

# MEDDELELSER FRA VEIDIREKTØREN

NR. 4

Stabilisering av grus. — Grus-leireveier på hjemlig grunn. — Den internasjonale veikongress i Haag 1938. — Grusveidekkers motstandsevne. — Major Otto G. Mejlænder. — Antall arbeidere pr. 15. mars 1938 ved de av veivesenet administrerte veianlegg. — Antall arbeidere ved veivedlikeholdet pr. 15. mars 1938. — Personalialia. — Avlagte førerprøver for motorvognførere og fornyelse av førerkort i de enkelte fylker i året 1937. — Mindre meddelelser.

April 1938

## STABILISERING AV GRUS

Idealgrus som eget veidekke og som fundament for andre dekker.

Den artikkel som finnes i nærværende nr. av «Meddelelsene» og som inngående omhandler ovennevnte emne anbefales til alle veivesenets ingeniører. Mange er allerede i sving med å forbedre våre grusdekker etter den nye metode, og de vil glede sig over å få øket kunnskap om emnet. En del er vistnok ennå ikke begynt, og disse vil forhåpentligvis innse det nødvendige i snarest å komme i vei. Grusdekkene rundt om i landet trenger sterkt forbedring.

Av ingeniør *Brudals* fremstilling kan man ved første lesning få inntrykk av at stoffet er vanskelig, og at dets studium vil kreve mer tid enn det kan avses. Ja, det er nok så at det daglige arbeide nu tar hele vår tid og vel så det, og det er synd at vi i denne interessante utviklingsperiode skal mangle rimelig anledning både til studium og eksperimenter, men jeg kan allikevel ikke annet enn henstille til alle å ta ennå et krafttak for at vi kan komme et skritt videre, og det som i så henseende kan bringe oss den mest øieblikkelige hjelp er vistnok det her omskrevne arbeide: å få våre grusdekker op i kvalitet. Grusdekkene vil dog i ennå mange år særlig prege vårt land i veitrafikkens øine. Det gjelder derfor å få støvet og riflene og den løse grus bort. Hr. *Brudals* utredning gir oss godt håp om at våre hjemlige materialer vil være tjenlige i så henseende.

Efterat foranstående er skrevet får jeg se American Road Builders' Association, Convention Proceedings for 1937, og hvor fremtredende fagmenn har levert avhandlinger om aktuelle veispørsmål. Ca. 20 av disse omhandler stabiliseringsarbeider:

det videnskabelige grunnlag, arbeidenes utførelse og erfaringer fra de siste 6 år. Idealgrusen er omhandlet som selvstendig dekke og som fundament for permanente og halvpermanente dekker.

En av forfatterne gir et uttrykk for sin opfatning, idet han uttaler at veiingeniørenes gamle drom om å gjøre et godt og billig veidekke overveiende av materialer som finnes på hvert byggested — er gått i oppfyllelse. Hermed sikter han til Amerikas secondary roads. Hans uttalelse kan derfor vistnok passe på alle Norges gjenværende grusveier på noen ganske få undtagelser nær.

En annen forfatter fremhever idealgrusens betydning i den progressive veibyggning. Den stabiliserte grus kan først tjene som selvstendig dekke, og hvis forholdene endres kan samme dekke brukes som fundament for eventuelt permanent dekke. Han omhandler bl. a. noen kjente tynne betongdekker som på sand og grus har ligget 12 år uten risser. For øvrig synes det gjennomgående å fremgå at selv de sterkeste dekker må ha et godt fundament.

Fra Tyskland meldes at grus-stabilisering har begynt å få anvendelse som fundament for byggverk. Metoden angis å gå ut på først å presse natriumsilikat og dernest klorkalsium ned i et løst fundament, hvorved man skal kunne opnå å gi dette en fasthet som nærmer sig fjell.

Alt i alt ser det for mig ut til at denne grusleire-metode vil gi norske veibyggere en lykkelig anledning til et nytt fremskritt innen rammen av vår økonomiske evne.

A. Baalsrud.

## GRUS-LEIREVEIER PÅ HJEMLIG GRUNN

## DEN TEORETISKE BETRAKTNING

av avdelingsingeniør Holger Brudal.

Fortsettelse fra side 26, 1938.

Denne del av artikkelen behandler de samme veier som er beskrevet i den første del idet den teoretiske side av spørsmålene nærmere utredes. Det teoretiske grunnlag er hentet fra amerikanske arbeider og man tillater sig å henvise til det som tidligere er berettet herom, men da alt er under utvklng ansees det mest ønskelig her først å ta med litt av det som i U. S. A. senere er berettet om spørsmålet. Man vil da skjønne hvorfor amerikanerne bruker nettop de av dem utviklede prøvemetoder og spesifikaasjoner.

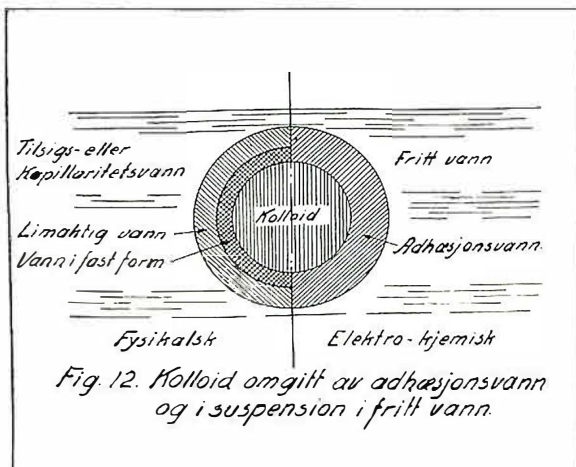
Det er disse prøvemetoder vi har brukt i Østfold og hvorefter praktisk talt alle de prøver som utføres for vanlige grus-leireveier er blitt utført.

Laboratoriearbeidet har foregått på det kjemiske analyselaboratorium ved Norges Landbrukshøiskole på Ås idet professor dr. Johs. Lindeman elskverdiggst har stillet dette til disposisjon. En rekke av analysene er utført av kjemiker frøken Aa. Selvin. Senere er arbeidet foretatt av kjemiker Johan Fossen som har utført det meste og således arbeidet med samtlige slags prøvemetoder som er anvendt.

Jeg vil gjerne ved denne anledning gi uttrykk for min store taknemmelighet overfor professor Lindeman for hans elskverdige imøtekommenhet og assitanse og for hans medhjelperes iver og velvillige hjelp.

Når det gjelder stabilisering av rene grus-leireveier gjelder det først og fremst å være klar over hvilken betydelig rolle vannet spiller.

I «Meddelelsene» nr. 5 for 1935 er særskilt fremhevet betydningen av å konsolidere under optimalt vanninnhold samt at de tynneste adhæsjonshinder gir den sterkeste sammeliming av materialene.



Vi har sett hvorledes vannhindenes tykkelse varierer med kornstørrelsen hos et og samme materiale og at tykkelsen kan forandres ved tilsetning av kjemikalier.

Her skal ytterligere understrekes hvorledes tykkelsen av vannhindene kan variere sterkt fra ett stoff til et annet. Fig. 12 kan tjene til å anskueliggjøre hvorledes et stoff av kolloid-størrelse er omgitt av adhæsjonsvann.

Innerst mot kolloidet har vannet fast form.

Også utenfor dette faste lag adskiller adhæsjonsvannet sig fra det frie, almindelige vann ved at det er mere limaktig.

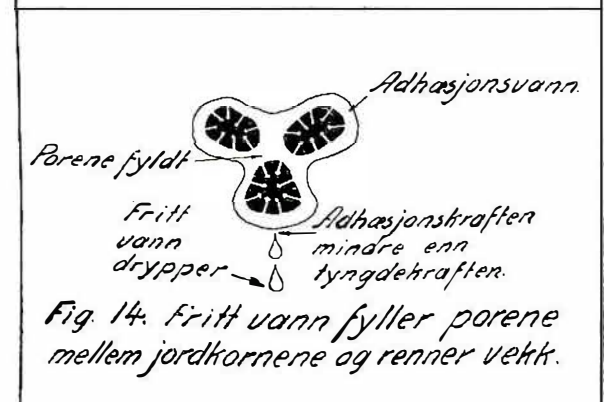
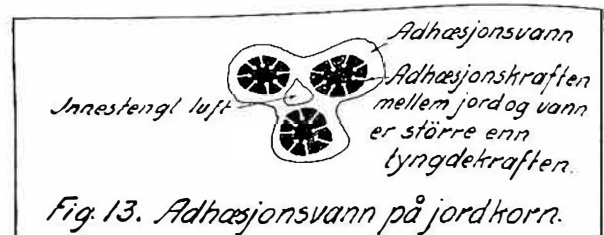
Som nevnt adsorberes vannet i forskjellige molekylar-tykkelser som forklarer hvorfor nogen jordarter er mere plastiske enn andre.

Fig. 13 og 14 tjener til ytterligere å anskueliggjøre adhæsjonsvannet i forhold til det frie vann.

Kräftige sentrifuger som utøver drag på hundretusener av pund, klarer ikke å fjerne adhæsjonsvannet.

Der er 2 faktorer som bestemmer tykkelsen av adhæsjonsvannhindene og som gjør at denne varierer så sterkt hos forskjellige jordarter og disse faktorer er:

1. Kjemisk sammensetning.
2. Virkning av joner.





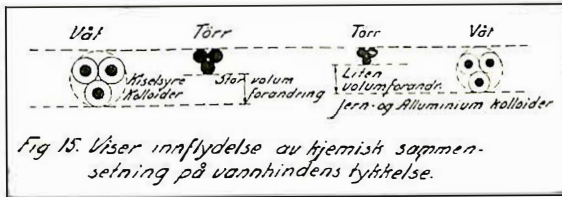


Fig. 15. Viser innflydelse av hjemmisk sammensetning på vannhindens tykkelse.

Kolloider som er kiselsyrerike adsorberer tykke vannhinder og deres volum undergår store variasjoner under fuktning og tørring.

Fig. 15 illustrerer dette skjematisk.

I samme figur er ennvidere vist hvorledes jern og aluminiumskolloider adsorberer tynne vannhinder og undergår derfor liten volumforandring under fuktning og tørring.

Virkningen av joner er to-foldig.

For det første vil disse elektrisk ladede partikler på samme måte som kolloider, adsorbere vannhinder av forskjellige tykkelse avhengig av det materiale som de består av.

