - C55	Steinklasse Flisighetstall > 11,2 mm Abrasjonsverdi		3 1,45 (0,65)	3 1,45 0,55	3 1,45 0,55		

Rastrerte felt angir "ikke vanlig bruksområde".

() = ønskede abrasjonsverdier

Tabell 2c

Krav til maksimalverdier for steinklasse, flisighet av materiale > 11,2 mm, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for tilslag til betongdekke.

Med enkelte unntak kan tabell 2b, krav til asfaltdekke, forenkles som vist i tabell 3.

Egenskap	Årsdøgnstrafikk (ÅDT)				
	300	1500	3000	5000	15000
Steinklasse	1-3		1-2		1
Abrasjonsverdi	-	(≤ 0.65)	≤ 0.55		≤ 0.45 ≤ 0.40
Slitasjemotstand	-		≤ 3.5	≤ 3.0	≤ 2.5* ≤ 2.0

Tall i parantes angir ønsket verdi.

* Strengere krav bør vurderes for ÅDT > 10.000

Tabell 3

Krav til steinklasse, abrasjonsverdi og slitasjemotstand for dekketilslag. Unntakene i tabellen gjelder asfaltbetong som godtar inntil steinklasse 3 for ÅDT < 5000 og overflatebehandling der kravene for abrasjonsverdien er ≤ 0,50 for ÅDT 1500-3000 og (≤ 0,55) for ÅDT 300-1500.

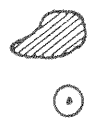
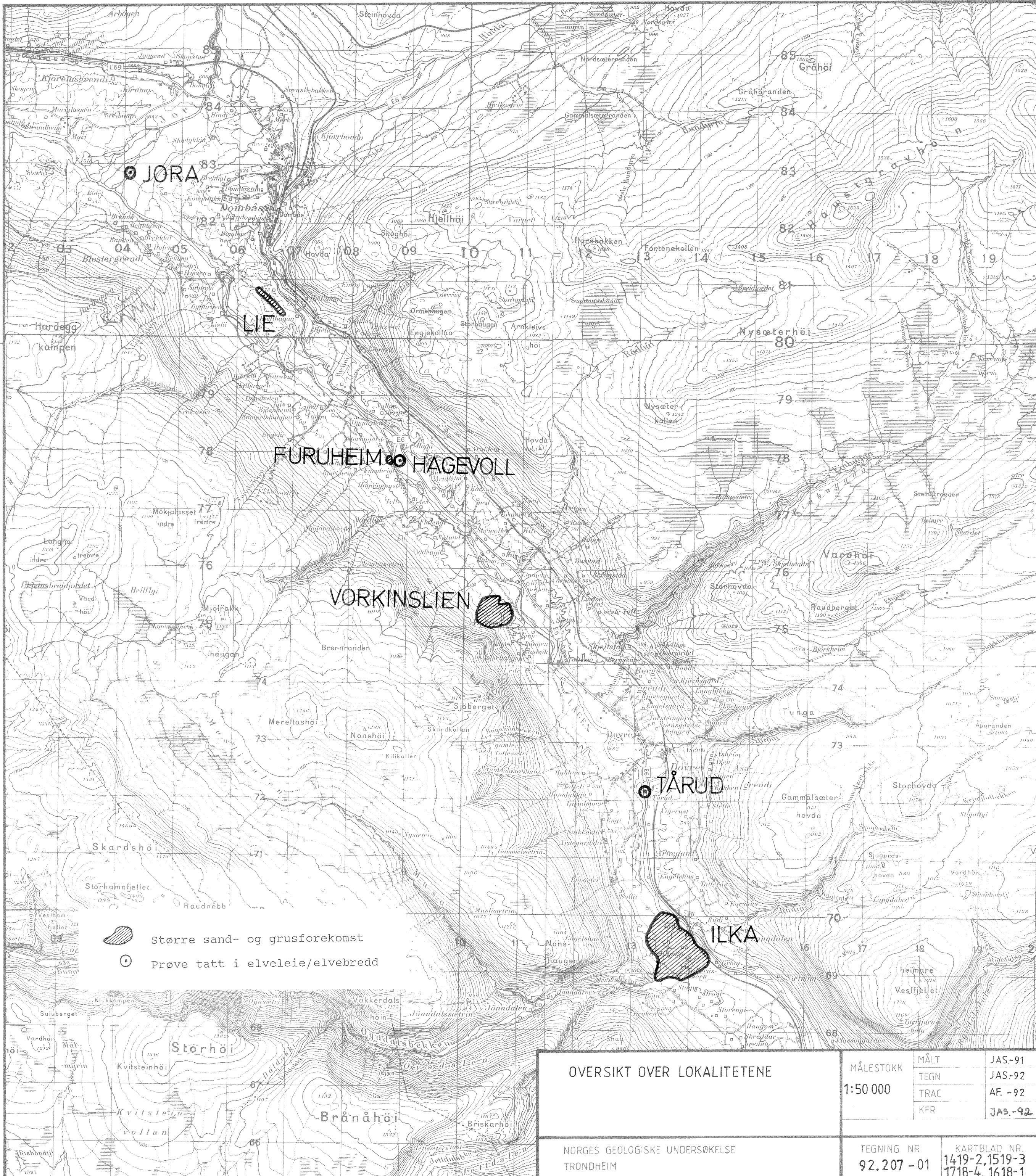
Betongformål:



Med unntak av flisighetstallet er det ikke fastlagt spesifikke krav til de mekaniske egenskapene for knust tilslag til betong. Flisighetstallet bør være mindre enn 1,45 for kornfraksjonen 11,2-16,0 mm. Erfaringsmessig er flisigheten mer avhengig av knuseutstyret og knuseprosessen enn mineralinnhold og tekstur i bergarten.

Generelt bør bergarter til bruk i betong være "mekanisk gode" og inneholde minst mulig glimmer (type glimmer avgjørende, men helst < 10 %). For høyt innhold av enkelte kisminerale (svovelkis, magnetkis) er uønsket.

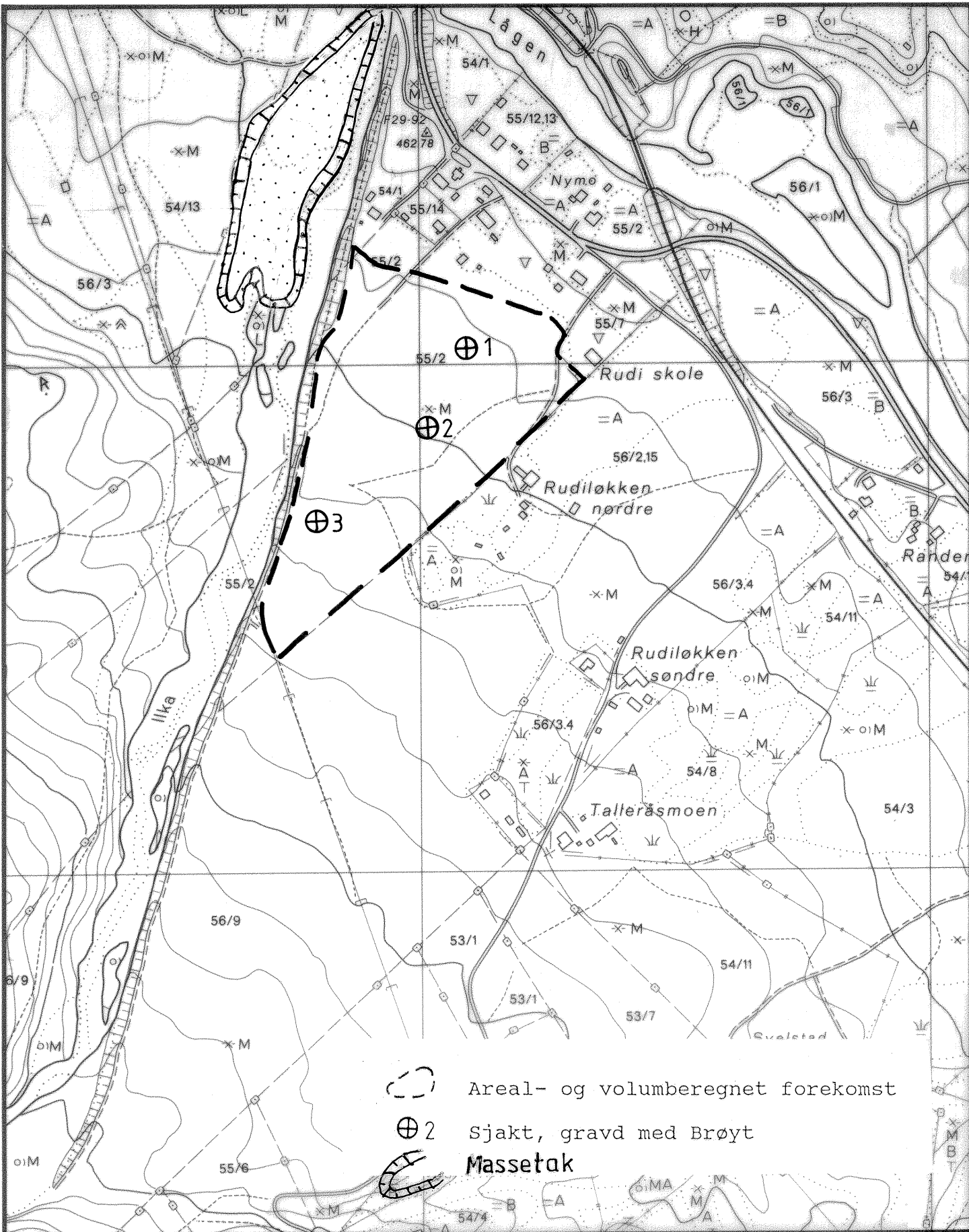
Ved fremstilling av høyfast betong opererer man med så høye fastheter at tilslaget utgjør det svake punkt. Kravet til de mekaniske egenskapene er dermed større uten at det foreligger nærmere kvalitetskriterier.

