

**Intern rapport
nr. 817**

**Brukbarhet av masser til oppbygging
av vegfyllinger**

November 1976

Veglaboratoriet

Intern rapport

nr. 817

Gruppe: B

BRUKBARHET AV MASSER TIL OPPBYGGING
AV VEGFYLLINGER

Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Gaustadalleen 25, Postboks 8109 Dep., Oslo 1. Tlf. (02) 46 69 60



Veglaboratoriets Interne rapporter omfatter utredninger, forskningsresultater, studiebesøk, forslag til retningslinjer, foredrag og kurskompendier.

Rapportene er delt i to grupper:

- B: For bruk innen Statens Vegvesen
- C: For fri distribusjon

Innholdet eller deler av det må ikke publiseres videre uten tillatelse fra Veglaboratoriet.

prosjekt/oppdrag: P-230

seksjon: Geoteknisk

saksbehandler: Håvard Østlid

/TRO

dato: November 1976



VEGLABORATORIET

rapportsammendrag

INTERN RAPPORT

nr. 817

*) 111A: N = ny
O = oppdatert*) 421A: FoU = forskning og utvikling
F = forskrifter/normaler
K = konferansedrag
A = artikkel

111	A	Rapportstatus*) N	Seksjon 47	Prosjekt P-230	Gruppe: B	INTERN RAPPORT nr. 817				
1	2	3	4	5	21	31	41	51	61	71
TITTEL	212	A	BRUKBARHET AV MASSER TIL OPPBYGGING AV VEGFYLLINGER							
SAKS-BEHANDLER	221	A	Navn			Institusjon				
	B									
	C									
RAPPORT DATA	421	A	Rapporttype**) FoU	Dato	1.11.76		Norsk	Rapport nr. 817		
	B	Totalt sidetall			52		Språk			
	C	Antall fotos	Ant. figurer	Ant. tabeller	9		Ant. litt.henv.	6		
	D	Sammendrag i andre språk								
SAMMENDRAG	511	A	Rapporten omhandler forskjellige massers brukbarhet til oppbygging av fyllinger.							
FAG-OMR.	611	A	Geoteknikk					IRRD kode	42	
	B									
	C									
NØKKELOD	621	A	Vegfylling				2801			
	B	Komprimering				3686				
	C	Leire				4177				
	D									
	E									
	F									
	G									
	H									

I N N H O L D

1.	INNLEDNING	1
2.	MASSETYPER	2
3.0	BRUKBARHET AV MASSER	2
3.1	Generelt om leirer og mellomjordarter	2
	Leirer , praktiske eksempler	17
	Mellomjordarter , praktiske eksempler	21
3.2	Stabilitet av leire og mellomjordarter	23
3.3	Setninger	25
3.4	Kriterier på brukbarhet av masser	25
	Anleggstekniske problemer	27
4.	KONKLUSJONER	28

VEDLEGG

Fig.	1 - 6	Atterbergs grenser og korngraderinger for fyllingsmaterialer	29
"	7	Grensekurve for godkjenning av komprimering	35
"	8	Andeler vann , luft og fast stoff av komprimert leire	36
"	8a -10	Data fra fyllinger	37
"	11	Mineralogisk analyse av leire	44
"	12	Liste over symboler	45

III

BRUKBARHET AV MASSER TIL OPPBYGGING AV VEGFYLLINGER

1. INNLEDNING

De stadig minskende resurser av grus og sand gjør det nødvendig å finne andre materialer som kan brukes til oppbygging av vegfyllinger.

Tidligere ble materialer som viste seg vanskelige å håndtere anleggsteknisk, vraket og kjørt til fyllplasser, ofte med tilleggsutgifter for legging av rør eller kulverter.

I de senere år har interessen øket betraktelig, når det gjelder bruken av slike masser da de økonomiske fordelene er både store og åpenbare. Første stadium i denne utviklingen ble basert mere på prøving, feiling og tidligere erfaringer, et videre stadium i denne utviklingen er nå i sin startfase.

Det som skal diskuteres i denne rapporten er muligheten for å koble de praktiske erfaringene som er gjort i tidligere år sammen med kjente faktorer i geoteknikk, og på den måten innordne dette i et geoteknisk system. Et slikt opplegg vil kunne gi som resultat at geotekniske undersøkelser vil dekke området fra teoretiske beregninger omkring bæreevne, setninger og stabilitet, til og med beregninger om massenes oppførsel i en anleggsteknisk sammenheng.

En slik målsetting er ideell og vil ikke bli oppfylt i denne rapporten, men hensikten er å oppnå en start i en utvikling som har en klar målsetting.

2. MASSETYPER

Massene som skal behandles her gjelder fra og med fin sand til og med leirer av forskjellige korngraderinger.

I vedlegget er området av de korngraderinger som er aktuelle skravert. Fig. 1.

Massene deles inn etter korngradering og innenfor hver gradering er det forsøkt opprettet forskjellige klasser, i hovedsak basert på vanninnhold. De forskjellige anleggstekniske egenskaper diskuteres så for hver klasse så langt disse er kjent.

En viktig ting ved korngraderinger er at selv små endringer i % andel av de finere fraksjoner kan gjøre store utslag i massenes anleggstekniske egenskaper.

3.0 BRUKBARHET AV MASSER

3.1. Generelt om leirer og mellomjordarter.

Et materiales bæreevne er en sentral faktor når det gjelder brukbarhet. Materialene må kunne bære utstyret som brukes til komprimering, slik at overflaten blir jevn og tett. Rett etter utlegging er materialene minst bæredyktige på grunn av at de har lave og ujevne romvekter. Etterhvert som romvektene øker med komprimeringen, øker også bæreevnen.

Dette skulle peke hen i mot at like etter utlegging skulle det brukes utstyr med lavt grunntrykk, for eksempel lett dozer med brede belter, for så senere å bruke tyngre utstyr med høyere grunntrykk for å øke komprimeringseffekten, for

eksempel tyngre dozere eller gummihjulsutstyr som har høye marktrykk.

Dette viser seg da også å være riktig i praksis.

En slik teknikk medfører imidlertid at det må være to typer maskiner på en fylling, en maskin med lavt grunntrykk og en med høyt. Ut fra økonomiske betraktninger er dette lite ønskelig, men i noen tilfelle er det nødvendig for å få utnyttet massene som fyllingsmateriale.

A. Leirer

Tørrskorpeleire er blitt anvendt til vegfyllinger i stadig økende omfang i de senere år. Disse leirtypene er behandlet i Intern rapport nr. 683 og eventuelle interesserte lesere henvises til denne.

B. Mellomjordarter

Generell geoteknisk forskning har en utpreget tendens til å dele jordartene inn i to hovedgrupper, friksjonsjordarter og kohesjonsjordarter.

Denne inndeling blir foretatt fordi mellomjordartene er vanskelige å drive forsøk med da variasjonen i geotekniske egenskaper er svært stor og ikke uten videre kan henføres til friksjons- eller kohesjons- fenomenene separat, men er et resultat av en kombinert virkning fra disse fraksjonene.

Resultatet er at mellomjordartene blir forbigått i stillhet i de fleste geotekniske diskusjoner og arbeide ellers.

I praksis gir imidlertid disse massene store anleggstekniske vanskeligheter, ofte må disse massene vrakes helt , og penger og tid går tapt.

For om mulig å danne seg et bilde av de tekniske egenskapene av disse massene skal det i det følgende gis en oversikt over hva som kan anses som kjent om disse massene idag.

- Mellomjordartenes korngradering

Med mellomjordarter skal det her forstås korngradering som går fra middels fin sand (0.6 mm) til området fin silt (0.006 mm). Det er i dette området hvor for eksempel vannømfintligheten er særdeles stor, og følgelig hvor de største anleggstekniske problemene finnes. Det er også i dette området våre kunnskaper om masser er minst.

- Mellomjordartenes utbredelse

I tillegg til de store områder med grusavsetninger i Nannestad - Jessheim -området og langs Glomma fra Kongsvinger og nordover, finnes det lokale innslag av friksjonsmasser nesten overalt. I de samme områdene er det også stor sannsynlighet for at det finnes mellomjordarter og forsåvidt kan det altså sies at slike avsetninger kan påtreffes overalt, og det er bare ganske detaljerte grunnundersøkelser som kan avsløre disse områdene og forekomstene.

Selv om et område består av marine leiravsetninger, må det likevel tas med i beregningen at mellomjordarter kan påtreffes.

- Opplegget i den videre diskusjon

I det følgende skal mellomjordartenes forskjellige egenskaper diskuteres i den utstrekning de er kjent. Det blir lagt vekt på spesielle emner så som:

- Vannømfintlighet
- Komprimeringsegenskaper
- Permeabilitet
- Kappillaritet
- Poretrykksendringer

Hensikten er å systematisere våre kunnskaper om masse-typer som enten gir spesielle anleggstekniske problemer og eller er kostbare i bruk.

A. Vannets virkning på mellomjordartene

a) Karakteristiske trekk ved mellomjordartene.

Som tidligere nevnt faller mellomjordartene så å si "mellom to stoler", de har verken utpregede kohesjons- eller friksjons- egenskaper, men viser en sammenblanding av disse egenskapene. Dette gjør disse jordartene vanskelige som diskusjons-tema og lite tiltrekkende for mange som forskningsobjekter.

I praktisk bruk av disse massene er det ett forhold som er særlig iøyenfallende og det er vannømfintligheten. Ved utgraving kan massene virke lette å ha med å gjøre, men ved utlegging og påfølgende komprimering kan det vise seg nesten umulig å trafikere overflaten. Enten virker det som om bæreevnen er blitt praktisk talt borte eller så resulterer komprimeringen bare i at hele området blir "dissete".

For å forklare disse fenomener er det nødvendig å se litt på fysikken og kjemien innblandet i disse massene. Nedenfor er det vist et diagram som framstiller krefter mellom de enkelte korn i en jordart og hvordan disse krefter er avhengige av kornstørrelsen.

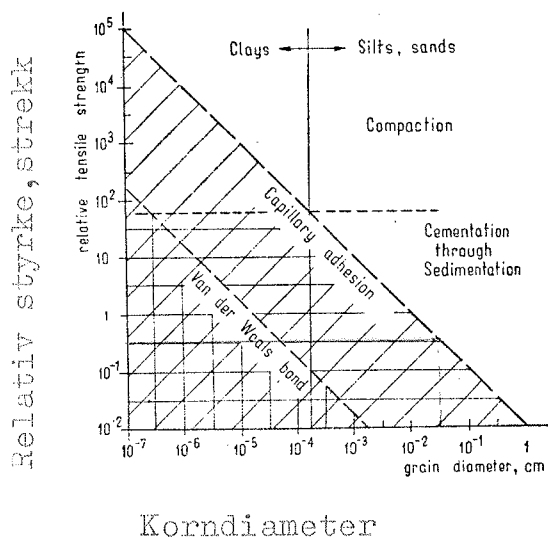


Fig. 1. Effekt av krefter mellom de enkelte korn på styrken avhengig av kornstørrelsen.

Det er etter hvert blitt vanlig i geoteknikk å skille mellom kjemiske og fysiske bindinger mellom

de enkelte mineralpartikler. Virkningen ansees å være kjemisk hvis den intermolekylære avstand er mindre enn 3 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm}$) og fysisk hvis avstanden er større. Til de kjemiske bindinger hører de sterke ionebindingene og kovalente bindingene, og de langt svakere hydrogen- og hydroksylbindingene.

De fenomener som foregår på overflaten av så store korn som det er tale om for mellomjordartene er i hovedsak av fysisk karakter og foregår direkte mellom partikkeloverflaten og vann som helt eller delvis dekker hver enkelt partikkel.