På den ene side har man kalium-jonet som holder bare 16 molekyler av adhæsjonsvann. På den annen side har man litium-jonet som holder 120 molekyler adhæsjonsvann. Litium forekommer i Norge i små mengder og har liten praktisk betydning, men er her nevnt bare som et grensetilfelle med maksimal mengde adhæsjonsvann.

Dette er skjematisk fremstilt i fig. 16 a og b.

Andre måtaljoner finner plass mellom de to her nevnte.

For det annet joniserer på sin side disse vannhindeomgivne joner et jordkolloid.

Jonets karakter bestemmer tykkelsen av vannhindene på jordkoloidet.

I naturen finner vi ikke leire alene, men istedet jernleirer, kalcium-leirer etc. Dette betyr at leirepartiklene er omgitt av joner av jern, kalcium etc.

Leirpartikler er således utstyrt med de mangeartede joners svelning, svinn og plastisitet.

Derfor blir det således:

1. Kali-leiren blir den mest stabile og litium-leiren den mest ustabile.

2. Forandring av joner forandrer svinn, svelning og plastisitet hos jordarter således at man forbereder stabiliteten når forandringen foretas henimot kalium-jonet ved andre metaljoner. Det er ikke umulig at de her gitte opplysninger kan gi en rimelig forklaring på hvorfor man f. eks. i Hedmark fylke har fått gode resultater av å blande stenmel fra alunskifer i grusen. Se overingeniør Thor Olsens artikkel i «Meddelelsene» nr. 1 for 1937.

Variasjoner i veijordarters stabilitet kommer av jordartenes svinn og svelning og dette avhenger av de tykkelsesvariasjoner som vannhindene undergår med varierende værforhold.

Hovedmalet i stabiliserings spørsmålet er derfor:

1. Å gjøre jorden så tett som mulig.
2. Å forhindre at tykkelsen av de resulterende adhæsjonsvannhinder forandres når optimalt vanninnhold engang er oppnådd.

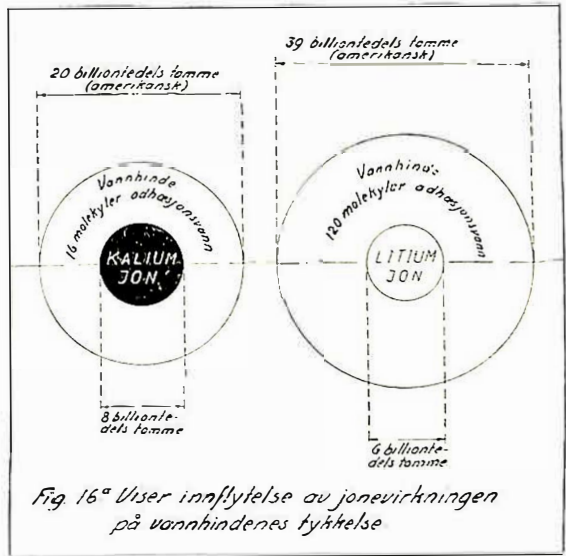


Fig. 16<sup>a</sup> Viser innflytelse av jonevirkningen på vannhindenes tykkelse

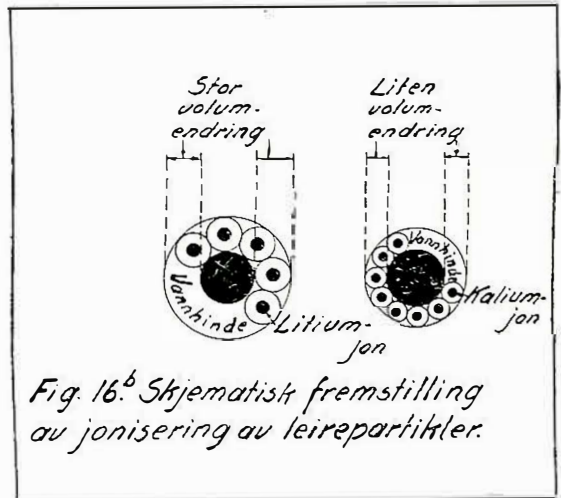


Fig. 16<sup>b</sup> Skjematisk fremstilling av jonisering av leirepartikler.

Vannhinder alene kan ha tilstrekkelig styrke til å holde jordpartiklene sammen, men ved variable værforhold vil deres volum rimeligvis forandres.

For i størst mulig utstrekning å behrske enhver forandring fra det optimale vanninnhold d. v. s. volumet av vannhindene, benytter vi oss derfor av kjemiske tilsetninger eller mekanisk behandling.

Kjemiske oppløsninger og uopløselige bindemidler benyttes, og bare sådanne velges som forøker eller erstatter vannhindekreftene.

*Veideksmateriale.*

Efter ovenstående behandling av vanninnholdets betydning skal behandles veimaterialenes sammensetning forøvrig.

Av foreliggende litteratur vil man kjenne til en rekke kurver som er blitt opstillet for gode grusblandinger og man vil ha bemerket at disse kurver er blitt avsluttet ved sikt nr. 270 eller nr. 200 d. v. s. sikter med maskevidde henholdsvis 0,05 og 0,074 mm i kvadrat.

Av det som er fremholdt i kapitlet om vannet vil det imidlertid ha fremgått at den del av materialene som ligger under nevnte sikter er av like stor betydning.

Det ligger nær å sammenligne det stabiliserte grusdekke med et betongdekke. Selv om siktekurven for den i betongdekket benyttede sand og pukkstein er aldri så idéell så hjelper det ikke hvis cementen er dårlig.

Noget lignende kan sies om grusdekket. Hvis ikke den del av materialene som ligger under sikt nr. 200 er av god kvalitet blir resultatet heller ikke godt.

sammensetning, men likesåvel med hensyn på form og elektrisk struktur. Disse elektriske krefter er små og opererer målbart bare i oppløsninger; hvad som kan hende over et lengere tidsrum er ennå ubestemt.

Virkningen av elektriske krefter er illustrert i fig. 17.

Ved siden av virkelig utførte svelningsmalinger angir sådanne egenskaper som høy plastisitet, betraktelig svinn under tørring, høie fuktighetsekvivalenter o. l. jordarter som sandsynligvis vil undergå skadelig volum-forandring.

Jo mer sur jordarten er, desto større er dens basebygningsevne og følgelig dens tærende eller oppløsende egenskaper. Den relative surhetsgrad eller baserikdom tilkjennegis ved konsentrasjon av vannstoff-joner.

Av de to deler vannstoff og den ene del surstoff ( $H_2O$ ) som vann består av, kan den ene del

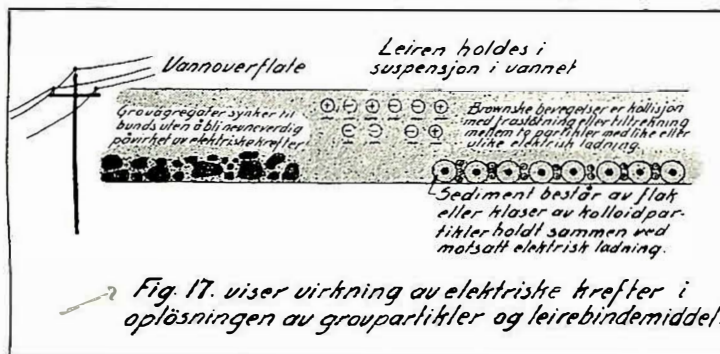


Fig. 17. viser virkning av elektriske krefter i oppløsningen av gruppartikler og leirebindemiddel.

En komplett siktekurve for grus-leire-veidekker omfatter ved siden av siktekurver for de grovere materialer også visse detaljerte opplysninger om de fineste partikler, d. v. s. leiren.

Ved leire forstås materialer som er mindre enn 0,005 mm eller  $5 \mu$ .

Med kolloider forstås i almindelighet i amerikansk veiteknisk litteratur partikler mindre enn 0,001 mm eller  $1 \mu$ .

Leirmørtelen kan forandres ved:

1. Bevegelse i vann.
2. Manipulasjon av leiren.
3. Kjemisk eller elektrisk behandling.

Herav trekkes den slutning at leiren til forskjell fra de grovere partikler har egenskaper som kan forandres.

Alle partikler i de grovere og finere veidekksmaterialer er elektrisk ladet. Resultater av dr. Hans Winterkorns arbeide har vist at den fysi-kalske karakter hos naturlige jordarter, særlig med henblikk på stabilitet under variable fuktighetsinnhold, kan forandres i høi grad ved en forandring av de adsorberte joner.

Som ovenfor nevnt har leire variable egenskaper så når man skal definere leirer må de ikke defineres bare med hensyn til størrelse og kjemisk

vannstoff ( $H$ ) betraktes som positivt, surt jon; den annen del av vannstoffet i forbindelse med surstoffet ( $OH$ ) kan betraktes som det negative, alkaliske hydroxyl.

Uttrykket  $pH$ , vannstoffekspONENTEN, = den negative logaritme av vannstoffjonkonsentrasjonen. Betegnelsen er innført av den danske naturforsker S. P. L. Sørensen.

Kalles en oppløsning vannstoffjonkonsentrasjon  $h$ ,

er  $pH = -\log h = \log \frac{1}{h}$ . I en nøytral oppløsning er  $h$  ved  $22^\circ$  lik 0,0000001 og altså  $pH = 7$ .

Jo lavere  $pH$  er under 7,0 desto større er væskens surhetsgrad. Jo høiere  $pH$  er over 7,0 desto mere basisk er væsken.

I den norske råstoffkomité's beretning om undersøkelse av våre leirejordarter vil man finne en mengde angivelser av  $pH$  for leirer fra det hele land.

For Østfolds vedkommende ligger  $pH$  for flere leirers vedkommende omkring 7,0. De fleste synes å ligge under, men noen også over. I en publikasjon av professor K. O. Bjørlykke har jeg funnet  $pH$  fra 4,49 til 7,95.

Når man er bekjent med de ovenfor anstilte betraktninger vedrørende veidekksmaterialene i



grusleire-veidekker, vil man lettere forstå hvorfor de amerikanske veingenører bruker de av dem utarbeidede metoder for prøvning av materialene.

*Mens en fullstendig kjemisk analyse av en leire tar adskillig tid så er de prøvemethoder som amerikanerne har utarbeidet forholdsvis enkle og raske å utføre. Der skal nevnes noen av dem.*

Prøven gjelder den del av grus-leire-blandingen som passerer sikt nr. 40 (0,42 mm). Man finner flytegrensen og plastisitetsgrensen hvorved fås plastisitetstallet, som er differansen mellom de to førstnevnte. Ennvidere undersøkes markfuktighetsekvivalenten. En meget god rettledning er syvngrensen ved siden av markfuktighetsekvivalenten og dessuten svelningsprøven.