Alkaliløselig kiselsyre i kvartskrystaller kan reagere med sementlimet og føre til oppsprekking og volum-ekspansjon i betong. I de seinere år er det påvist skadelige alkalireaksjoner (AR) i flere betongkonstruksjoner her til lands. Den kjemiske reaksjonen er svært langsom og finner kun sted under ugunstige betingelser med høy fuktighet og temperaturpåkjenninger som f.eks. i broer og damkonstruksjoner. Skader oppdages gjerne ikke før etter 15 til 20 år. De skadelige reaksjonene kan knyttes til bergarter som lavmetamorf rhyolitt, sandstein, fyllitt, gråvakke og myloritt.



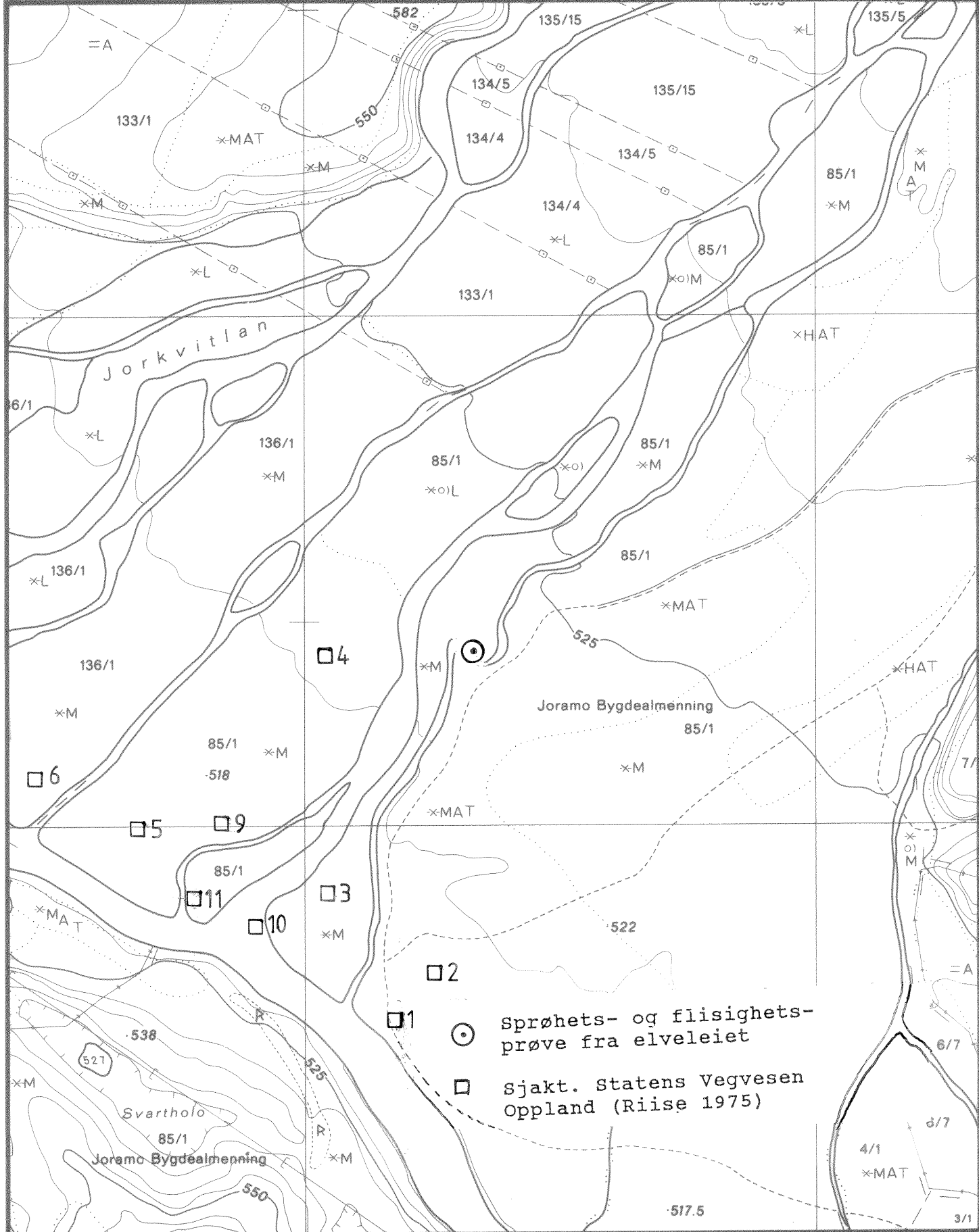
 Større sand- og grusforekomst
 Prøve tatt i elveleie/elvebredd

OVERSIKT OVER LOKALITETENE	MÅLESTOKK	MÅLT	JAS.-91
	1:50 000	TEGN	JAS.-92
		TRAC	AF.-92
	KFR	JAS.-92	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR.	
	92.207 - 01	1419-2, 1519-3 1718-4, 1618-1	