Som vist på Fig. 1. kan det utledes at det for partikler av silt størrelse og oppover er det bare kapillære krefter som gir jordarten styrke. Disse kreftene er igjen avhengige av vanninnhold og porestørrelsen mellom hvert korn i jordarten, jo mindre radius vannoverflaten har ved hvert kontaktpunkt mellom kornene jo større er kapillærspenningen. Kapillærspenningen er en effektivspenning som står i direkte sammenheng med jordartenes skjærfasthet. Eksempel: Beregning av kapillærspenning

R_c = radius av vannoverflate mellom korn

T_s = strekkspenning langs kurvaturen

Overflatespenning av vann ved normal temperatur

settes = 75 dyn/cm

Kapillærspenning $P_c = \frac{2 T_s}{R_c}$

Utgangspunkt: Leire med korndiametre 0.5 micron, åpning mellom hvert korn 0.2 micron og radius på kurve mellom kornene 0.1 micron. Dette er en helt mulig kombinasjon i praksis.

$$p_e = \frac{2 \cdot 75/980}{10^{-5}} = \underline{15000 \text{ g/cm}^2}$$

Utgangspunkt: Silt med korndiametre 6 micron,
 åpning 3 micron, kurveradius
 1.5 micron.

$$p_e = \frac{2 \cdot 75/980}{10^{-4}} = \underline{1500 \text{ g/cm}^2}$$

Den praktiske virkning av kapillærspenningene kan studeres ved å se på en leirsylinder som gradvis tørker ut. Etter hvert som uttørkingen går sin gang skjer det en volumminsking og til slutt er et punkt nådd hvor volumet ikke lenger forandrer seg og leiren virker tørr og svært hard. Denne grensen blir kalt krypegrensen for leiren og hvis beregnings-eksemplet vist ovenfor er representativt, er denne leiren påvirket av en spenning lik 15 T/m^2 . Størrelsen av denne spenningen stemmer bra med hva som ville være nødvendig av spenning for å produsere samme poreteall ved krypegrensen av denne leiren. (D.W. Taylor 1966).

Det som kompliserer bildet for mellomjordartene er at det ikke er klart på hvilken måte forskjellige graderinger av kornstørrelser virker sammen, men det er klart at denne mekanismen er i funksjon i praksis også i disse massetyperne.

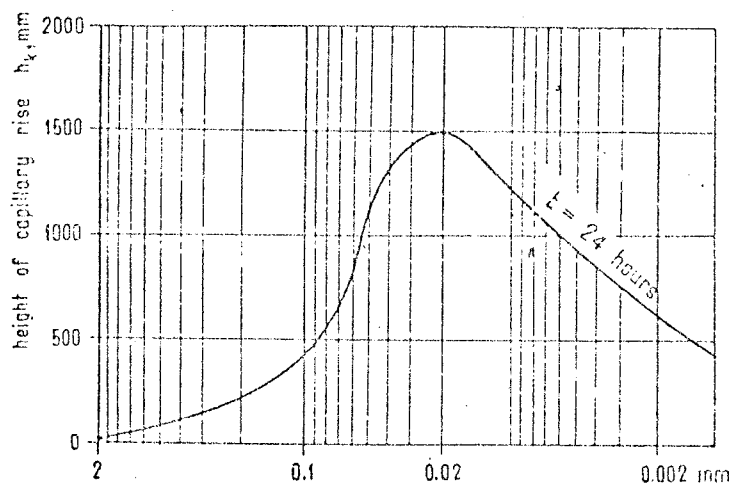
Det er tydelig at porestørrelsen av slike (kanskje alle?) er av stor betydning for den rent mekaniske oppførselen av massene, og det er naturlig å tenke på permeabiliteten av massene som en viktig faktor.

Mellomjordartene er karakterisert ved at permeabiliteten er høy nok til å tillate kapillær transport av vann og lav nok til at vann ikke kan slippe vekk under kortvarige belastninger. Dette har avgjørende betydning i praktisk bruk av disse massene. Under statisk belastning vil massene dreneres ganske hurtig og setninger i slike masser er over på forholdsvis kort tid, mens under en dynamisk påkjenning fra komprimeringsutstyr eller fra vanlige anleggsmaskiner, vil resultatet være en økning i poretrykk i massene og elastiske deformasjoner. Disse elastiske deformasjonene er et resultat av blant annet luft som er eller blir innestengt i massene. Etter hvert som komprimeringen går videre øker den tørre romvekten av massene, poretallet synker og permeabiliteten avtar, og til slutt nåes et punkt hvor all energi fra komprimeringen tas opp som poretrykk og ytterligere komprimering er nytteløs. Fortsettes komprimeringen utover dette punkt, kan det føre til at det oppstår grunnbrudd under hjul eller vals, og massene blir ubrukbare til vegfylling.

Denne oppførselen som er beskrevet på foregående side er et resultat av jordartens kornstørrelser, og indentifikasjon av disse jordartene skulle således være ganske enkel. Imidlertid er dette ikke enkelt i praksis, for det første er det sannsynlig at fordelingen av de forskjellige kornstørrelser spiller en stor rolle, videre hvor mye luft som låses inn i massene under komprimering, det naturlige vanninnhold o.s.v. Som på andre områder innen komprimering av masser er på dette området bare utført beskjedne forskningsinnsats, dette kan virke noe underlig når man tenker på de enorme summer som brukes på jordarbeider.

Som tidligere nevnt spiller kapillariteten og permeabiliteten en avgjørende rolle i disse massene og vi skal gå litt nærmere inn på disse begrepene.

Nedenfor er det vist en tabell over kapillær stighøyde i forskjellige masser.



Kapillær stighøyde avhengig av kornstørrelser.

Kurven framstiller kapillær stighøyde etter 24 timer, og et markant vendepunkt kan sees ved kornstørrelse 0.02 mm, det vil si på skillet mellom middels og grov silt. Dette betyr for såvidt ingenting annet enn at etter 24 timer er ikke vanntransporten rask nok i finere masser, mens den kapillære stighøyde er selvsagt høyere jo finere massene er hvis tiden forlenges tilstrekkelig.

Det er ikke umulig at kriteriet for brukbarhet av disse massene har noe til felles med våre telefarlighetskriterier. Massene har evne til å transportere vann mot tyngdekraftens retning og tilføre en frostsone stadig nye vannmengder for utfrysing. Det er sannsynlig at tidsfaktoren kommer inn her

da fryseprosessen tar lang tid, mens den tid det er tale om for å gi komprimeringsproblemene som ble nevnt er betydelig kortere. I det siste tilfelle er det også tale om permeabilitet, men denne må være nær knyttet til kapillariteten av massene.

B. Komprimering av mellomjordartene.

I de senere år er det kommet en stor del litteratur om komprimering. Det er imidlertid typisk at diskusjonene og forskjellige prøver av dette nye utstyret igjen konsentrerer seg om to jordartsgrupper, de kohesive jordartene på den ene siden og friksjonsjordartene på den andre siden. Mellomjordartene synes å falle mellom "to stoler". Like fullt skal det her forsøkes å gå i noen detalj om komprimeringen av slike masser, og diskusjonen deles opp under følgende stikkord:

- Kort komprimeringsteori
- Grunnleggende egenskaper ved mellomjordartene
- Vanninnhold ved komprimering
- Komprimeringsutstyr
- Spesifikasjoner for komprimering
- Kontroll av komprimering

1. Kort komprimeringsteori.

Overskriften kan virke noe misvisende da det ikke finnes noen egentlig teori i komprimering, kunnskapene stammer fra observerte fenomener under forskjellige forhold i praksis og i laboratoriene. Imidlertid dukker det nå og da opp artikler som forsøker å få innført et system i denne problematikken, men opp til i dag kan ikke komprimering sies å være representert av en bestemt teori.

Det som synes å være klart er følgende:

Brukes det ett bestemt komprimeringsutstyr, massene er homogene og lagtykkelsene er de samme, eksisterer det et bestemt vanninnhold hvor den høyeste tørre romvekt oppnås i dette spesielle tilfelle. Dette vanninnholdet kalles det optimale vanninnhold. Det er meget viktig å ha klart for seg at dette ikke er en materialegenskap, men et resultat av den spesielle metoden som er brukt for komprimeringen, og enkelte andre tekniske årsaker. Det er også viktig å være klar over at den laboratoriemessige bestemmelse av det optimale vanninnhold er et laboratorieresultat og ikke uten videre kan overføres til det aktuelle tilfelle.

Det man forsøker å gjøre i laboratoriet er å etterlikne forholdene i marken mest mulig, det vil si både det komprimeringsutstyret som skal brukes, tykkelsen av de utlagte lag og ikke minst, prøvene skal utføres på materialer som skal brukes i praksis. Dette siste er et særdeles viktig punkt da massetyperne kan skifte ganske hurtig i en skjæring, hvis da komprimeringsforsøkene er utført på helt andre masser, er de av bare mindre verdi.

Komprimering går altså ut på å frambringe et materiale som har en bestemt minimums verdi for tørr romvekt. Grunnen til dette kravet er jo høyere tørr romvekt, desto høyere skjærfasthet, mindre setninger o.s.v. Komprimering av mellomjordarter vil være å få forskjellige korn til å gli over og på siden av hverandre og gradvis fylle tilgjengelige hulrom slik at en stadig tettere pakning oppnås.

Hvis disse hulrom er fylt med luft, vil en slik partikelforskyvning skje lettere enn hvis hulrommet er fylt

med vann. Etter som hulrommene blir mindre og mindre minsker jordartens evne til å slippe gjennom vann, og til slutt vil en stor del av vekten av komprimeringsutstyret bli overført som poretrykk. Det er klart at dette er et tidsavhengig fenomen, ved hurtig pålasting av en jordart får ikke vannet tid til å unnslippe hvis den påfølgende avlasting er hurtig nok, og resultatet er bare en midlertidig økning i poretrykk uten noen komprimeringseffekt. En pålasting av lengre varighet vil resultere i en reell komprimering av jordarten, og ved en etterfølgende avlasting vil det netto resultat bli en faktisk økning i tørr romvekt av jordarten.

Sett på denne måten er forbelastning og komprimering et middel til å øke den tørre romvekten av materialene, forskjellen ligger i tiden disse to metodene får virke, men begge metoder resulterer i lavere poretalls-verdier for jordarten.

Lavere permeabilitet med økende komprimeringsgrad er sannsynligvis et sentralt punkt ved mellomjordartene, økende poretrykk både i vannfylte og luftfylte porer gir praktiske problemer som store, delvis elastiske deformasjoner under komprimeringsutstyret og nedsatt bæreevne av selve grunnen.

Ved komprimering av mellomjordarter resulterer ikke omrøringen av jordarten i de største problemene da disse massene praktisk talt ikke er sensitive i vanlig forstand.

Det er vann og luftfylte porer og bæreevne som er det altoverskyggende problem ved disse jordarter.

Det er ett spesielt problem som bør nevnes når det gjelder disse massene, og det er komprimering ved lavt vann-

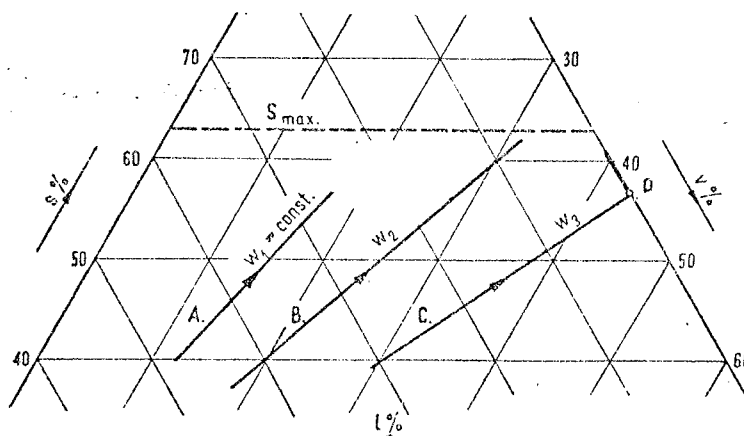
innhold. Med lavt vanninnhold menes her flere % under Proctor optimalt vanninnhold.