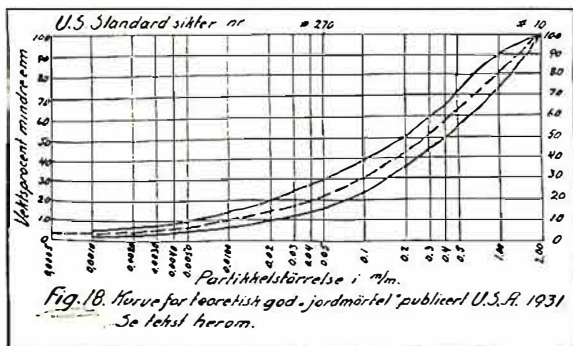
Hvilke av disse undersøkelser blir krevet av spesifikasjonene fremgår av det efterfølgende.

De her nevnte metoder har vi nu benyttet i Østfold, men forinnan man angir resultatene herav ansees det mest hensiktsmessig først å opplyse om de resultater som man i U. S. A. anser som eftertraktelsesverdige og derpå sammenligne våre norske resultater med disse.

Alt er gjenstand for utvikling, således også studiet av grusleireveidekkene.

Stort sett har de siktekurver som er angitt av Bureau of Public Roads dog ikke undergått vesentlig forandring i de senere år.

Hvad den teoretiske side av spørsmålet angår har nevnte institusjon eksempelvis i 1931 for en god «jordmørtels» vedkommende oppgitt den kurve som er gjengitt i fig. 18.



Med «jordmørtelen» forstås her som det sees den del av veidekkmaterialene som passerer sikt nr. 10 som har 2 mm maskevidde. Det fremgår herav at den maksimale mengde av jordmørtelen som kan passere sikt nr. 270 er 30 %.

Av de gjengse siktekurver fremgår det at av den komplette grusblanding skal maksimalt 65 % kunne passere sikt nr. 10.

Sammenholdes dette med det ovenfor anførte fås at maksimalt ca.  $(30 \times 0,65) \% = 19,5 \%$  av den komplette grusblanding skulde kunne passere sikt nr. 270.

Dette gjelder altså den teoretiske betraktning fra 1931.

Imidlertid vet vi at ifølge det samme veikontors publikasjon i 1935 skulde fra 10—25 % kunne passere sikt nr. 270.

Denne uoverensstemmelse forklares av nevnte veikontor ved at man på grunnlag av praktiske erfaringer i enkelte sydlige stater har kunnet overskride en del den teoretiske grense for den mengde som skulde kunne passere sikt nr. 270. For øvrig utgjør som nevnt siktekurver bare en del av de krav som stilles for en grus-leire-blanding.

Bureau of Public Roads har således funnet det mer tilfredsstillende å spesifisere definitivt et plastisitetstall under gitte forhold og kontrollere mengden av det som passerer sikt nr. 270 innen temmelig rummelige grenser heller enn å spesifisere nøyaktig den mengde som passerer sikt nr. 270.

Man må erindre at nevnte kontors spesifikasjoner må betraktes som en felles norm for en rekke stater med høist forskjellig klima og grunnforhold og at hver stat på grunnlag av sine spesielle forhold bør legge siktekurver for sine grusdekker slik an at de ikke medfører nogen risiko i nogen retning.

Overensstemmende med denne betraktningssmåte ses også flere stater og også enkeltfirmaer hver for sig å ha satt op sine spesielle kurver som de mener passer for sine forhold, men alle disse varierende kurver bør ligge innenfor de nevnte fellesnormer.

#### Oversikt over siktekurver og spesifikasjoner.

Det ser ut til å være adskillig meningsforskjell i Norge med hensyn til hvilken siktekurve bør anvendes så det synes derfor å være grunn til å vie dette spørsmål noget plass.

Efter min mening kan det selv innen Norges grenser være forhold som rettfærdiggjør temmelig store variasjoner i de forskjellige graderinger.

Hvilken kurve som bør anvendes avhenger av undergrunn, heri inkludert høie fyllinger eksempelvis av sten, nedbørforhold, forekomst av veidekkmaterialer, valg av stoff for fuktighetsstabilisering etc. I forbindelse hermed må man også ha klart for øie at der må skjelles mellom selve slitebanen og fundamentet.

Når man leser amerikansk litteratur vil man finne at spørsmålet også der er gjenstand for adskillig diskusjon og for å få en ikke altfor snever bedømmelse av problemet antas det å være både ønskelig og berettiget å se litt nærmere på de synspunkter som der gjør sig gjeldende.

For å få en sammenheng i utviklingen tillater jeg mig først å henvise til hvad som er fremholdt på side 76 i «Meddelelsene» nr. 5 for 1935.

I mai 1936 ses hovedveikontoret å oppstille følgende siktekurve for et godt veidekke:

*Godt*  
*ammil*  
*middele*

Mengde som passerer:	Prosent
1" sikt .....	100
3/4" sikt .....	85—100
Nr. 4 sikt (4,76 mm maskevidde) .....	55—85
» 10 » (2,00 » —»—) .....	40—65
» 40 » (0,42 » —»—) .....	25—50
» 200 » (0,074 » —»—) .....	10—25

Man vil herav finne at det er ikke særlig store forandringer fra siktekurven av 1935. At man benytter sikt nr. 200 istedenfor nr. 270 er diktert nærmest av praktiske grunner.

Der anføres således herom:

Den minste fraksjon som der blev referert til i tidligere rapporter var den som passerte sikt nr. 270. For bestemmelsen av denne er blitt benyttet hydromettermetoden fordi den er mer praktisk enn å benytte siktning.

Men bruken av sikt nr. 200 derimot er praktisk. Dessuten har man funnet at kjennskap til den del som passerer sikt nr. 200 tjener hensikten likeså godt som det som passerer sikt nr. 270 og det eliminerer nødvendigheten av å benytte hydromettermetoden.

Dette forklarer at man har gått over fra sikt 270 til nr. 200 i siktekurven.

På samme måte som hovedkontoret har fellesnormer for siktekurver som dekker det hele land har det også plastisitetnormer herfor.

For sammenlignings skyld gjentas at et plastisitetstall på 3 eller mindre angir tilstrekkelig kohæsjon i distrikter med usedvanlig fuktig klimaat, 4—8 for distrikter med middels fuktighet og 9—15 for de tørre distrikter eller ørkenstrøk.

Tilstedeværelsen av skadelige stoffer tilkjennegis ved flytegrense som er større enn angitt i ligningen  $F.G. = 1,6 P.T. + 14$  hvor F.G. = flytegrensen og P. T. = plastisitetstallet.

I henhold hertil bør flytegrensen holdes under 35.

I en artikkel trykt i 1937 og som er skrevet av ingeniører ved hovedkontoret, ses idealkurven å være bestemt således som angitt i fig. 19.

For å gi en detaljert fremstilling ses det å være opstukket 3 kurver, nemlig.

1. Kurve for den samlede grusleire-blanding som veidekket består av.

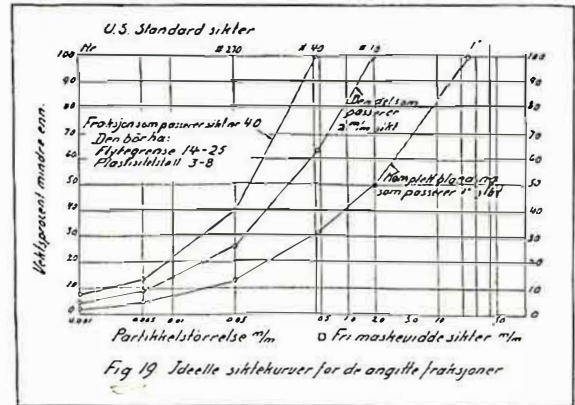
2. Kurve for jordmørtelen, d. v. s. den del av blandingen som passerer sikt nr. 10 med maskevidde = 2,0 mm.

3. Kurve for den del som passerer sikt nr. 40 med maskevidde 0,42 mm.

Med denne fraksjon foretas plastisitetprøver etc.

Der anføres følgende:

«De beste veidekksmaterialer har omtrent den blanding av grovere bestanddeler, sand, støvsand og leire som vises i fig. 19. Bindstoffet har moderat høy kohæsjon, men det er av større betydning at det ikke forandrer volumet nevneverdig når det avvekslende utsettes for fuktighet og tørke. Sa-



dant bindstoff kjennetegnes ved at den fraksjon som passerer sikt nr. 40 har en flytegrense på 14 til 25 og et plastisitetstall på 3 til 8.

Et mer definitivt tegn på at materialene er fri for skadelig volumforandring er dog allikevel at svinggrensen og markfuktighetsekvivalenten for den del som passerer sikt nr. 40 er omtrent like store.

Da jeg ikke tidligere har definert svinggrensen skal her opplyses at en jordarts svinggrense er det fuktighetsinnhold, uttrykt i vektprosent av den ovenstørrede jord, ved hvilken en reduksjon i fuktighetsinnhold ikke vil forårsake en minskning i jordmassens volum, men ved hvilken en økning i fuktighetsinnhold vil forårsake en økning i jordmassens volum.

De samme sistnevnte ingeniører legger dessuten vekt på betydningen av å få så stor tetthet som mulig i grusdekket.

De ovenfor angitte siktekurver, plastisitetsdata etc. gjelder selve slitedekket (the road surface) og må ikke forveksles med de kurver som oppstilles for fundamentet som slitedekket hviler på (the base course).

Også for stabiliserte grusfundamenter (stabilized base course) har Bureau of Public Roads satt op spesifikasjoner på grunnlag av laboratorieundersøkelser hånd i hånd med virkelige utførte veier.

Spesifikasjonene omfatter 4 materialtyper, nemlig:

1. Sand-leire mørteltypen.
2. Grov aggregat-type (1 tommes maksimalstørrelse).
3. Grov aggregat-type (2 tommers maksimalstørrelse).
4. Utharpet maskingrus eller slagg-typen.

Hver av disse materialtyper anvendes i U. S. A. og man har funnet det ønskelig å opstille den hver for sig heller enn å skrive en spesifikasjon som dekker alle materialer som kan tenkes å bli brukt.