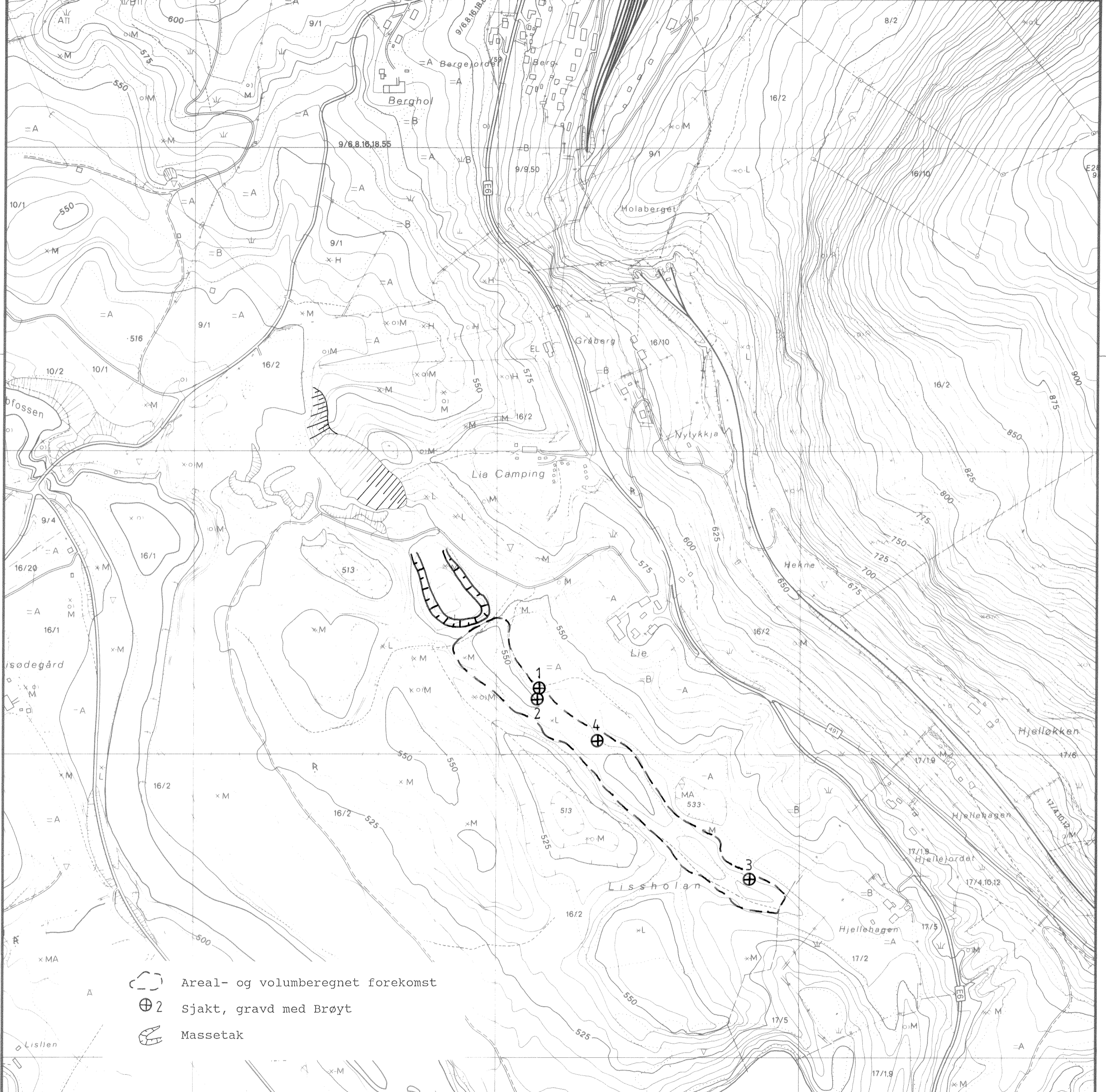
ILKA




MÅLESTOKK 1: 5000	MÅLT	JAS.-91
	TEGN	JAS.-92
	TRAC	AF. -92
	KFR.	JAS.-92



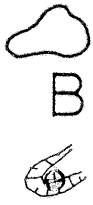
JORA

MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT	JAS-91
	TEGN	JAS-92
	TRAC	A.F.-92
	KFR.	JAS-92