Komprimering av disse massene på den tørre siden av optimum kan gi massene en svært åpen struktur, det vil si at poretallet vil være høyt. Hvis disse massene senere blir utsatt for vann og porene blir vannfylte, er disse massene i en tilstand hvor for eksempel vibrasjoner, små rystelser eller plutselige belastninger kan føre til plutselige volumendringer. Forsøker massene og endre volum og alle porer er vannfylte, blir resultatet utrasing hvor massene oppfører seg som en tyktflytende væske og faktisk renner vekk som en elv.

Det bør således utvises forsiktighet med å komprimere disse massene på den tørre siden av det optimale vanninnhold, spesielt hvis det er muligheter for vanntilførsel på et senere tidspunkt.

Ensgraderte masser oppviser også flere optimale vanninnhold, det vil si at ved svært lave vanninnhold kan det oppnås høye tørre romvekter. Dette gjør det fristende å komprimere disse massene tørrest mulig, men som nevnt ovenfor må det utvises forsiktighet.

2. Grunnleggende egenskaper ved mellomjordartene.



Som nevnt innledningsvis skilles mellomjordartene her ved korngraderinger fra fin silt, 0.006 mm til middels fin sand, 0,6 mm, og kornformen innenfor dette området varierer fra kubisk til plate-form, avhengig av hvilket modermateriale de stammer fra og hvilke kjemiske og fysiske virkninger kornene har vært utsatt for.

På figuren ovenfor er komprimeringsforløpet for en mellomjordart med forskjellig vanninnhold vist.

Jordart representert ved linje A:

Utføres komprimeringen på et relativt tørt materiale, kan det godt oppnås høye romvekter, men jordarten er ikke mettet med vann, det vil si at porene både er fylt med vann og luft. Deformasjoner i denne jordarten vil hovedsakelig være av elastisk natur.

Jordarter som er komprimert på denne måten kan ha svært høye sugekrefter avhengig av den dominerende kornstørrelsen. I de tilfelle hvor komprimeringen gir lavere rom-

vekter enn S_{max} , som vist på figuren, kan senere vannopptak forårsake hurtige volumendringer som kan skade fundamenter eller kanskje forårsake utrasing av for eksempel en fylling. Det er også en mulighet for at slike masser kan forsøke å øke sitt volum ved vannopptak, dette vil for eksempel kunne føre til økende spenninger bak støttemurer.

Jordart representert ved linje B:

Ved komprimering rundt det optimale vanninnhold vil jordarten etter hvert tape sitt innhold av luft og gradvis nærme seg en mettete tilstand, selv om ikke all luft blir drevet ut.

Jordart representert ved linje C:

Ved komprimering ved vesentlig høyere vanninnhold enn det optimale blir jordarten mettete før maksimal romvekt, og om høyere romvekt er ønskelig, kan dette bare oppnås ved å fordrive vann, altså en konsolidering. Dette vil bare unntaksvis være mulig ved komprimering, på grunn av relativt lav permeabilitet må en belastning være av en viss varighet selv om tiden vil være vesentlig kortere enn ved konsolidering av leirer.

3. Vanninnhold ved komprimering.

Som beskrevet under punkt 2., kan maksimal romvekt oppnås selv om ikke vanninnholdet er optimalt, når massene er tørre kan dette oppnås ved å øke komprimeringsarbeidet, er massene på den våte siden, kan dette oppnås ved konsolidering. Det er viktig å være klar over at det er et økonomisk spørsmål på hvilken måte man vil oppnå tilstrekkelig høy romvekt. Imidlertid kan det i alminnelighet antas at kostnadene er lavest ved komprimering rundt det optimale vanninnhold.

4. Spesifikasjoner for komprimering

Vanligvis utføres det i dag St.Proctor på de aktuelle massene, og komprimeringskravet gis som en viss prosentdel av verdiene som blir oppnådd.

Vanskelighetene her ligger i at det til stadighet må kjøres tid- og arbeidskrevende Proctorserier fordi massene kan skifte temmelig ofte.

Det er allikevel ikke lett å finne noen annen metode som er enklere og bedre kjent enn Proctor, og de metoder som man har oversikt over i dag betinger alle en eller annen form for måling. Den enkleste av alle metodene er utvilsomt å spesifisere ett bestemt komprimeringsutstyr og antall overfarer, men når massene veksler, må man også her utføre nye forsøk.

Det er et stort behov for hurtige og enkle metoder for kontroll av komprimering, da det er overveiende sannsynlig at en stor del av kontrollen i dag er tilfeldig og for en stor del feilaktig fordi verdiene man går ut fra stammer fra masser som ikke er representative.

5. Komprimeringsutstyr

Dette er et meget vanskelig punkt når det gjelder mellomjordarter. Det er vanligvis akseptert at vibrouststyr har størst effekt på friksjonsjordarter, og dette er nok riktig, men selv om en mellomjordart kanskje faller under begrepet friksjonsjordart, er det ikke på noen måte sikkert at vibrouststyr er mest effektivt i et hvert tilfelle.

Foreløpig ser det ut for at man står på det stadium at alt er mulig, men bare prøver på den aktuelle jordarten kan gi noe svar. På enkelte jordarter er det i alle fall klart at komprimering med gummi hjul er svært effektivt.

6. Komprimeringskontroll

Kontroll av komprimering er gjennomgått i detalj i en annen rapport, her skal bare nevnes at det er sterkt ønskelig at radiometriske metoder nå kommer over barne-sykdommene og kan tas i bruk som et normalt kontrollutstyr. Det er åpenbare fordeler både praktisk og økonomisk, dessuten vil det være av en viss betydning å få større datamengder å arbeide med, og store datamengder kan disse metodene gi oss.

3.1.1. Leirer, praktiske eksempler

Leirer med høy bæreevne, lavt vanninnhold.

Leirer med vanninnhold \leq optimalt vanninnhold.

Disse massene gir problemer i komprimeringen fordi bæreevnen er for høy!

Med andre ord, leiren er så fast, og klumpene som danner seg ved uttak er så harde at det er vanskelig å knuse disse ned. Resultatet er at materialet etter komprimering er svært porøst og inneholder for mye luft. Da det er luftrom, er det også plass til vann, og en tørr fast leire som blir tilført vann kan bli svært ustabil og for eksempel gi store og hurtige setninger.

For å sette dette i perspektiv kan en tenke seg en høy leirfylling lagt opp av slik tørr leire. Arbeidet blir gjort om sommeren og været etter utlegging er fint med lite nedbør.

Så kommer vinteren, og vann kan ikke gjøre særlig skade, for det fryser jo til is.

Neste vårløsning kan imidlertid gi rik anledning for fyllingen til å ta opp vann og da begynner det å skje ting. Først begynner fyllingen å sette seg ganske hurtig på grunn av at det tilførte vannet "låser opp" bindingene mellom kornene eller klumpene, så kan det etterhvert begynne å utvikle seg positive poretrykk i nedre del av fyllingen, kanskje store nok til at fyllingen glir ut. Som man ser er utlegging av tørre leirer forbundet med en viss risiko, denne risikoen minskes betraktelig ved vel utført komprimering, ganske enkelt ved at det ikke blir plass til særlig vannopptak.

For å oppnå tilfredsstillende komprimering av slike masser, må det enten benyttes piggvalser eller aller best, tunge gummi-hjulskoveler med kraftig dekk-mønster. Det man oppnår med disse maskinene er god nedknusning av klumper og en tett pakking av materialet. Piggvalser gir utvilsomt gode resultater når det gjelder komprimering, men har den ulempen at de etterlater seg hull i overflaten av materialene. Ved nedbør fylles disse hullene med vann, og det tar lang tid før slike vannmengder fordampes. Hvis neste lag legges ut før vannet er borte, bygges vannet inn i fyllingen, og dette kan få helt uanede følger hvis fyllingen er høy.

Komprimering med gummi-hjulsskovel er også fordelaktig fordi hjulene går ned i alle ujevnheter og sikrer at alt materiale blir komprimert. Slike ujevnheter rettes opp best med en dozer, og videre komprimering

vil gi en plan, tett og fin overflate som har gode egenskaper for vannavrenning.

Gummihjulsshoveler har også høy hjulhastighet og kan dekke en stor fyllingsflate raskt. Bulldozere gir ikke god nok komprimering av slike materialer.

Leirer med middels bæreevne, middels vanninnhold.

Leirer med vanninnhold inntil 5 - 6% over det optimale.

Disse leirene kan komprimeres med bulldozer da de er lette å knuse ned og samtidig ofte har for lav bæreevne for gummihjuls-komprimering. Man skal imidlertid være oppmerksom på at bulldozere mindre enn 15t ikke gir brukbare resultater, 35t og 50t dozere har ofte vist seg godt anvendelige i praksis. Bulldozerbeltet er bygget opp av plater med en griprekke, og hver plate har en leddforbindelse med valseplaten. Gripplaten lager et avtrykk i leiren som gir det karakteristiske bulldozersporet. I det griprekken forlater leiren gjør den en sirkelbevegelse som forårsaker at et rektangulært leirstykke blir revet løs fra underlaget og deretter ligger løst.

I disse sporene og under disse løse leirplatene er det rom for vann, og under nedbør samles vannet akkurat her. En kan forestille seg hvor mye vann det er plass til på en fyllingsflate på for eksempel 100 x 20 m som er blitt trafikkert over alt med dozer.

Det finnes i dag spesielle bulldozerbelter som har et trekantprofil som gripplate, dette trekantprofilet gjør at det ikke blir revet løs leirstykker og følgelig ikke gir så lett anledning til opptak av vann.

Hvis leiren allikevel er oppbløtt tar det lang tid før vannet fordamper.

Alternativer er da enten å legge ut et sandlag eller å fjerne leirelaget. Det er i praksis 10 - 15 cm tykt, så det representerer et lite massetap, men det går jo bort noe tid til å utføre arbeidet.

Ved lengre stopp på slike fyllinger kan det lønne seg å valse over hele fyllingen med en slettvalse. Har man da godt fall for vannavrenning, vil dette minske kapasiteten for vannopptak betraktelig, og et eventuelt arbeide kan starte rett etter at nedbøren har stoppet.

Leirer med lav bæreevne, høyt vanninnhold.

Leirer med vanninnhold større enn 5 - 6% over det optimale.

Slike masser er vanskelige å håndtere med vanlige anleggsmaskiner. Uttak kan skje med gravemaskin, og massene bør dumpes like foran fyllingen. Lette dozere med brede belter må brukes for utlegging og komprimering. Disse massene bør rotes minst mulig opp under alle operasjoner, jo mere de forstyrres dessto dårligere bæreevne får de.

Greier man å få lagt slike masser ut i lag og senere belte over disse, vil som regel den spesifiserte romvekt oppnås. Når spordannelsene blir så store at det er åpenbart at store luftlommer blir innelukket, må oppfyllingen avbrytes. Dette er en vurderingssak og vanskelig å legge spesielle mål på. I det hele tatt er arbeidet med bløte masser vanskelig og krever både erfaring og vilje til å forsøke nye metoder.