Spesifikasjonene for fundamentet adskiller sig fra dem for slitedekket ved at de krever mindre av de fine materialer samt at plastisitetstallet ikke



må overstige 6 og at flytegrensen må være 25 eller derunder.

Siktekurven for de 4 forskjellige typer er således: 1. Sand-leire-mørteltypen.

Alt material skal passere 1" sikt og kan inneholde et maksimum av 35 % som holdes tilbake på sikt nr. 10.

Jordmørtelen, d. v. s. den del som passerer sikt nr. 10 skal ha følgende siktekurve:

Mengde som passerer:	Vektsprosent:
Sikt nr. 10 .....	100
— 20 .....	55—90
— 40 .....	35—70
— 200 .....	8—25

I grovaggregat-typen, typene 2 og 3 skal materialene bestå av naturlige eller utførte blandinger av naturgrus, knust sten, eller slagg og jord-mørtel i sådan blanding at det tilfredsstillende følgende spesifikasjoner:

Mengde som passerer	Type 2 Grovaggregat- type 1" maks. størrelse	Type 3 grovaggregat- type 2" maks. størrelse
2" sikt		100
1½" »		70—100
1" »	100	55—85
¾" »	70—100	50—80
⅜" »	50—80	40—70
Sikt nr. 4	35—65	30—60
» 10	25—50	20—50
» 40	15—30	10—30
» 200	5—15	5—15
¾" sikt		100
Sikt nr. 4		70—100
» 10		35—80
» 40		25—50
» 200		8—25

Type 1—2 og 3 har det tilfelles at den del som passerer sikt nr. 200 skal være under halvparten av den del som passerer sikt nr. 40.

Den del som passerer sikt nr. 40 skal ha en flytegrense som ikke overstiger 25 og et plastisitetstall ikke høiere enn 6.

Type 4, maskingrus- eller slagg-typen skal ha følgende spesifikasjoner:

Mengde som passerer:	Vektsprosent:
¾" sikt .....	100
Sikt nr. 4 .....	70—100
— 10 .....	35—80
— 40 .....	25—50
— 200 .....	8—25

Den del som passerer sikt nr. 200 skal være under halvparten av den del som passerer sikt nr. 40.

Den del som passerer sikt nr. 40 skal ha en flytegrense ikke over 25 og et plastisitetstall ikke over 3.

De her anførte spesifikasjoner for fundamentet er, på samme måte som det ovenfor er sterkt poin-

tert vedr. selve slidedekket, Bureau of Public Roads fellesnormer for U. S. A.

Ved siden av hovedveikontoret har også amerikanske veiteknisk forening utarbeidet et forslag for siktekurver etc. s åvel for grus-slidedekke som grus-fundament. Det antas at disse spesifikasjoner vil bli offisielt godtatt i nærmeste fremtid. De representerer den siste utvikling på området og angir verdier som har vist sig å være i høieste grad tilfredsstillende i forsøksarbeider utført så vel av hovedkontoret som av en rekke av Statens veikontorer.

Spesifikasjonen faller i alt vesentlig sammen med hovedveikontorets og der skal her derfor tas med bare for det vanlige grusdekke.

Spesifikasjonen er således:

Mengde som passerer:	Vektsprosent
1" sikt .....	100
¾" » .....	85—100
⅜" » .....	65—100
Nr. 4 » (4,76 mm) .....	55—85
» 10 » (2,00 » ) .....	40—70
» 40 » (0,42 » ) .....	25—45
» 200 » (0,074 » ) .....	10—25

Den del som passerer sikt nr. 200 skal være mindre enn to tredjedeler av den del som passerer sikt nr. 40.

Den del som passerer sikt nr. 40 skal ha en flytegrense ikke større enn 35 og et plastisitetstall ikke mindre enn 4 og ikke store enn 9.

For å vise hvorledes de enkelte stater plukker ut det som passer for de spesielle klimatiske forhold i sin stat, skal her nærmere meddeles spesifikasjoner for et par stater.

Først skal meddeles opgave fra Minnesota, meddelt av en av veivesenets ingeniører i en artikkel trykt i 1937.

Spesifikasjon er opført for 3 klasser som nu anvendes i Minnesota, nemlig for stabilisert grus-slidedekke, for stabilisert grusfundament og for naturlig grus eller sandfundament, og ser således ut:

Den del som passerer sikt nr. 40 skal ikke være mindre enn 40 % av den del som passerer sikt nr. 10. Der gjøres oppmerksom på at plastisitetstallet anses som et mål for bindstoffets kohasjon.

Tykkelsen av det stabiliserte slidedekke beregnes fra 3 til 12 tommer, avhengig av undergrunnen.

Gruppe 2 brukes hvor tykkelsen av dekket er 3 tommer og en kombinasjon av 2 og 3 eller 4 hvor en større tykkelse er ønskelig.

De fleste av de veier som blev bygget i Minnesota i det forløpne år består av kl. 4 materialer av variabel tykkelse under et 3 tommer dekke av kl. 2 materialer.

Dette gjaldt Minnesota.

Klasse	2	3	4
	Stabilisert grus-slitenedekke	Stabilisert grus-fundament	Grus eller sand-fundament
Procent som passerer 1			
1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> tonn sikt		100	100
3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " " "	100	80—100	
5 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " " "	95—100		
3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " " "	70—95	65—95	60—100
Nr. 10 " " "	35—65	30—65	25—100
" 40 " " "	20—40	15—40	
" 100 " " "	15—30	10—30	0—35
" 270 " " "	10—20	6—20	0—20
Den fraksjon som passerer sikt nr. 40 skal ha	Plastisitetstall 1—9	1—6	Maks. 9
	Plastisitetstetsgrense Maks. 30	Maks. 25	Maks. 30

Til ytterligere opplysning skal medtas spesifikasjoner fra Michigan, en stat som i veiteknisk henseende kan ha mange forhold tilfelles med Norge.

De spesifikasjoner som her gjengis er utarbeidet av den Tekniske komité av kalcium-klorid foreningen i Detroit i mars 1936:

Mengde som passerer:	Vektsprosent
1 sikt	100
3/4" »	80—100
3/8" »	50—90
Nr. 4 »	40—75
» 10 »	30—55
» 40 »	20—35
» 200 »	10—20

Den del som passerer sikt nr. 200 skal ikke være mer enn to tredjedeler av den del som passerer sikt nr. 40.

Den del som passerer sikt nr. 40 skal ha et plastisitetstall på 1—9.

Hvis det stabiliserte dekke skal brukes som fundament innen løpet av 1 år skal plastisitetstallet ikke overstige 6.

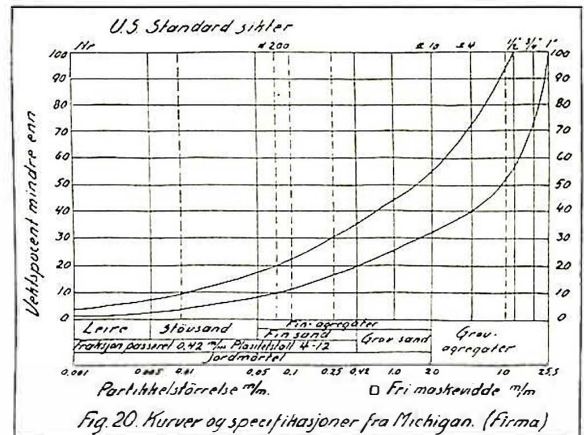
For enn videre å undgå den uheldige kombinasjon av en stor mengde finpartikler og et høyt plastisitetstall i en stabilisert blanding skal summen av prosent materiale som passerer sikt nr. 40 og dets plastisitetstall ikke overstige 35.

Flytegrensen av den del som passerer sikt nr. 40 skal være den samme som ovenfor nevnt er bestemt av hovedkontoret.

Der finnes en rekke forskrifter for blanding av grus- og leire så vel på veibanen som i verk, men det vil kreve for meget plass å komme inn på dette her.

Der er dog ett punkt jeg vil nevne i forbindelse med verkblending og det er at det verkblendede materiale skal inneholde 5—8 vektsprosent fuktighet og når klorkalcium anvendes minst 4,54 kg (10 pund) pr. tonn.

Grafisk oppstillet ser en siktekurve fra Michigan ut således som vist i fig. 20.



#### Proveveiene i Østfold.

#### Siktekurver og analyser.

Efter denne oversikt over de spesifikasjoner som benyttes i U. S. A. skal man vende tilbake til siktekurve og plastisitetsanalyse m. v. for de prøver som er tatt fra forsøksstrekningene i Østfold.

Først skal behandles forsøksvei nr. 1.

Av tabell I vil fremgå at alle prøvene inneholdt i snaueste laget av grovere partikler, det vil her si materiale som ligger igjen på sikt nr. 4 med maskevidde 4,76 mm.

Med hensyn til de fineste partikler ses alle prøver, undtatt en, å tilfredsstille fellesnormens krav. På 3 undtagelser nær tilfredsstiller de også kravene i Michigan.

Materialkurven for Michigan går helt ned til  $1 \mu = 0,001 \text{ mm}$  og synes å angi en prosentmengde av denne størrelse på ca. 1,5—3,5.

Efter den enkle hydrometermetode (professor Boujoucos) bestemmes finhetsgraden ned til  $2 \mu$ .

Denne analyse kan utføres meget raskt.

For å kontrollere denne metode med en annen metode, nemlig professor A. H. M. Andreasens metode, har man for en del leirer i Østfold funnet at ca. 50—65 % av den mengde som er under  $2 \mu$  er under  $1 \mu$ .

Det ser altså ut til at den leire som blev benyttet på forsøksstrekning nr. 1 omtrent ligger i det tillatte område i denne henseende.

Hvad flytegrensen og plastisitetstall angår sees disse å falle innenfor de anbefalte grenser. Bare én prøve manglet plastisitet.

Med hensyn til markfuktighetsequivalenten vil erindres at 20 og derunder angir de beste materi-

*Markfuktighet*



aler, 20—25 angir middels materialer, over 25 angir dårlige materialer.

På en undtagelse nær faller samtlige prøver fra forsøksstrekningen innen de beste grupper.

Av tabell I fremgår det at der er en del variasjon i mengden av materiale som passer sikt nr. 200. Man tilstrebet å holde denne mengde mellom 10—15 %, men variasjonen må tilskrives at det var et helt nytt arbeide som blev utført på et helt ferskt veianlegg av uøvede og uerfarne folk.

Særlig fallt knusningen av leiren vanskelig. Variasjonen har dog sin interesse i forsøksøiemed.