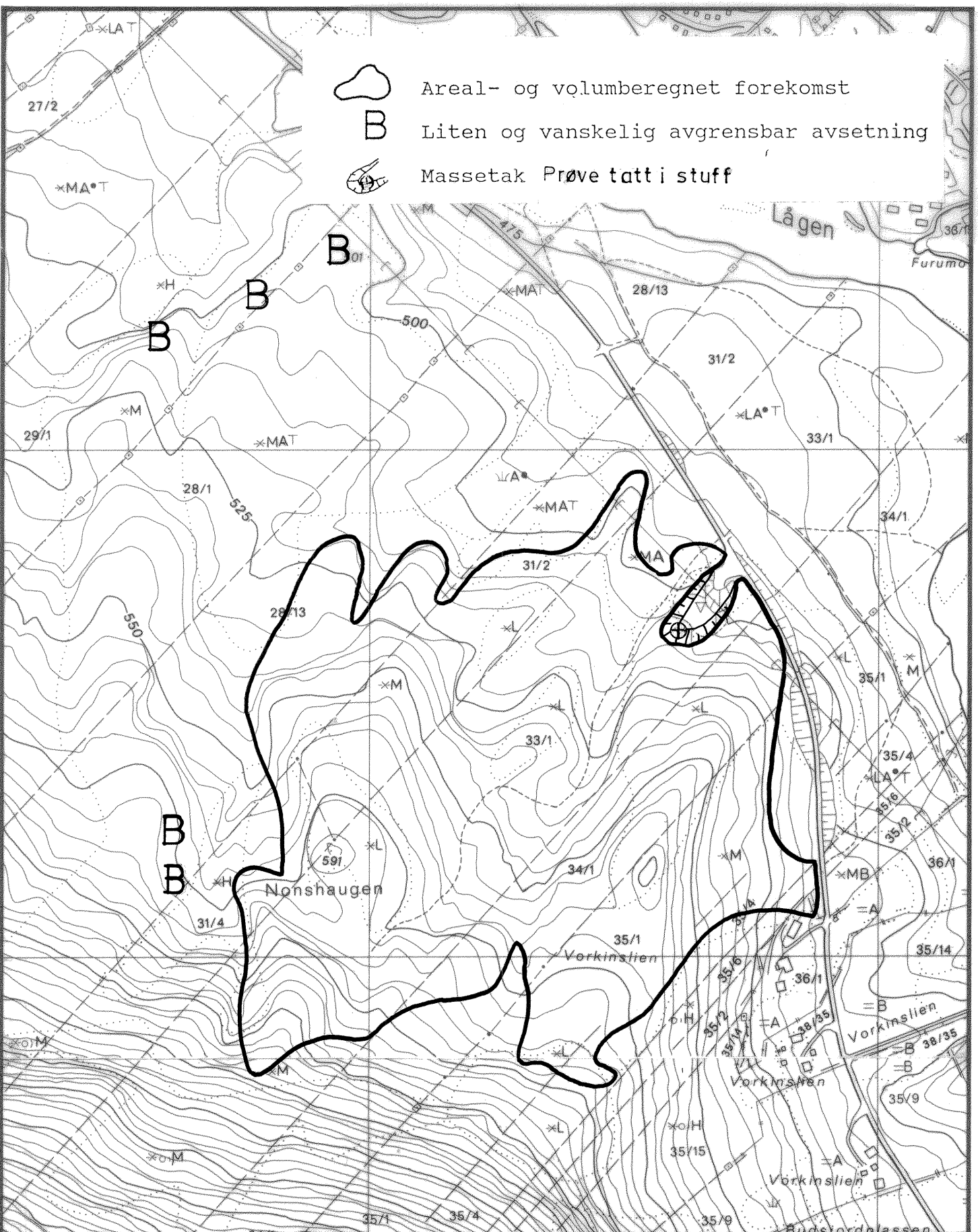


-  Areal- og volumberegnet forekomst
-  2 Sjakt, gravd med Brøyt
-  Massetak

LIE	MÅLESTOKK	MÅLT	JAS.-91
	1: 5000	TEGN	JAS.-92
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TRAC	AF.-92
		KFR.	JAS.-92
	TEGNING NR	KARTBLAD NR.	
	92.207-04		



Areal- og volumberegnet forekomst
 Liten og vanskelig avgrensbar avsetning
 Massetak Prøve tatt i stoff