Samtidig må man være klar over at det ikke kan arbeides i blinde. Hvis det oppstår tvil med hensyn til bruk av bløte leirer i vegfyllinger, bør de geotekniske konsulentene kontaktes.

Generelt hører en geoteknisk vurdering sammen med bruk av bløte leirer til oppbygging av vegfyllinger.

3.1.2. Praktiske eksempler, mellomjordarter.

Som mellomjordarter regnes fraksjoner som vist i vedlegget, fig. 1a.

Silt kan klassifiseres som en mellomjordart når det gjelder anleggsteknisk oppførsel.

Silt med høyt vanninnhold har praktisk talt ingen bæreevne i det hele tatt og hverken planering eller komprimering kan utføres.

Dette henger sammen med at silt har for liten evne til å slippe vann igjennom. Belastes en silt, tar det lang tid før nok vann er drenert ut, til at bæreevnen øker.

Kortvarige belastninger, som for eksempel passering med et kjøretøy, presser ikke noe vann ut av en silt, og bæreevnen forblir den samme lave som opprinnelig.

For å få brukt slike materialer kan det være verdt å prøve forskjellige metoder:

a) Sandlag

Har man tilgang til sand, kan det legges ut sandlag - siltlag annenhver gang, slik at etter hvert som belastningen øker under oppbygging kan overskuddsvann dreneres ut gjennom de mere åpne sandlagene. Bæreevnen vil da øke i siltlagene etter hvert som belastningen øker.

b) Tørking

I noen tilfelle kan massenes egenskaper forbedres ved at sol og vind reduserer vanninnholdet i massene ved tørking.

Ved grove siltfraksjoner kan nok vann i noen tilfelle fjernes fra massene ved at de legges opp i et lag i skrånende terreng.

Dette forutsetter imidlertid at massene er så gjennomslippelige for vann at vannet virkelig kan renne vekk. Dette kan bare undersøkes ved et praktisk forsøk i marken. Generelt kan det sies at metoden forholdsvis sjelden kan anvendes.

c) Stabilisering

Ved større arbeider kan det tenkes en eller annen form for stabilisering av slike masser med for eksempel sement.

Det kan i slike tilfelle tenkes et system som går ut på at massene freses opp og sement blandes i skjæringene på stedet.

Etter hvert som lagene blir bearbeidet graves de ut og legges i fylling.

Hvorvidt en slik metode skal anvendes vil være et rent økonomisk spørsmål.

3.2. Stabilitet av leire og mellomjordarter.

3.2.1. Leire komprimert i fylling.

Egenstabilitet for fyllinger av komprimert leire er et komplisert problem som hovedsakelig skriver seg fra at stabiliteten av leirfyllingen bare sjelden kan sees på isolert, som regel er det et samvirkeproblem mellom fyllinger og undergrunner.

Disse samvirkeproblemene skal ikke behandles her, her skal bare egenstabiliteten drøftes.

På grunnlag av en serie triaksialforsøk på 10 cm diameter-prøver med forskjellige vanninnhold og romvekter kan det settes opp en tabell over tilhørende a og $tg \phi$ verdier. Intern rapport 683.

Disse parameterne kan så brukes for å beregne stabiliteten overslagsmessig på prosjekteringsstedet når massene som skal brukes er kjent.

Både kort tid og lang tids analyser er utført med forskjellige variasjoner i poretrykket.

Det understrekes at slike beregninger bare er av overslagsmessig art

3.2.2. Mellomjordarter i komprimert fylling

Det er utført så få undersøkelser når det gjelder disse jordartene at det ikke er mye å si om dem.

Noen spesielle forhold skal likevel vies litt oppmerksomhet.

Vanligvis vil en stabilitetsberegning av slike jordarter utføres på a- ϕ basis, i alle fall er vinge-
borresultater fra slike masser lite brukbare.

Et forhold ved disse jordmassene er at en poretrykksfordeling mindre enn hydrostatisk ikke kan aksepteres i noen beregning. Dette er p.g.a. massenes evne til å suge opp vann i store mengder. Disse massene er på den annen side relativt permeable og poretrykk høyere enn rent hydrostatisk er vanskelig å forestille seg på lang sikt.

På kort sikt er det selvsagt fullt mulig å ha en hver kombinasjon av poretrykk både høyere og lavere enn hydrostatisk fordeling.

Som ved alle stabilitetsberegninger er det viktig å se framover i konstruksjonens levetid og forsøke å forestille seg hva som kan skje spesielt når det gjelder poretrykksutvikling.

I byggeperioden kan man støtte seg til beregninger som er gjort under forskjellige utviklinger av poretrykket. Måler man så den faktiske utviklingen i fyllingen, kan man lett få en kontroll ved å sammenligne beregnede og opptredende poretrykk.

Skulle poretrykket bygge seg opp for mye, må man enten vente til verdiene er sunket eller foreta seg et eller annet for å senke poretrykket.

Slike tiltak kan være for eksempel nedsetting av sandbrønner, selv om det i praksis ville bli brukbare i helt spesielle tilfeller.

For den videre konstruksjon av fyllingen vil det være naturlig å minske avstandene mellom sandlagene.

3.3. Setninger

3.3.1. Setninger i komprimert leire

Hvis de vanlige spesifikasjoner for bruk av leire i fyllinger følges, vil setningene i en slik konstruksjon være små. Det kan ikke gis nøyaktige tall for dette, men størrelsen er vanligvis omkring 1 % av fyllingshøyden. I det totale setningsbilde kommer vanligvis det største setningsbidraget fra undergrunnen.

3.3.2. Setninger i mellomjordartene

Her er setningsbildet langt mere komplisert og mindre kjent. I disse materialene kan en også få et litt spesielt fenomen, nemlig kollaps eller momentan-setning ved oppbløting.

Fenomenet skraver seg fra hurtig avtagende effektivspenninger og så høye porevolum at det er plass for volumminskninger.

For beregning av setninger i slike masser brukes i dag vanlige setningsberegninger.

Det er viktig at slike masser blir lagt opp og komprimert til høye nok romveker. Ønskede romveker bestemmes ut fra komprimeringsforsøk (F.eks. Proctor).

3.4. Kriterier på brukbarhet av masser.

Følgende liste av sjekkpunkter kan benyttes når det gjelder brukbarhet av masser til leirfylling.

- a) Stabilitet
- b) Setninger
- c) Erosjon
- d) Anleggstekniske problemer, kontroll
- e) Økonomi, herunder jordbruksplanering

Punkt a og b er behandlet tidligere, punktene c, d og e skal drøftes noe nærmere i det følgende.

Erosjon kan være et problem i alle løsmasser brukt i vegfylling, men det er spesielt stort i forbindelse med mellomjordartene. Disse jordartene er svært ømfintlige for vann og må muligvis overdekkes med en eller annen form for filter. Fyllinger av leire eroderes også av rennende vann, men i mye mindre grad.

Man skal imidlertid være oppmerksom på bekker som renner langs fyllingene, disse kan erodere betydelig over lengre perioder. Den mest permanente løsningen er lukking av bekken (frostfritt !!) eller erosjonsbeskyttelse.

Massenes brukbarhet er ofte i avgjørende grad avhengig av anleggstekniske forhold.

Valg av maskiner og veksling mellom letthåndterlige og vanskelig håndterbare masser må hovedsakelig baseres på erfaring. Kobles dette sammen med et sterkt ønske om å bruke massene, er det utrolig hva som går an i praksis. Begrensningene vil da ofte ligge i rent geotekniske forhold, så som sikkerhet mot utglidninger og setninger. I det følgende er det forsøkt satt opp tabeller over maskiner, bæreevne og andre forhold som antas å gjelde ved bruk av forskjellige masser.

Antagelsene bygger på erfaring gjort i marken og i laboratoriet både her til lands og i andre land.

Tabellene må ikke oppfattes som "riktige" da bare små variasjoner i praksis kan gi helt andre resultater.

Det er imidlertid å håpe at tabellene vil øke forståelsen for at det er en indre sammenheng mellom alle faktorene som er nevnt, som gjør masser brukbare eller ubrukbare til fyllingsoppbygging.

3.4.1. Anleggstekniske problemer

For et bestemt materiale kan udrenert skjærfasthet bestemmes og danne grunnlaget for en beregning av bæreevnen for forskjellige maskiner. Her er tatt et eksempel fra en leire i Akershus fylke, og tabeller og beregninger er utarbeidet for denne. Alle data kan studeres i vedlegget.

Anleggstekniske problemer består først og fremst i for lav bæreevne av massene ved og etter utlegging.

Dette kan avhjelpes ved å bruke utstyr med lavt marktrykk (D^4 har ca. 0.25 kg/cm^2) og forstyrre massene i minst mulig grad. Ved fyllingsarbeider er det siste et viktig punkt, god plan og orden på fyllingen minsker også unødig kjøring og opproting.

Ferdig komprimert fylling må kontrolleres kontinuerlig, slik at det ikke er tvil om hvilke romvekter man har i praksis.

I vedlegget fig. til fig. er det gitt alle tilgjengelige data om leirene som er brukt i eksempelene. Disse data inkluderer korngraderinger , skjærfastheter , vanninnhold , mineralogiske analyser og tabeller som viser stoffandelene i leirene. Dataeksempler fra to forskjellige større motorvegfyllinger er også gitt. Disse fyllingene finnes på E-6 i Akershus fylke.

4. KONKLUSJONER

1. Brukbarhet av masser til oppbygging av leirfyllinger må vurderes ut fra tre hovedhensyn :
 - a) Om det er geoteknisk forsvarlig
 - b) Om det er anleggsteknisk mulig
 - c) Om det er økonomisk riktig

2. Bruk av leirmaterialer i fyllinger som kan karakteriseres som høye , eks. > 8 - 10 m , krever spesialisert personell både i prosjektering og i utførelse.

3. Under konstruksjon av høye fyllinger må det være løpende og god kontakt mellom geoteknisk konsulent og geoteknisk anleggskontroll.

4. Etter større fyllingsarbeider , eks. > 100000 m³, bør det alltid skrives en sluttrapport om arbeidene av den geotekniske anleggskontrollen.