I fig. 21 er opstillet grafisk idealkurve samt øvre og undre kurve for tillatte blandinger som antas å passe i Norge under de fleste forhold og ved siden av disse er inntegnet kurvene for de prøver som blev tatt fra forsøksvei nr. 1 og som holdt i 1936.

Idealkurven er tegnet strek-punkteret. De øvre og undre grenser er tegnet med tykke streker. Den tykke, strekede linje som er tegnet mellom sikt nr. 200 og sikt nr. 4 angir de øvre grenser som nu anbefales av den amerikanske veiingeniørforening og som er anerkjent av en av ingeniørene ved hovedveikontoret.

Med hensyn til de optegnede kurver mellom partikkelstørrelse 0,001 mm (= 1 $\mu$ ) og sikt nr. 200 ønsker jeg sterkt å pointere at disse kurver er tegnet op etter et par amerikanske kurver samtidig som jeg dog som svar på forespørsel har fått bekræftet at kurvens forløp kan fravikes såfremt de opstillede analysekrav for fraksjonen under sikt nr. 40 oppfylles.

Dette antar jeg spesielt kan gjøre sig gjeldende når en i kjemisk henseende gunstig leire foreligger eller når den er bragt derhen ved tilsetninger.

Hensikten med disse kurver er at de skal tjene som et slags bevis for hvad som blev hevdet i artikkelen i nr. 5, 1934 av «Meddelelsene».

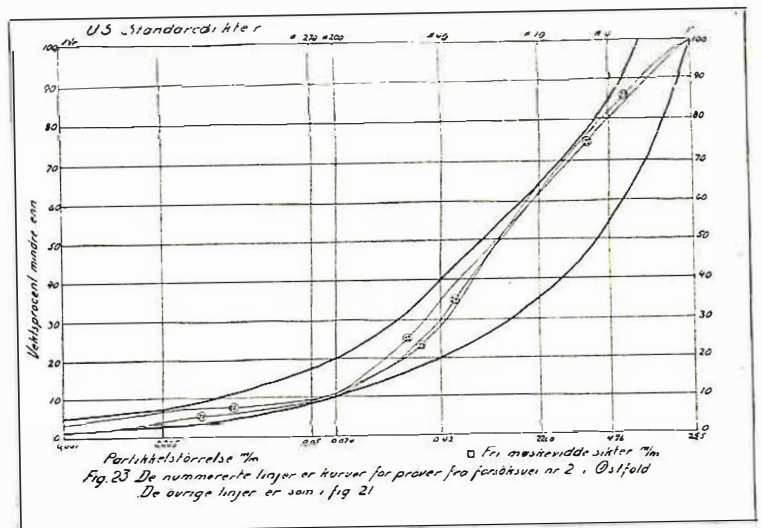
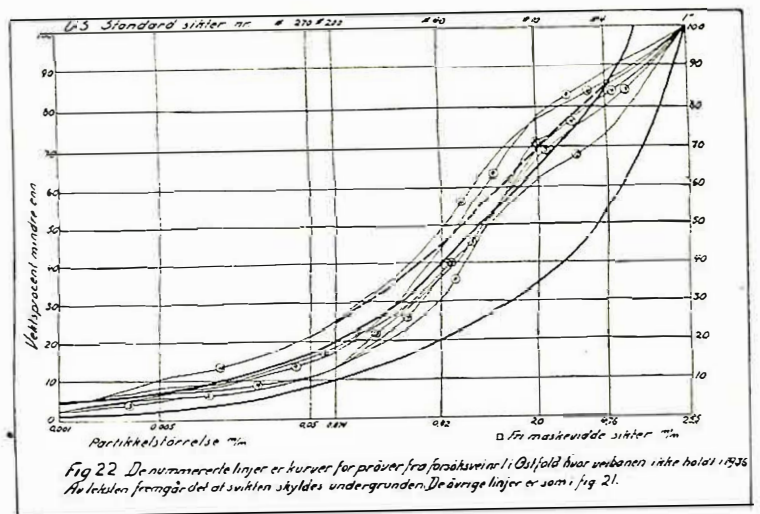
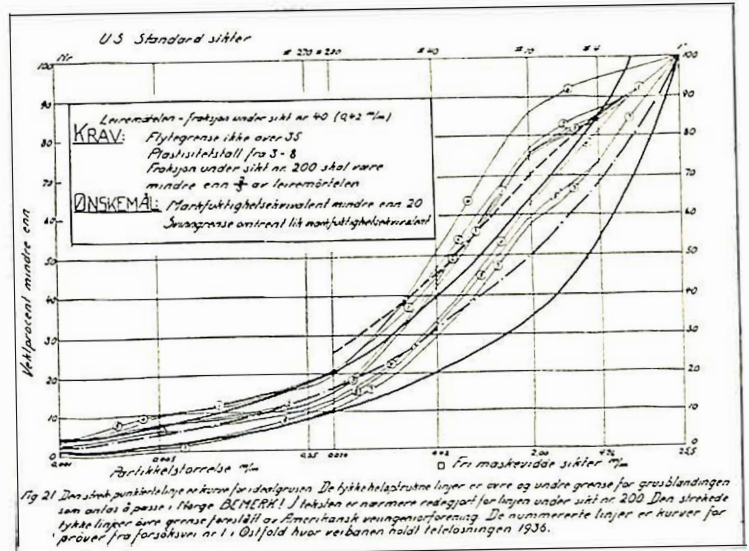
Disse kurver viser nettop blandinger som består av dårlig grus som i daglig tale nærmer sig betegnelsen sand, men som dog gjorde meget god nytte for en vei med den trafikk som denne vei har.

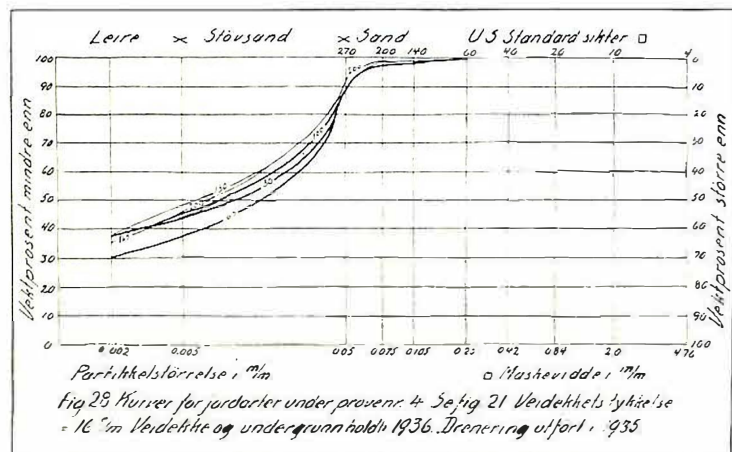
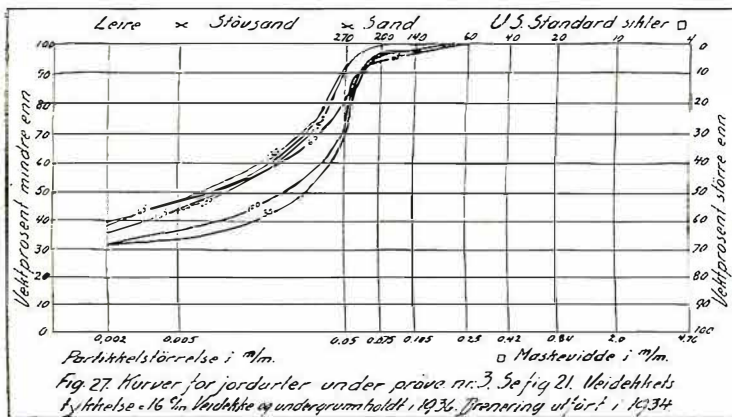
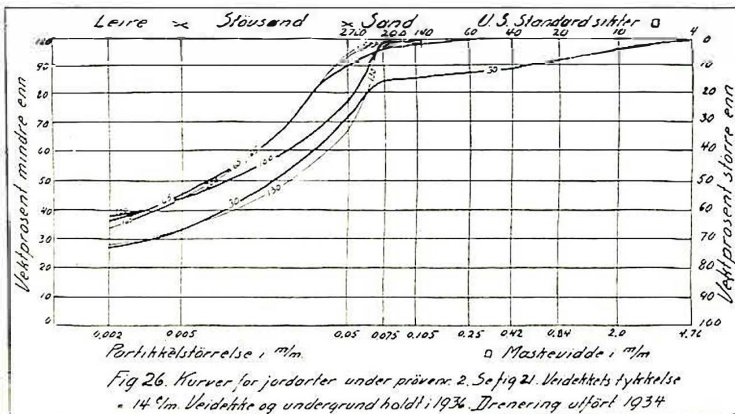
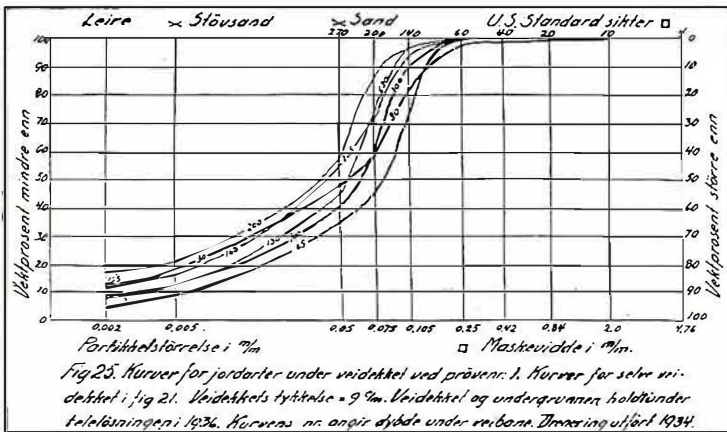
Enn skjønt blandingene altså ikke ligger innenfor den som kan anbefales, tjener de dog således som en rettledning for hvad man under progressiv veibygging kan opnå når man av økonomiske grunner er nødsaget til å benytte de materialer man har for hånden og er avskåret fra å skaffe de kostbare stenmaterialer.

Bare man har en hensiktsmessig leire som blir absolutt oppløst og godt ensartet blandet og veibanen får tilstrekkelig konsolidering før høstregnet begynner, vil man være langt hjulpet, sær-

lig hvis man i de øverste ca. 5 cm. får de anbefalte mengder stenmaterialer.