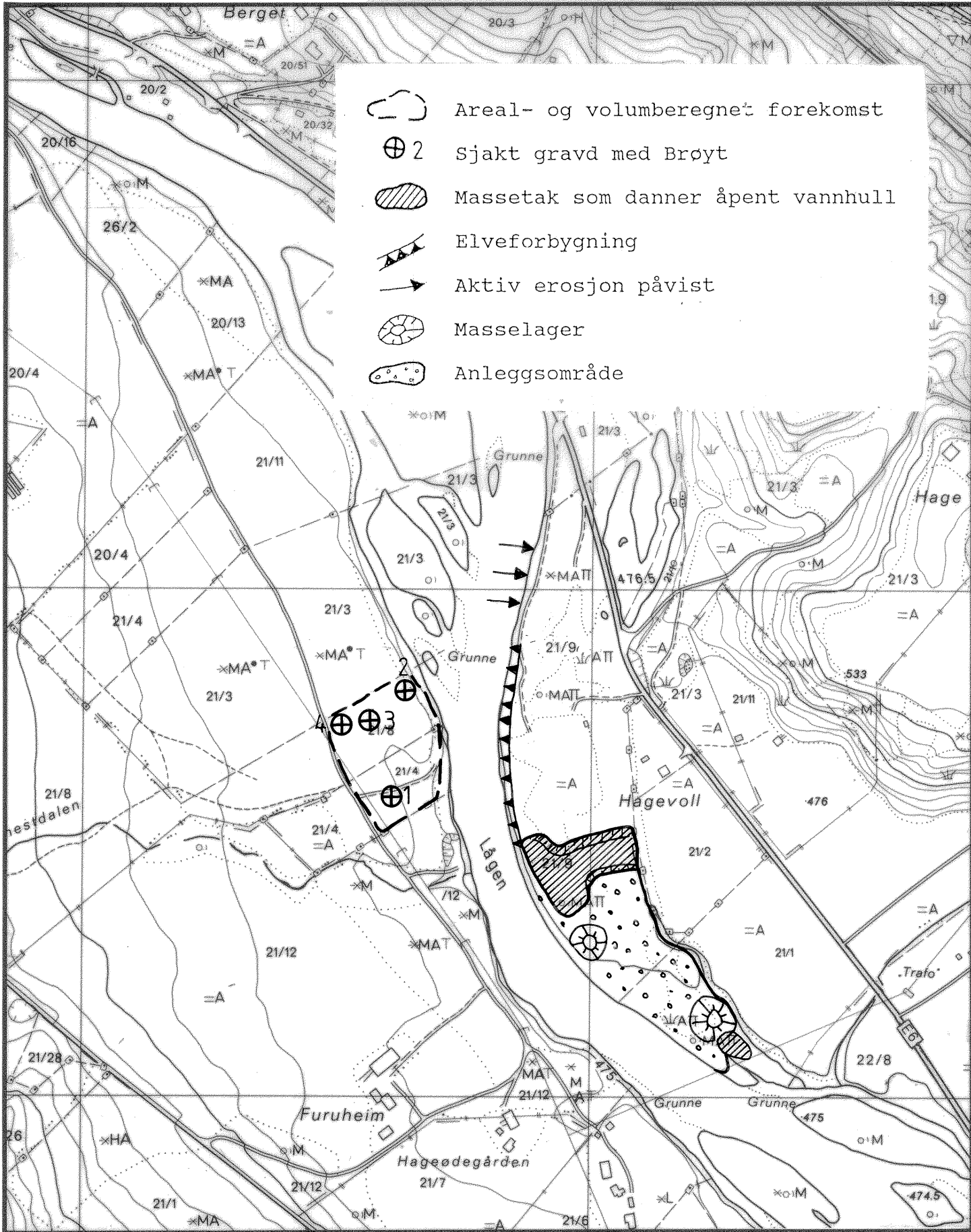
VORKINSLIEN

MÅLESTOKK 1: 5000	MÅLT	JAS.-91
	TEGN	JAS.-92
	TRAC	AF.-92
	KFR.	JAS.-92

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR. 92.207-05
 KARTBLAD NR. BU 094-5-4
 BU 093-5-2

-  Areal- og volumberegnet forekomst
-  Sjakt gravd med Brøyt
-  Massetak som danner åpent vannhull
-  Elveforbygning
-  Aktiv erosjon påvist
-  Masselager
-  Anleggsområde



FURUHEIM - HAGEVOLL

MÅLESTOKK 1: 5000	MÅLT	JAS.-91
	TEGN	JAS.-92
	TRAC	AF - 92
	KFR.	JAS-92