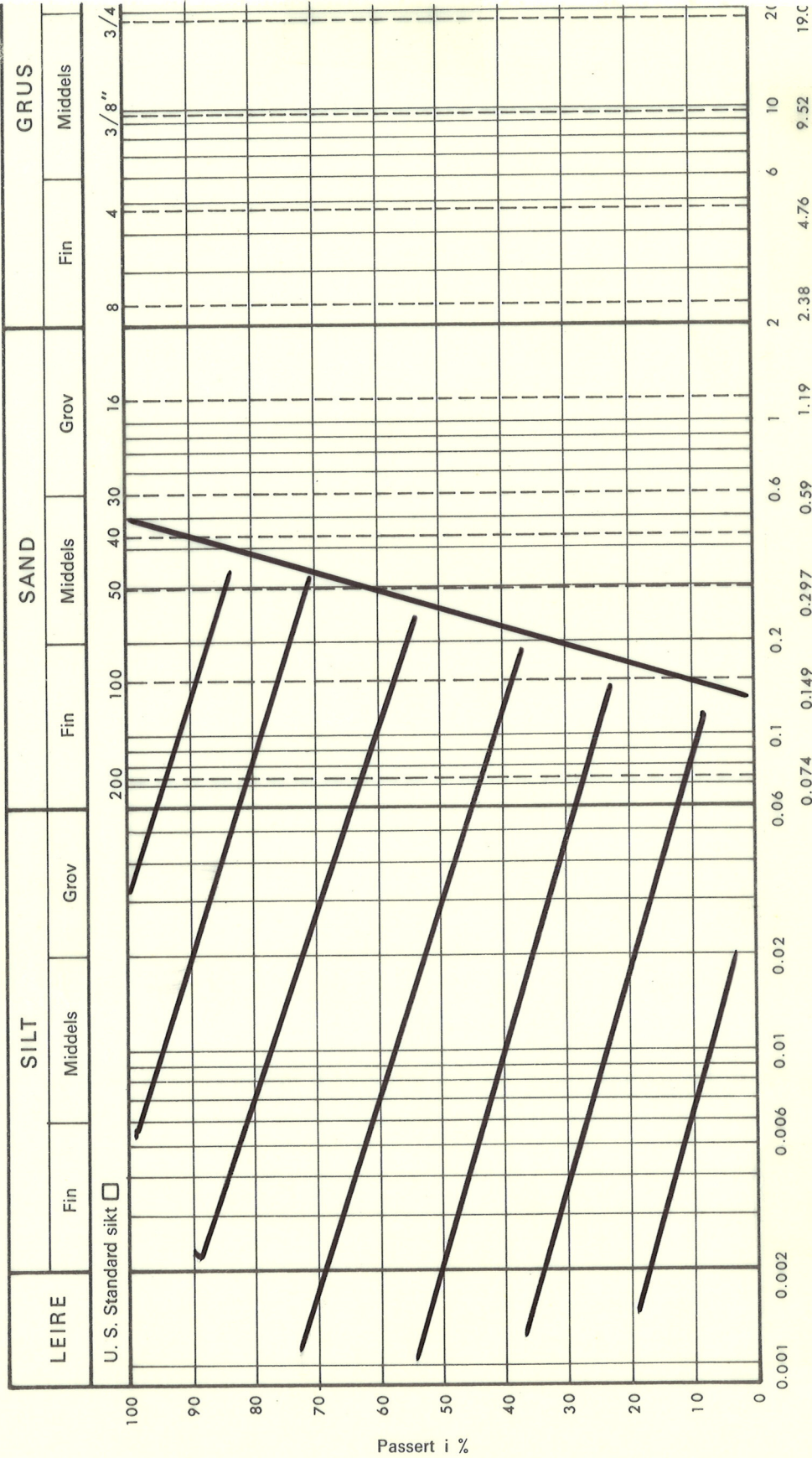


Fig. 1 Korngraderinger innenfor skraveringen danner grensen for materialer behandlet i denne rapporten.

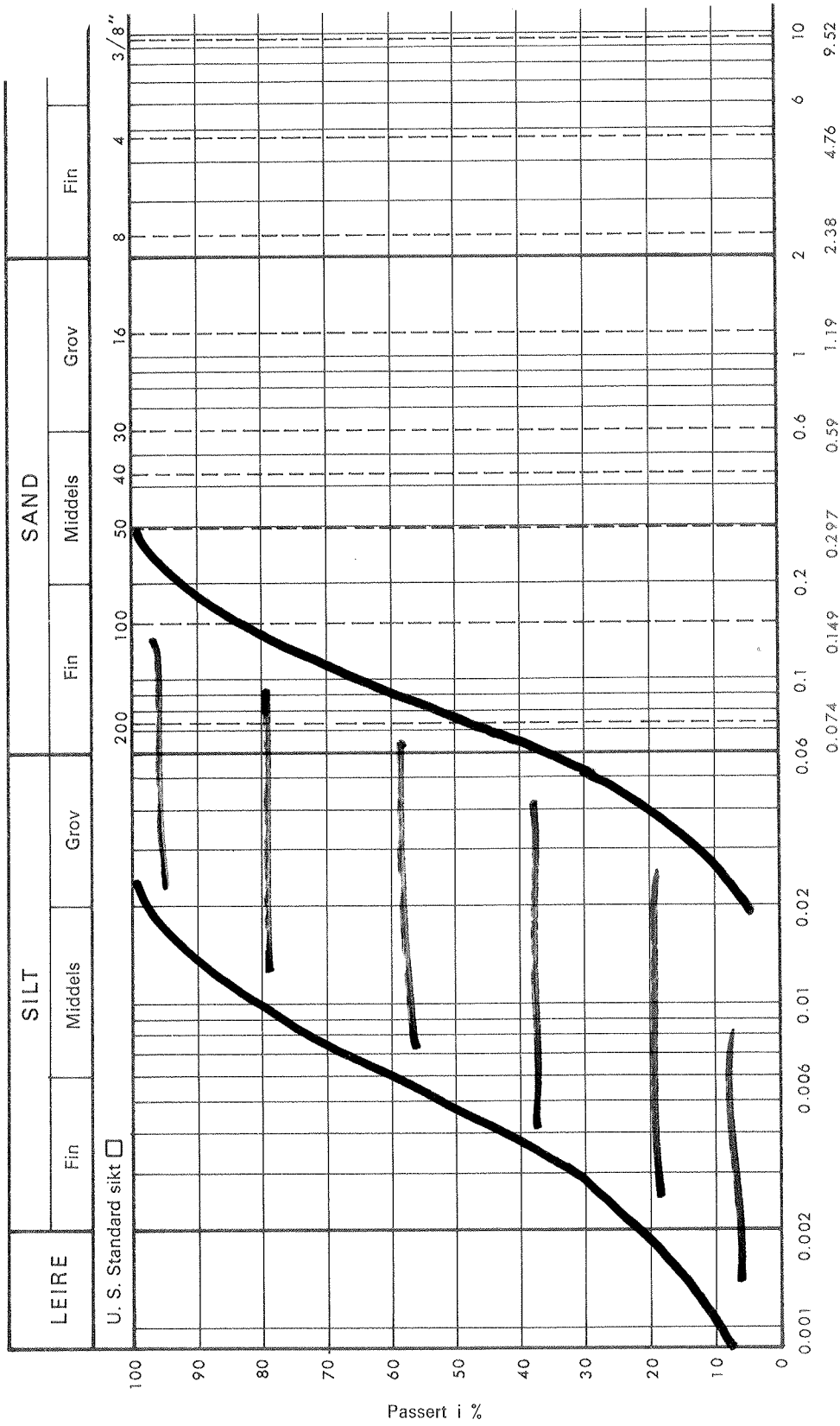


Fig. 10. Typisk område for mellomjordarter

					Gj.sn.
W_L	49	48			49
W_P	26	26			26
P_I	23	22			23
G_S	2.735	2.723	2.726	2.722	2.727