I fig. 22 er angitt de samme kurver for de til-





latte blandinger som i fig. 21, men her er ved siden av inntegnet kurvene for de prøver som blev tatt fra forsøksvei nr. 1, hvor veien ikke holdt i 1936.

Hvis man sammenligner siktekurvene for grusdekket fra de steder hvor veibanen holdt med dem hvor veibanen ikke holdt, vil man ikke finne nogen nevneverdig forskjell på dem. Det er omtrent like store variasjoner innen begge grupper.

Det samme gjelder markfuktighetskvalient, flytegrense og plastisitetstall.

Hvad tykkelsen av veidekket angår ligger den noget under der hvor veibanen ikke holdt, men samtidig kan også opvises tykkelser langt større enn der hvor veibanen holdt.

Det er derfor undergrunnens beskaffenhet som var avgjørende.

Undergrunnens beskaffenhet skal dog behandles senere da man ønsker først å behandle ferdig selve grusdekket.

De siktekurver som er angitt for prøvenummerne 7 og 8 og 15 og 16 skriver sig fra året 1937 efterat veidekket over hele veiens lengde var forsterket.

\*

Vi forlater nu forsøksvei nr. 1 og går over til nr. 2

Denne vei blev bygget med grusisolasjons-skikt.

Grusdekket blev gjort 20 cm tykt. Ca. halvparten av denne tykkelse kunde derfor hvad siktekurve og spesifikasjoner angår godt utføres efter de spesifikasjoner som i U. S. A. er angitt for grusfundament.

Dekket fikk også en sådan utførelse. I oversikten over grusprøvene er der derfor skjelnat mellom fundament og slitedekke.

Det vil sees at fundamentet innholder mindre av finpartikler.

Grusen er her hentet fra Brennmoen grustak hvor man har grusfremstillingsanlegg som knuser de for store stener. Man har derfor her fått siktekurver som ligger innenfor de grenser som anbefales. Men heller ikke her er foretatt noen ekstra omkostninger for å få den absolutt beste gradering. Man har tatt grusen eftersom den falt sig i grustaket og det vil sees at graderingen er blitt ganske jevn.

En enkelt prøve inneholder mer sten enn de andre og det skriver sig fra at man apenbart er kommet inn i en stenare i grusveggen.

Innholdet av finpartikler er meget jevnt og ligger nokså nær de undre grenser så vel med hensyn på selve leiren som også hele den del som passerer sikt nr. 40.

Efter forskriftene skal den del som passerer sikt nr. 200 være under 2 tredjedeler av den del som passerer sikt nr. 40.

Dette krav sees å være opfylt i høieste grad og følgen er også at det totale kolloidinnhold ligger



innenfor de krav som er oppstillet i U. S. A. samtidig som plastisitetstallet er gunstig.

Leiren blev tatt i veiskjæringen og inneholdt fra 50—65 % mindre enn 2<sub>n</sub> avhengig av den dybde i hvilken leiren blev tatt. Prøve nr. 17 er tatt fra det billass som er gjengitt i fig. 9 i første del av artikkelen.

Prøve nr. 23 er tatt fra det sted hvor prøvebelastning med bolt av diameter 13 mm blev tatt.

Likeledes er prøve nr. 24 for det sted hvor belastning med bolt på 25 mm diameter blev foretatt.

I fig. 23 er inntegnet kurven for nr. 22, 23 og 24.

De sees i sin helhet å falle innefor de tillatte grenser om det enn hadde vært å ønske at blandingen hadde inneholdt mere grovgrus.

### ANALYSE AV LEIREMØRTELEN

Ser man på plastisitetstallet for de forskjellige veidekksprøver såvel fra forsøksvei nr. 1 som nr 2 faller det straks i øinene at plastisitetstallet ikke alltid er direkte proporsjonalt med leiremengden. Ved nærmere analyse viser det sig å være flere faktorer som er bestemmende.

Som bekjent undersøkes plastisitetstallet av den del som passerer sikt nr. 40 som har maskevidde 0,42 mm. Denne fraksjon kan vel hensiktsmessig betegnes med leiremørtelen. Jeg er på det rene med at betegnelsen har sin mangel, da den lett kan forveksles med den amerikanske betegnelse «jordmørtelen» som betegner den del som passerer sikt nr. 10 med maskevidde 2,0 mm. Hvad jeg kaller leiremørtel blir i U. S. A. almindelig betegnet med «soil fines».

I tabellene I og II er angitt fraksjonene mellem siktene 40—60, 60—140, 140—200, 0,05—0,005 og leire.

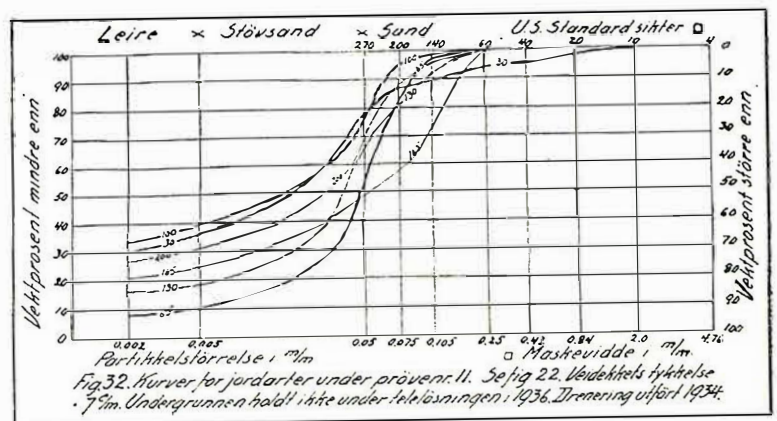
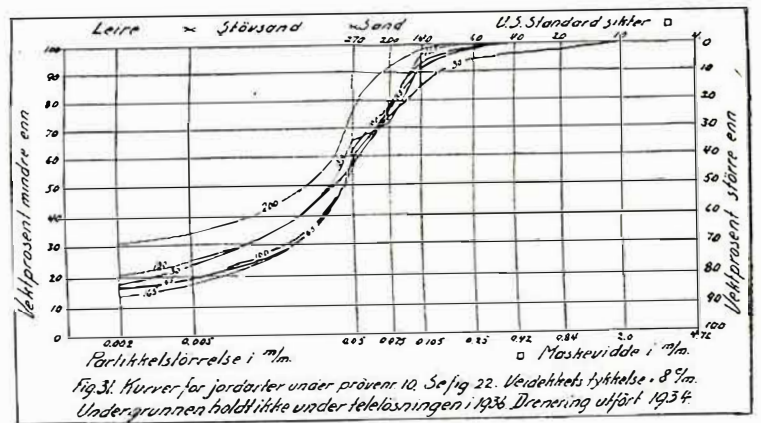
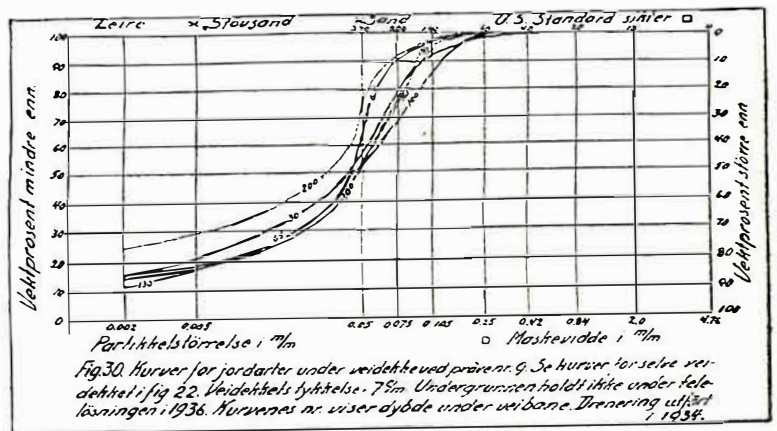
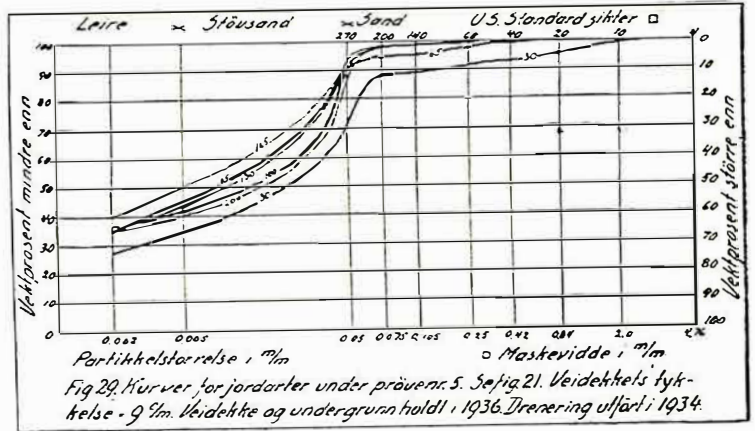
Det er rimelig at leiremørtelens plastisitet er avhengig foruten av leiren også av hvordan stoffet er fordelt på de øvrige fraksjoner, men det som er mest avgjørende er dog leirens egenskaper og stenmelets når sådant er anvendt. Der henvises derfor til de teoretiske betraktninger som nærværende artikkel blev innledet med.

Med henblikk på leirens kornstørrelse har vi foretatt en del analyser hvorav her skal gjengis en del resultater.