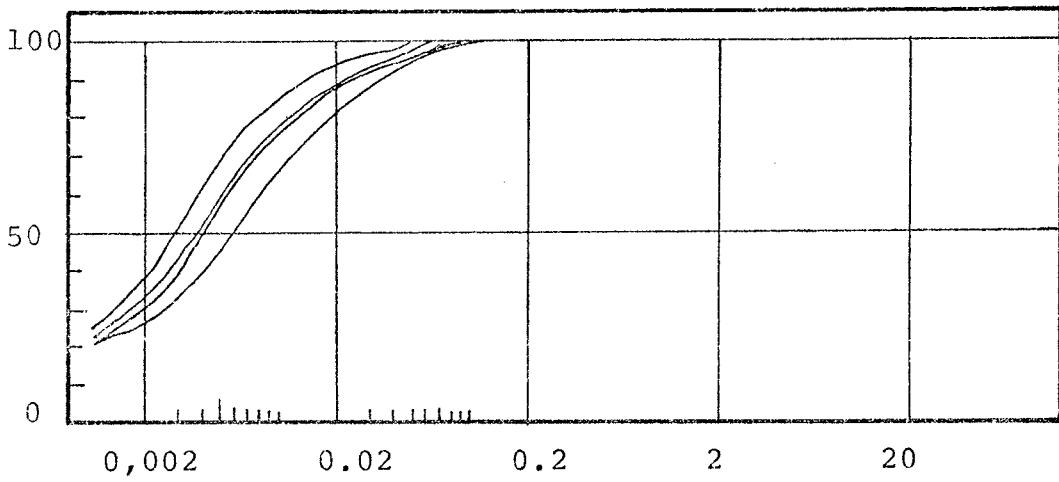


Fig. 1b Atterberg's grenser og korngraderinger for B-G leire fra Akershus

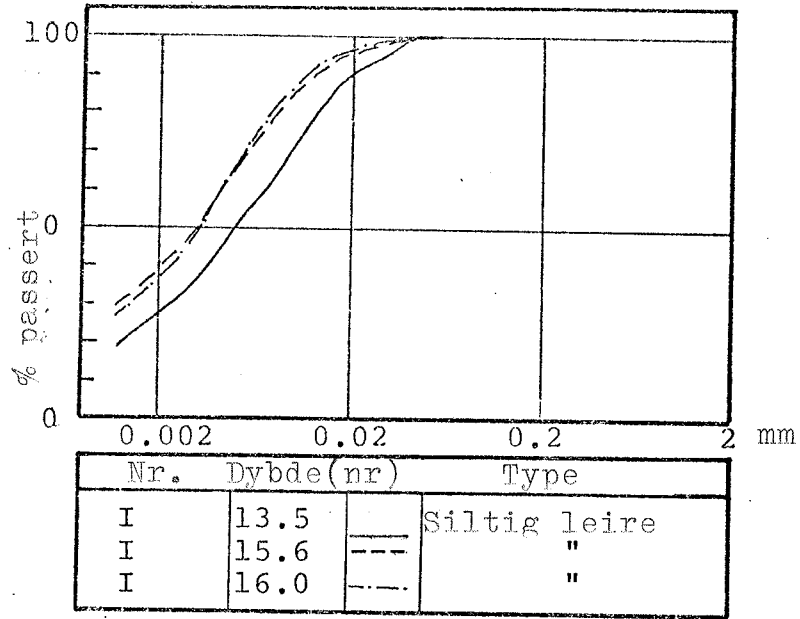


Fig. 2. Fylling nr. 1 korngraderinger

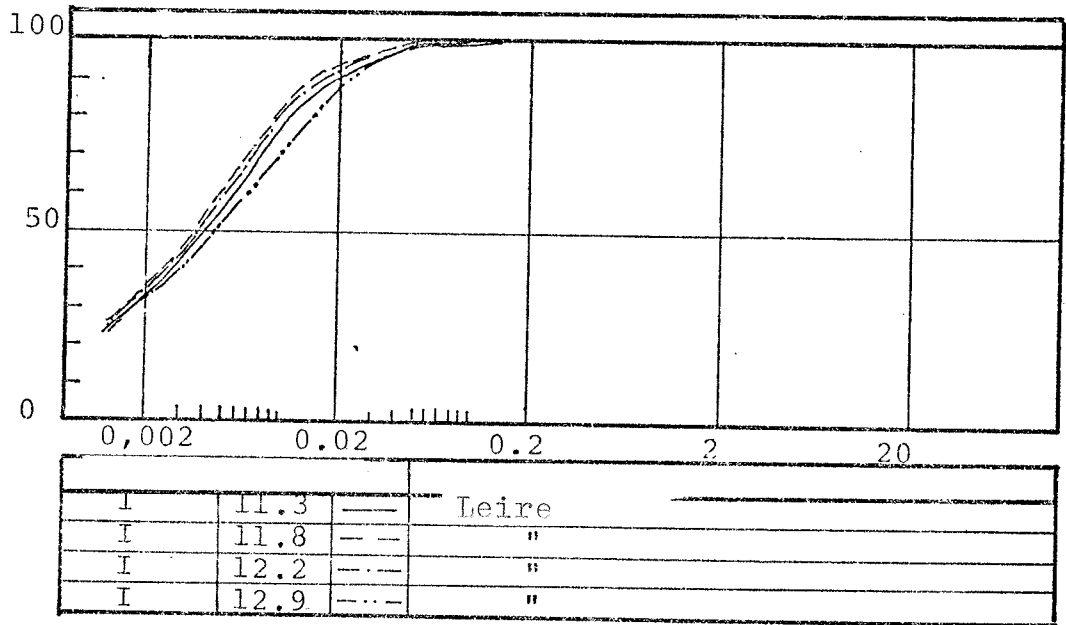
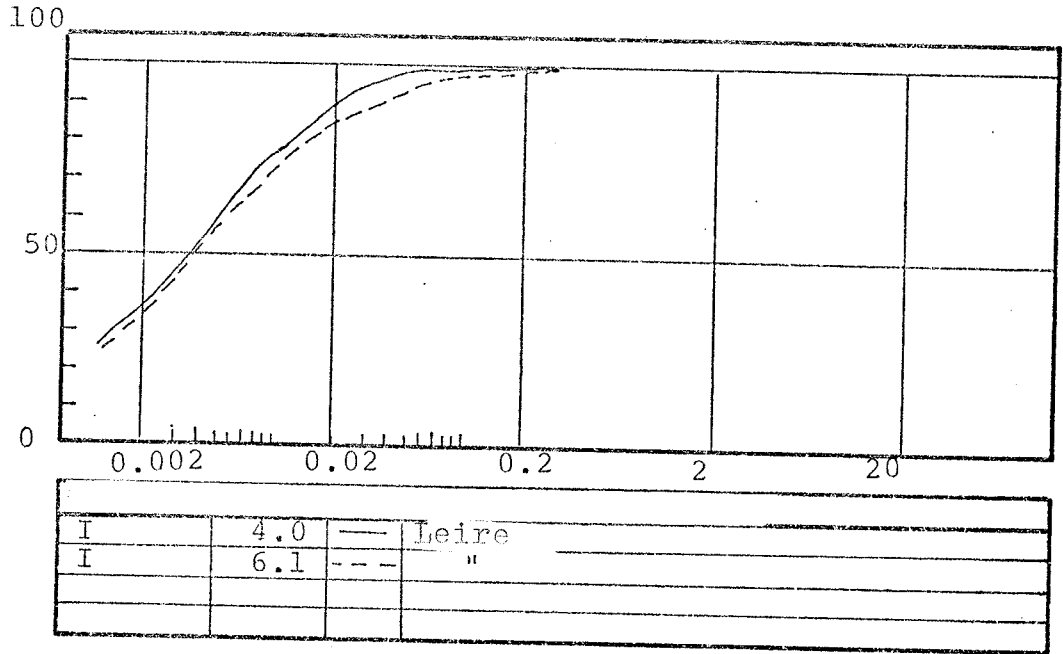


Fig. 3. Fylling nr. 1 Korngraderinger

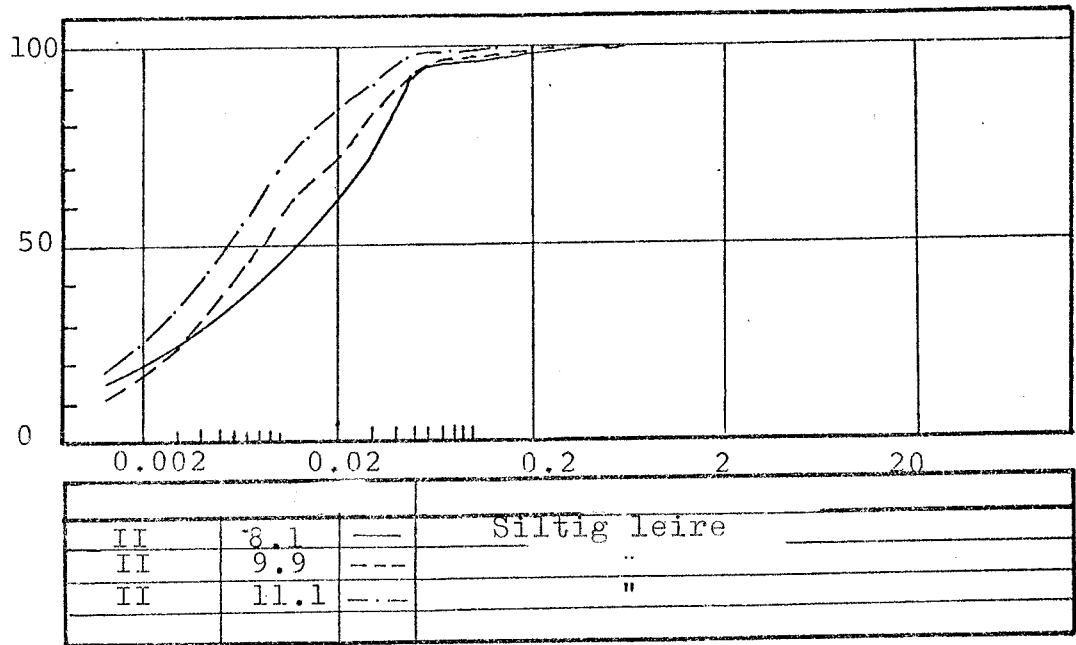
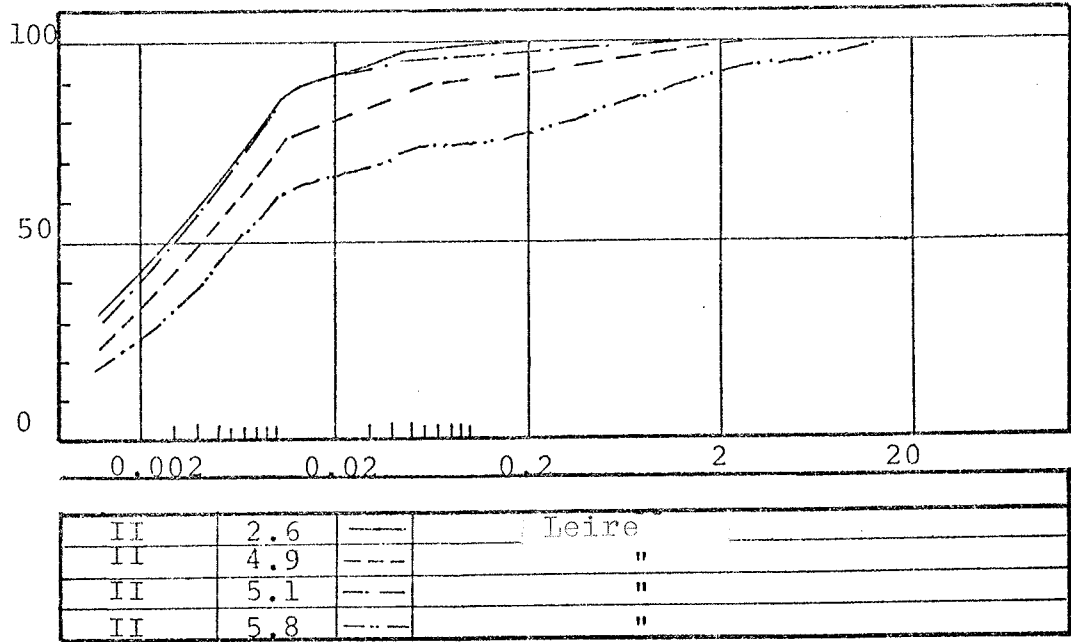