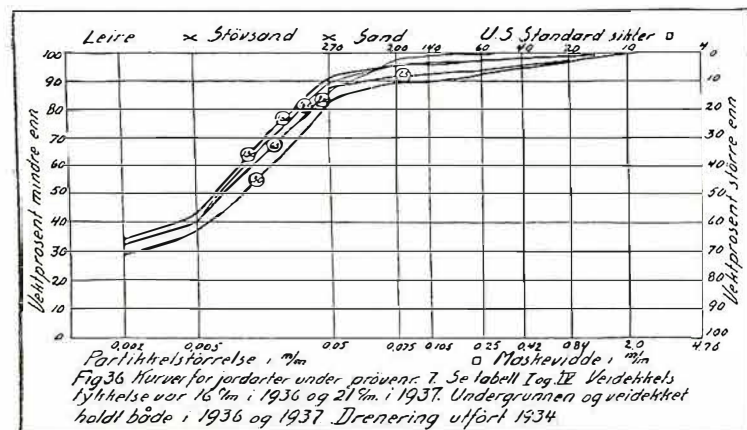
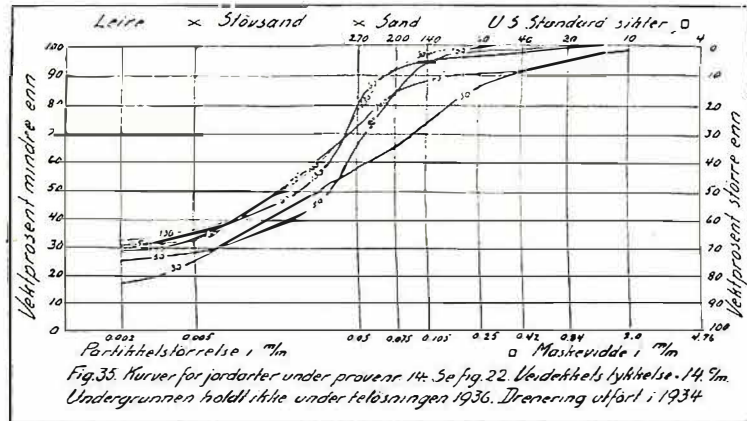
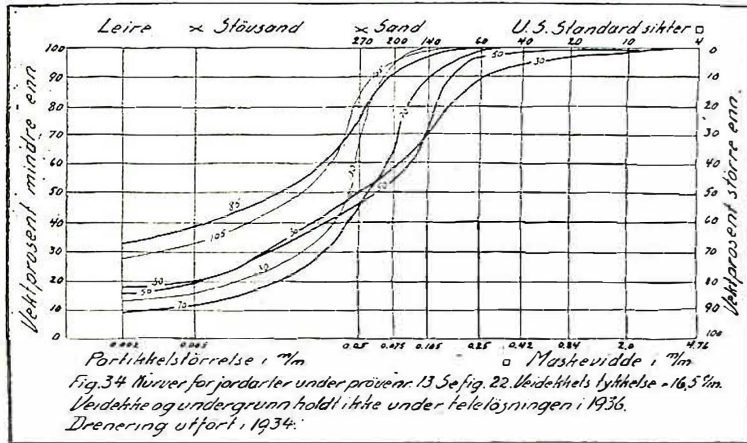
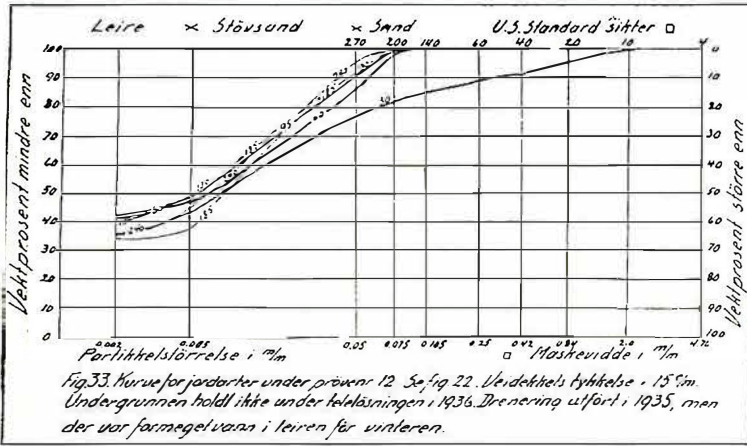
Som det ovenfor er berettet holder i U. S. A. enkelte på at leiremørtelen skal ha et plastisitetstall på 3—8, andre forlanger at det ikke skal være mindre enn 4 eller større enn 9, atter andre holder på intervallet 4—12 o. s. v.

Det kunde derfor ha sin interesse å undersøke hvilken mengde av de forskjellige leiresorter som trengtes for å erholde at plastisitetstall på ca. 3—4.

Først skal forutskikkes den bemerkning at finhetsgraden hos de forskjellige anvendte leiresorter blev bestemt ved professor Boujoucos' raske hydrometern metode hvorved erholdes procent-



Leiremørtel  
Jordmørtel



mengde mindre enn  $2\mu$ . Man fant det ikke nødvendig å ta utgifter med å bestemme mengden mindre enn  $1\mu$  for alle leirene.

Som holdepunkt skal bare opplyses at en leire som etter den nevnte metode fantes å inneholde 78,8 %  $< 2\mu$  inneholdt 51,5 %  $< 1\mu$  etter professor A. H. M. Andreasens pipetmetode.

Den første leire som blev underkastet nevnte prøve var hentet fra Onsøy og inneholdt ca 80 %  $< 2\mu$ .

Som sand anvendtes en naturesand som passerte sikt nr. 40, men lå igjen på sikt nr. 200. Sanden skulde derfor antas å være tilstrekkelig ensartet for alle seriene.

For nevnte leire erholdtes følgende data:

«a» 95 gram leire + 105 gram sand

40 % mindre enn  $2\mu$ .

Flytegrense ..... 22,4  
 Plastisitetsgrense ..... 15,0  
 Plastisitetstall ..... 7,4

83 gram leire + 117 gram sand

35 % mindre enn  $2\mu$ .

Flytegrense ..... 21,5  
 Plastisitetsgrense ..... 14,2  
 Plastisitetstall ..... 7,3

76 gram leire + 124 gram sand

32 %  $< 2\mu$ .

Flytegrense ..... 19,0  
 Plastisitetsgrense ..... 13,2  
 Plastisitetstall ..... 5,8

57 gram leire + 143 gram sand

24 %  $< 2\mu$ .

Flytegrense ..... 18,4  
 Plastisitetsgrense ..... 13,3  
 Plastisitetstall ..... 5,1

52 gram leire + 148 gram sand

22 %  $< 2\mu$ .

Flytegrense ..... 17,1  
 Plastisitetsgrense ..... 12,9  
 Plastisitetstall ..... 4,2

Som bekjent skal den av leiremørtelen som passerer sikt nr. 200 ikke være mere enn 2 tredjedeler eller 66 %.

Alle de ovenfor nevnte blandinger oppfyller dette krav. Selv i den feteste blanding er nevnte del bare ca. 45 %. Enn videre sees flytegrensen å være gunstig.

Av denne fete leire skal der en forholdsvis meget liten prosent til for å erholde et plastisitetstall på 4,2.

Da det er leireinnholdet som avgjør mengden av svelning og svinn skulde det være rimelig at

*fet*



man ved denne leire skulde få et godt resultat. Forsøk har også vist dette.

Selv med et større leireinnhold enn det som her gav et plastisitetstall på 4,2 har man med samme sort leire oppnådd en svinggrense som ligger ganske nær markfuktighetsekvivalten, idet førstnevnte var 12,4 og sistnevnte 13,2.

Neste leire som blev undersøkt var en leire fra Glemmen. Den inneholdt ca. 65 % som var mindre enn 2  $\mu$ .

Med denne leire erholdtes følgende resultater:

«b» 98,5 gr. leire + 101,5 gr. sand  
32 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 22,3  
Plastisitetsgrense ..... 13,8  
Plastisitetstall ..... 8,5

77 g leire + 123 g sand  
25 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 18,5  
Plastisitetsgrense ..... 12,9  
Plastisitetstall ..... 5,6

62 g leire + 138 g sand  
20 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 17,9  
Plastisitetsgrense ..... 14,3  
Plastisitetstall ..... 3,6

46 g leire + 154 g sand  
15 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 17,4  
Plastisitetsgrense ..... 16,6  
Plastisitetstall ..... 0,8

Det samme som blev sagt om foregående leire kan også sies om denne.

Neste leire som undersøktes blev tatt i Spydeberg.

Denne inneholdt 58 % < 2  $\mu$ .

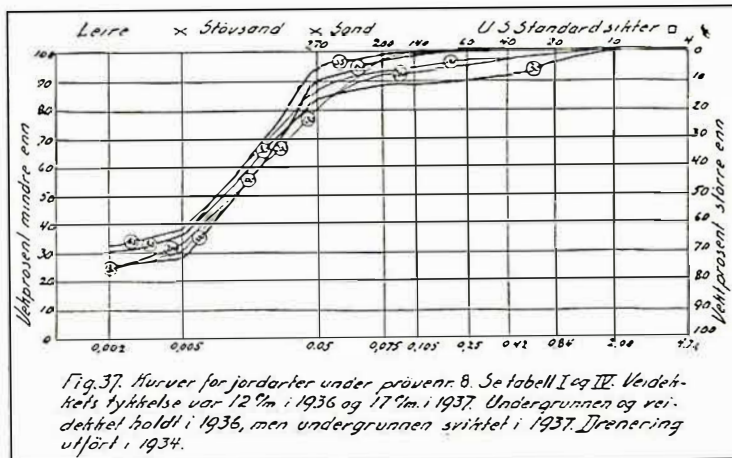
Den gav følgende resultater:

«c» 110,5 g leire + 89,5 g sand  
32 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 21,7  
Plastisitetsgrense ..... 14,1  
Plastisitetstall ..... 7,6

86 g leire + 114 g sand  
25 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 17,6  
Plastisitetsgrense ..... 13,1  
Plastisitetstall ..... 4,5



Det samme som ovenfor er fremholdt om leiren kan fremdeles sies.

Dernest blev undersøkt en leire fra Eidsberg. Den inneholdt ca. 47 % < 2  $\mu$ .

Følgende resultater erholdtes:

«d» 85 g leire + 115 g sand  
20 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 16,8  
Plastisitetsgrense ..... 11,7  
Plastisitetstall ..... 5,1

77 g leire + 123 g sand  
18 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 16,9  
Plastisitetsgrense ..... 13,1  
Plastisitetstall ..... 3,8

64 g leire + 136 g sand  
15 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 15,3  
Plastisitetsgrense ..... 12,8  
Plastisitetstall ..... 2,5

Denne leire sees å gi større plastisitet enn den foregående selv for mindre leireinnhold.

En annen leire fra Eidsberg viste et innhold på ca. 27 % < 2  $\mu$ .

Den gav som resultat:

«e» 151 g leire + 49 g sand  
20 % < 2  $\mu$ .

Flytegrense ..... 20,6  
Plastisitetsgrense ..... 16,9  
Plastisitetstall ..... 3,7

Da det ytterligere kan opplyses om denne leire at den inneholdt 96,6 % som passerte sikt nr. 200 fremgår det at denne leiremørtel ikke tilfreds-

*Se side 77*

Tabell IV. Oversikt over analyser av prøver fra planeringen ved forsøksvei nr. 1 Østfold.