Fig. 4. Fylling nr. 2 Korngraderinger

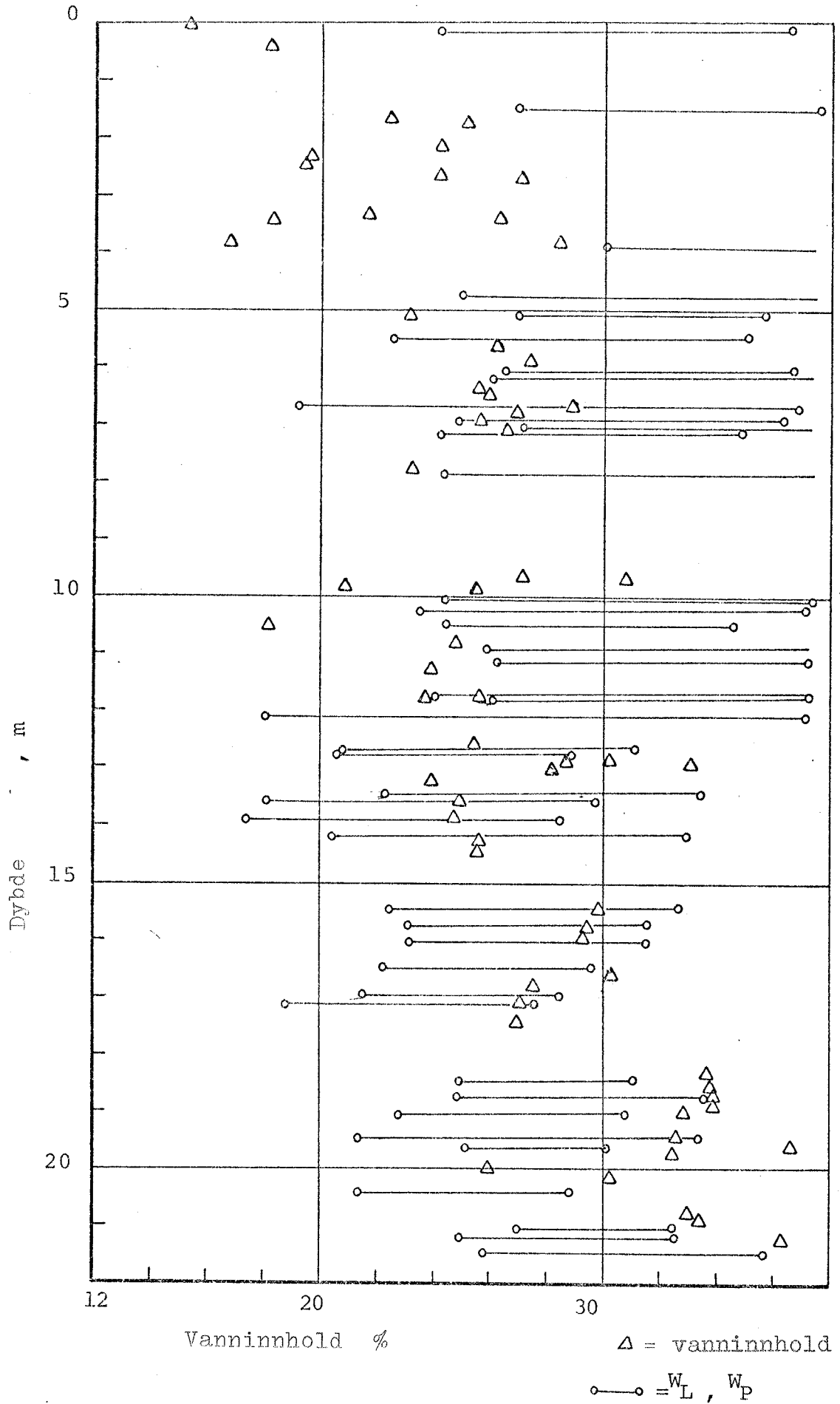


Fig. 5. Atterbergs grenser fylling nr. 1

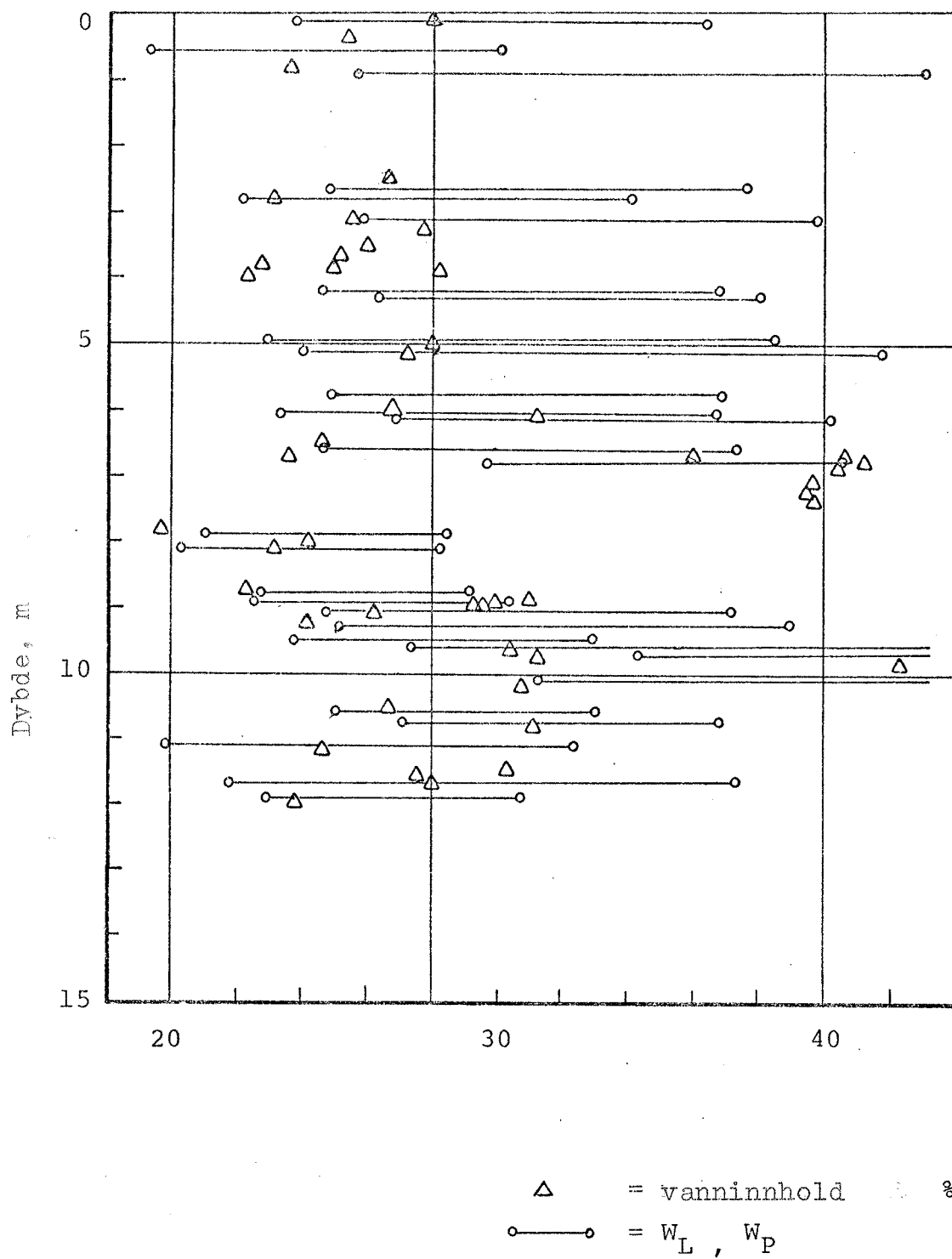


Fig. 6. Fylling nr. 3

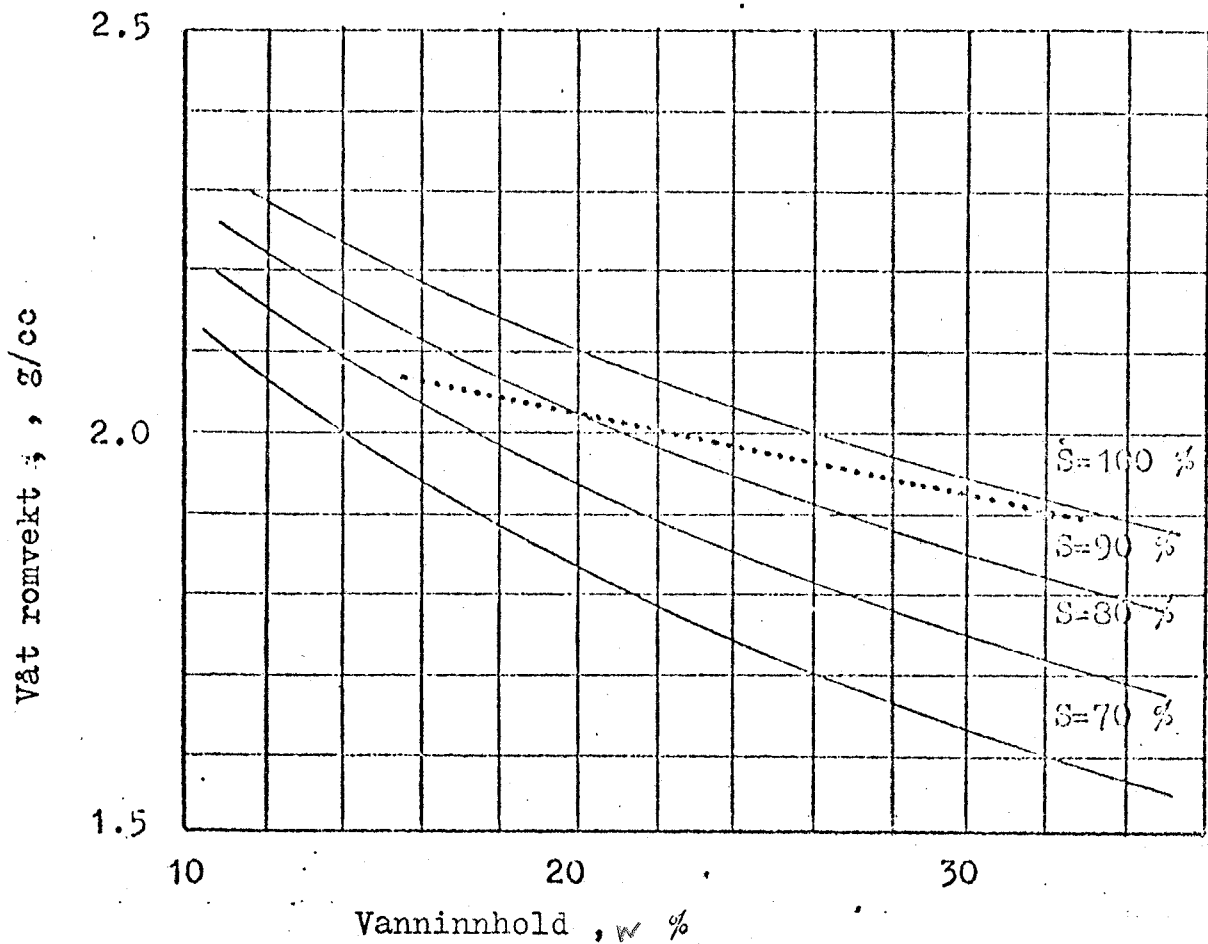


Fig. 7 | Kurven viser det som normalt forlanges av komprimering på en siltig leire. Prøveresultater som ligger over kurven kan godkjennes, mens ligger resultatene under kurven må det etterkomprimeres. Det kan være nødvendig med justering av kurven i noen tilfeller, dette er derfor en spesifikasjon som kan endres under arbeidets gang. Eventuelle endringer bør foretas i samarbeide med den geotekniske konsulenten i det aktuelle tilfelle.

W %	δ^b gm/cc	δ^d gm/cc	V _s cc	V _w cc	V _A cc	V _v cc	S %	V _A %	e
18	2.05	1.74	0.630	0.313	0.057	0.370	85	5.7	0.59
19	2.04	1.71	0.620	0.325	0.055	0.380	86	5.5	0.61
20	2.03	1.69	0.612	0.338	0.050	0.388	87	5.0	0.63
21	2.02	1.67	0.605	0.351	0.044	0.395	89	4.4	0.65
22	2.01	1.65	0.598	0.363	0.039	0.402	90	3.9	0.67
23	2.00	1.63	0.590	0.375	0.035	0.410	91	3.5	0.69
24	1.99	1.60	0.580	0.384	0.035	0.420	92	3.5	0.72
25	1.98	1.58	0.572	0.395	0.034	0.428	92	3.4	0.75
26	1.97	1.56	0.065	0.406	0.029	0.435	93	2.9	0.77
27	1.96	1.54	0.058	0.416	0.026	0.442	95	2.6	0.79
28	1.95	1.52	0.551	0.426	0.023	0.449	95	2.6	0.79
29	1.94	1.50	0.543	0.435	0.022	0.457	95	2.2	0.84
30	1.93	1.48	0.536	0.444	0.020	0.464	96	2.0	0.87
31	1.92	1.47	0.533	0.456	0.011	0.467	98	1.1	0.88
32	1.91	1.47	0.525	0.464	0.011	0.475	98	1.1	0.90
Beregnete verdier G _s = 2.76 Gj.sn. 9 prøver									
Spesifikasjon									

Fig. 8 Beregnede verdier for forskjellige deler i en komprimert leire av typen på motorveg Berger - Gran.

Dybde m	W _L %	W _P %	Konus T/m ²	PI %	G _s g/cc
0.18-0.38	36.4	24.3	0.36	12.1	
1.7 -1.8	37.6	27.0		10.6	
4.0	43.0	29.9	0.45	13.1	2.76
4.80	38.9	25.0	0.46	13.9	
5.0	35.4	27.0	0.45	8.4	
5.65	34.9	22.5	0.46	12.4	
6.05	36.5	26.6	0.45	9.9	
6.15	38.9	26.1	0.28	12.8	
6.7	36.7	19.2	0.44	17.5	
6.90	36.4	24.9	0.46	11.5	
7.00	40.1	27.3	0.38	12.8	
7.05	37.8	26.9	0.39	10.9	
7.10	34.6	24.2	0.43	10.4	2.77
7.90	40.6	24.3	0.29	16.3	
10.10	37.3	24.4	0.43	12.9	
10.30	36.9	23.7	0.34	13.2	
10.60	34.5	24.6	0.46	9.9	
10.90	38.4	25.9	0.30	12.5	
11.20	37.1	26.3	0.43	10.8	
11.70	37.1	23.9	0.36	13.2	
11.80	37.1	26.1	0.46	11.0	2.78
12.20	36.9	18.0	0.27	18.9	
12.70	31.2	20.7	0.19	10.5	
12.85	28.8	20.6	0.17	8.2	
13.50	33.5	22.2	0.38	11.3	
13.60	29.7	17.9	0.34	11.8	
14.00	28.4	17.5	0.24	10.9	

Fylling nr. 1

m	W_L %	W_P %	T/m ²	PI %	G_s g/cc
14.00	28.4	17.5	0.24	10.9	
14.30	33.1	20.4	0.46	12.7	
15.60	32.6	22.4	0.37	10.2	
15.80	31.3	23.0	0.34	8.3	
16.00	31.6	23.2	0.46	8.4	
16.6	29.2	22.2	0.26	7.0	
16.9	28.3	21.8	0.21	6.5	
17.2	27.7	18.9	0.45	8.8	
18.6	31.0	25.0	0.29	6.0	
18.8	33.5	24.7	0.23	8.8	
19.00	30.6	22.6	0.44	5.32	
19.60	33.4	21.4	0.46	12.0	
19.70	30.0	25.4	0.26	4.6	
20.50	28.7	21.3	0.21	7.4	
21.10	32.5	27.0	0.35	5.5	2.82
21.30	32.5	24.9	0.34	7.6	
21.50	35.8	25.9	0.28	9.9	

Fig. 9. Fylling nr. 2

m	W %L	W %P	T/m ²	PI %	G _s gm/cc
0.30	36.7	23.9	0.43	12.8	
0.50	30.2	19.1	0.21	11.1	
0.8	43.1	25.7	0.49	17.4	
2.60	37.6	24.7	0.46	12.9	
2.70	34.2	22.2	0.27	12.0	2.78
3.10	39.9	23.9	0.26	16.0	
4.20					
4.35	36.8	24.6	0.27	12.2	
4.40	38.2	26.4	0.13	11.8	
4.90	38.5	23.0	0.38	15.5	2.78
5.10	41.9	24.0	0.27	17.9	
5.80	36.8	24.9	0.47	11.9	
6.00	36.8	23.5	0.33	13.3	
6.10	40.3	27.0	0.46	13.3	
6.60	37.3	24.7	0.44	12.6	
6.80	40.4	29.6	0.44	10.8	
7.90	28.5	21.1	0.38	7.4	
8.10	28.2	20.3	0.30	7.9	2.75
8.70	29.1	22.8	0.29	6.3	
8.90	30.3	22.4	0.44	7.9	
9.00	37.2	24.9	0.46	12.3	
9.25	38.9	25.2	0.33	13.7	
9.50	33.0	23.8	0.47	9.2	
9.60	47.0	27.4	0.38	19.6	2.69
9.80	49.2	34.3	0.47	14.9	
10.10	49.9	31.7	0.46	18.2	
10.60	33.0	25.0	0.25	8.0	
10.80	36.9	27.2	0.36	9.7	
11.10	32.4	19.9	0.43	12.5	2.75
11.70	37.5	21.9	0.41	15.6	
11.90	30.6	23.0	0.13	7.6	

Fig. 10. Variasjon i B-G leire

Prøver ble tatt av komprimert leire fra en fylling på E - 6 ved hydraulisk nedpressing.

Vanninnhold ble bestemt i to naboseksjoner av sylindren.

Hver av disse seksjonene var 11 cm lange.

Variasjonen i vanninnhold kan sees av nedenforstående tabell.

Prøve nr.	Vanninnhold		
	I	II	Forskjell
90	26.2	30.9	4.7
1	29.6	27.9	1.7
2	23.7	24.6	0.9
3	25.1	22.3	2.8
4	21.4	27.3	5.9
97	23.1	22.5	0.6
8	21.7	22.6	0.9
9	26.1	23.7	2.4
104	23.2	21.3	1.9
6	23.5	24.3	0.8
7	26.1	20.8	5.3
8	25.8	20.3	5.5
116	31.6	32.7	1.1
8	28.9	26.2	2.7
9	27.9	27.3	0.6
121	26.2	26.6	0.4
2	28.2	25.2	3.0
3	24.5	24.9	0.4
4	25.1	24.7	0.4
5	24.5	22.5	2.0
6	24.5	22.5	2.0
7	23.8	22.3	1.5
130	24.2	27.9	3.7
1	25.6	22.8	2.8
3	22.1	19.5	2.6
5	25.9	26.6	0.7
6	27.0	26.0	1.0

Fig. 10 Variasjon i B-G leire

	I	II	
137	25.5	25.8	0.3
8	27.3	25.3	3.5
9	26.2	26.1	0.1
140	26.4	23.9	2.5
1	25.6	28.3	2.7
3	26.1	26.1	0
4	39.7	24.7	-
150	44.6	25.4	-
1	28.2	26.1	3.5
7	25.2	27.1	1.9
8	25.3	25.6	0.3
168	24.9	25.1	0.2
170	29.2	33.6	4.4
71	33.3	30.0	3.3
172	32.1	31.1	0.9
3	31.5	30.5	1.0
9	31.1	33.4	2.3
181	24.3	27.1	2.8
7	20.0	19.3	0.7
8	20.7	21.3	1.9
9	25.0	26.0	0
191	25.2	23.5	1.7
4	22.1	20.7	1.4
5	25.4	25.1	0.3
6	23.8	21.4	2.4
8	25.1	24.5	2.3
201	30.3	26.0	4.3
2	22.5	25.0	2.5
8	21.4	29.3	7.9
9	24.5	25.6	1.1
210	30.7	25.3	5.4
214	21.9	28.4	6.5
5	27.7	28.0	0.3
8	28.9	26.0	2.9
220	29.3	28.5	0.8
1	27.5	26.4	1.1
6	25.5	27.6	2.1
235	24.7	24.9	0.2

Fig. 10

C			Difference
	I	II	
236	24.2	24.9	0.2
240	30.7	26.2	4.5
1	27.0	22.0	5.0
251	29.5	30.3	0.8
2	27.7	28.3	0.6
3	22.7	30.0	7.3
4	25.0	25.3	0.3
6	25.4	24.3	1.1
7	27.7	25.7	2.0
8	26.5	19.8	6.7
267	29.0	28.6	0.4
76	28.3	26.5	1.8
7	27.6	26.2	1.4
8	25.5	26.1	0.6
281	28.0	27.2	0.8
5	28.9	24.2	4.7
6	27.8	26.6	1.3
7	28.7	20.8	7.9
9	22.8	23.0	0.2
290	30.3	31.3	1.0
3	25.0	25.1	0.1
5	24.5	20.4	3.9
6	25.5	22.6	2.9
297	27.1	24.0	3.1
8	24.6	21.3	3.3
300	24.5	22.0	2.5
2	29.8	26.7	3.1
3	32.0	32.6	0.6
4	28.6	33.4	4.8
5	33.1	33.0	1.4
6	31.1	29.6	1.5
7	28.5	33.0	5.5
9	25.7	22.9	2.8
321	25.9	23.1	2.8
2	22.4	23.4	1.0
5	23.6	22.5	1.1
6	29.4	26.9	2.5
7	23.7	29.6	5.9

Fig. 10.

	I	II	Difference
332	24.8	26.5	1.7
4	24.2	24.3	0.1
9	20.1	27.4	7.3
340	24.8	25.7	0.9
360	30.3	31.9	3.9
1	27.9	27.0	1.5
2	26.9	26.1	0.8
3	28.0	28.2	2.2
4	23.9	24.7	1.8
5	25.2	26.2	1.0
6	10.0	10.5	0.7
7	10.0	10.1	0.1
8	24.6	25.9	1.4
9	23.5	23.8	0.3
370	25.1	25.6	0.6
1	22.8	24.1	1.6
2	22.3	24.1	2.8
8	26.3	24.8	1.5
9	25.6	26.1	0.5
380	23.0	29.6	1.6
1	26.2	24.3	4.2
2	22.7	24.1	1.4
400	25.0	23.3	3.7
1	23.9	24.1	3.8
2	25.5	23.9	1.6
3	26.5	24.7	2.5
4	28.9	26.1	2.8
5	24.3	22.5	1.8

Fig. 10

MINERALOGISK ANALYSE

Prøve nr.	Kvarts %	Kloritt %	Illitt %	Plagioklas %	Fe ₂ O ₃ %	Uidentifisert %
1	10	25	45	15	3,6	5
2	35	20	15	25	3,5	5
3	25	20	25	20	4,2	10

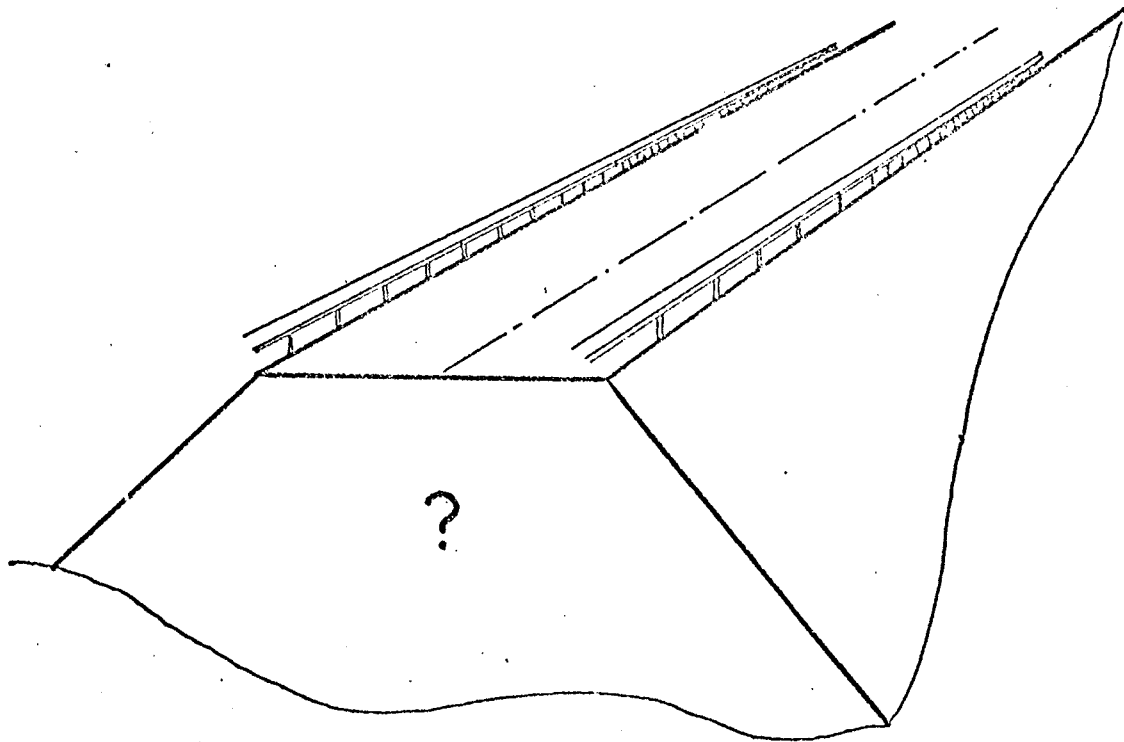
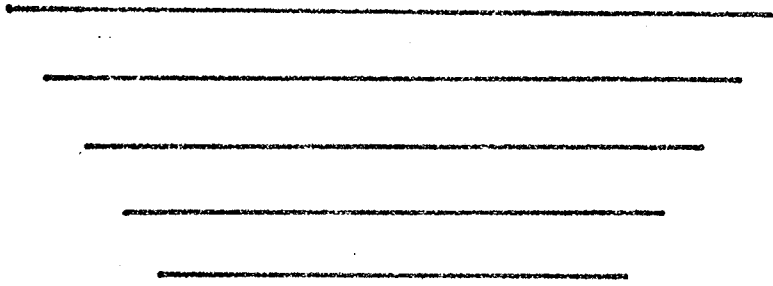
Analysemetode: Røntgen - delfraksjon for mineraler
Kjemisk analyse for jernaksyder

Fig. 11. Mineralogisk analyse av B-G leire

LISTE OVER SYMBOLER

B-G	leire	-	En type leire fra E6 i Akershus Beskrevet i Int. Rapp 386
e		-	Poretall
G_s		-	Spesifikk vekt
PI		-	Plastisitetsindeks
S		-	Metningsgrad
V_A		-	Volum av luft (eller gass)
V_S		-	Volum av fast stoff
V_v		-	Volum av hulrom (vann + luft)
V_w		-	Volum av vann
W_L		-	Flytegrensen
W_P		-	Utrullingsgrensen
γ_b		-	Våt romvekt
γ_d		-	Tørr romvekt

Fig. 12 Liste over symboler



III

BRUKBARHET AV MASSER TIL
OPPBYGGING AV VEGFYLLINGER

Håvard Østlid
Akershus fylkes vegvesen

1/11-76