Dybde under vei-banen i cm	Prøvenummer	Undergrunn hvor veidekket holdt under teleløsningen 1936								Undergrunn hvor veidekket ikke holdt under teleløsningen 1936							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
30	Vanninnhold i %	22,9	14,8	16,7	15,6	14,5	24,3	19,7	17,9	15,8	23,5	14,6	18,3	19,0	21,8		
	<i>Siktefraksjoner:</i>																
	Ligger på sikt nr. 4 i %	0,25	0,13	0,00	0,00	0,20	0,37	0,0	0,1	0,05	0,10	0,05	1,60	0,54	1,19		
	10	0,38	3,33	0,03	0,125	0,90	1,27	0,8	0,3	0,10	1,28	0,45	1,33	0,95	1,07		
	20	0,73	4,30	0,05	0,075	3,60	2,00	2,8	2,8	0,40	1,30	2,33	1,40	1,65	2,24		
	40	0,98	3,83	0,25	0,20	3,20	3,23	2,5	5,4	0,83	1,45	2,10	4,53	3,03	4,32		
	60	0,39	0,97	0,40	0,40	1,01	0,93	1,5	0,8	0,39	0,77	1,00	2,44	4,31	4,90		
	140	15,80	2,16	2,48	1,29	2,44	3,62	3,6	1,8	5,60	10,45	4,60	3,35	20,30	16,90		
	200	20,20	0,31	1,34	0,30	0,18	0,84	0,2	0,4	13,37	10,50	2,04	0,27	10,85	3,36		
	Passert 200	60,30	84,60	94,30	97,00	88,20	87,20	88,3	88,2	78,40	73,80	87,20	84,30	57,60	64,90		
	<i>Sedimentasjon:</i>																
	Sand (-0,05 mm)	52,0	28,7	29,9	10,4	29,80		16,8	16,8	42,8	43,3	21,60	22,9	49,5	41,8		
Støvsand (0,05-0,005 mm)	29,6	38,0	35,9	46,2	36,0		46,2	46,8	36,3	33,1	41,7	34,2	30,8	33,2			
Leire (0,005-0 mm)	18,2	33,3	33,8	43,3	34,0		37,0	36,4	20,8	23,6	36,5	43,0	19,7	24,9			
Finere leire (0,002-0 mm)	11,9	27,1	31,8	37,3	27,4		28,9	30,2	14,8	17,6	30,0	35,7	16,0	17,5			
Vanninnhold i %	23,7	17,0	18,0	18,0	15,8		19,7	13,8	16,3	14,7	18,8	23,9	29,0	22,1			
<i>Siktefraksjoner:</i>																	
Ligger på sikt nr. 4 i %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,45			
10	0,05	0,03	0,00	0,025	0,075		0,2	0,0	0,03	0,08	0,01	0,00	0,07	1,02			
20	0,03	0,03	0,05	0,025	0,075		2,6	0,2	0,08	0,63	0,08	0,03	0,32	4,23			
40	0,15	0,43	0,45	0,15	0,75		1,7	0,3	0,43	1,18	1,20	0,10	0,69	3,05			
60	0,10	0,35	0,40	0,20	0,50		0,9	0,3	0,10	0,29	0,20	0,20	0,49	1,00			
140	27,05	2,08	2,43	0,85	3,71		2,5	0,5	1,89	6,24	1,04	0,70	24,40	2,73			
200	26,95	0,24	0,35	0,15	0,15		0,2	0,1	6,96	16,25	15,54	0,20	18,50	2,55			
Passert 200	44,80	96,40	95,70	98,40	94,60		91,8	98,2	89,80	75,00	81,60	98,20	53,70	84,00			
<i>Sedimentasjon:</i>																	
Sand (-0,05 mm)	65,0	9,8	19,4	9,8	8,6		12,6	6,5	36,1	39,2	44,50	13,3	53,0	27,8			
Støvsand (0,05-0,005 mm)	26,2	44,7	33,0	53,1	46,1		47,5	56,9	45,6	41,9	45,1	39,6	27,3	39,9			
Leire (0,005-0 mm)	8,7	45,4	47,3	37,0	45,2		39,9	36,6	17,9	18,9	10,4	47,1	19,6	32,4			
Finere leire (0,002-0 mm)	4,1	36,4	38,4	30,0	34,8		32,3	30,8	15,1	16,6	8,4	41,1	15,7	28,7			
Vanninnhold i %	18,5	19,0	17,9	17,7	17,6		21,6	20,9	18,8	1,25	17,0	26,5	13,5	20,1			
<i>Siktefraksjoner:</i>																	
Ligger på sikt nr. 4 i %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,0	0,5	0,00	0,00	0,00	0,13	0,02	0,00			
10	0,05	0,00	0,05	0,075	0,00		0,1	0,1	0,00	0,08	0,03	0,03	0,01	0,13			
20	0,08	0,025	0,05	0,10	0,03		1,3	0,6	0,05	0,33	0,05	0,07	0,05	0,72			
40	0,33	0,45	0,38	0,325	0,10		0,6	0,7	0,13	0,95	0,35	0,07	0,35	1,35			
60	0,25	0,25	0,15	0,20	0,20		0,4	0,5	0,10	0,15	0,15	0,00	0,10	0,69			
140	10,20	1,54	1,98	1,89	1,25		1,6	0,7	13,96	4,73	1,54	0,40	9,99	2,18			
200	28,80	0,25	0,15	0,10	0,15		0,1	0,2	17,75	17,40	1,89	0,10	24,79	2,58			
Passert 200	60,00	96,90	96,60	97,00	98,00		95,7	94,8	67,10	76,00	95,60	98,50	64,39	93,30			
<i>Sedimentasjon:</i>																	
Sand (-0,05 mm)	59,3	22,7	28,0	11,3	8,2		8,3	9,7	46,9	38,00	22,8	9,1	53,2	20,5			
Støvsand (0,05-0,005 mm)	28,0	32,8	34,9	44,6	49,9		49,2	61,6	35,9	42,4	37,9	42,7	34,6	44,9			
Leire (0,005-0 mm)	12,8	44,4	36,8	44,8	41,7		42,5	28,6	17,1	19,5	39,2	48,2	12,1	34,6			
Finere leire (0,002-0 mm)	8,1	38,3	31,7	36,9	36,7		33,8	25,5	14,4	16,4	34,3	42,7	9,1	30,6			
Vanninnhold i %	18,1	19,6	18,9	19,5	17,9		23,1	17,1	19,4	17,2	16,1	27,7	23,4	19,6			
<i>Siktefraksjoner:</i>																	
Ligger på sikt nr. 4 i %	0,10	0,08	0,00	0,375	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01			
10	0,03	0,05	0,00	0,10	0,025		0,0	0,1	0,05	0,03	0,05	0,00	0,03	0,06			
20	0,08	0,10	0,025	0,125	0,025		1,4	0,5	0,13	0,33	0,08	0,07	0,10	0,97			
40	0,28	0,10	0,075	0,25	0,18		0,4	0,5	0,25	0,50	0,20	0,17	0,20	1,15			
60	0,05	0,30	0,10	0,14	0,10		0,8	0,3	0,10	0,10	0,15	0,10	0,20	0,20			
140	3,13	1,14	0,50	0,44	1,39		1,3	0,9	3,63	7,53	7,27	0,50	1,90	3,26			
200	22,00	0,10	0,15	0,05	0,10		0,1	0,8	19,30	18,90	11,70	0,00	5,99	9,79			
Passert 200	73,80	97,50	98,80	98,0	98,00		95,9	96,9	75,80	72,10	80,20	98,60	91,00	85,20			
<i>Sedimentasjon:</i>																	
Sand (-0,05 mm)	55,2	31,6	8,7	10,2	6,9		9,3	19,3	46,0	34,30	33,1	7,2	24,8	32,5			
Støvsand (0,05-0,005 mm)	32,3	34,3	43,7	41,6	49,3		47,7	50,4	36,8	40,50	48,2	42,1	35,9	39,1			
Leire (0,005-0 mm)	12,5	33,8	47,4	48,0	43,6		43,0	30,3	17,0	25,2	18,6	49,7	39,2	28,5			
Finere leire (0,002-0 mm)	8,8	28,7	39,6	38,2	35,0		34,2	24,2	11,3	21,3	16,7	40,7	33,2	25,4			
Vanninnhold i %	18,9	20,4	19,2	20,4	19,1		22,8	20,6	20,5	18,1	17,2	27,3	20,4	20,5			
<i>Siktefraksjoner:</i>																	
Ligger på sikt nr. 4 i %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,0	0,9	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57			
10	0,03	0,025	0,00	0,03	0,075		0,1	0,4	0,03	0,08	0,075	0,03	0,10	0,03			
20	0,08	0,05	0,03	0,25	0,05		1,1	0,7	0,13	0,13	0,275	0,07	0,20	1,07			
40	0,15	0,025	0,05	0,60	0,175		0,7	1,4	0,20	0,38	0,40	0,10	0,47	0,30			
60	0,05	0,10	0,25	0,10	0,20		0,3	0,8	0,10	0,00	0,15	0,10	0,10	0,10			
140	6,13	0,75	0,45	0,64	1,54		1,3	2,1	4,26	3,03	26,10	0,20	1,18	4,45			
200	20,80	0,15	0,15	0,20	0,20		0,1	0,6	18,20	20,30	16,50	0,10	2,46	10,18			
Passert 200	72,40	98,60	98,70	98,00	97,50		96,2	93,0	76,20	75,50	55,60	99,00	94,80	83,40			
<i>Sedimentasjon:</i>																	
Sand (-0,05 mm)	45,1	7,4	7,9	8,8	8,3		10,7	13,3	46,20	43,6	50,4	8,3	16,0	27,5			
Støvsand (0,05-0,005 mm)	38,9	46,9	47,8	46,5	41,6		49,6	48,3	36,5	39,7	25,1	54,3	50,9	39,6			
Leire (0,005-0 mm)	15,9	45,5	44,0	44,5	50,0		39,7	38,4	17,1	16,6	24,4	37,4	33,1	33,0			
Finere leire (0,002-0 mm)	13,2	36,6	35,9	36,6	40,4		31,9	32,5	13,3	13,6	20,7	34,3	28,1	30,9			
Vanninnhold i %	20,0	21,0	19,8	20,6	20,3		20,2	21,2	22,4	20,5	18,1	28,7	19,6	20,9			
<i>Siktefraksjoner:</i>																	
Ligger på sikt nr. 4 i %	0,00	0,00	0,00	0,025	0,00		0,0	0,4	0,00	0,00	0,025	0,00	0,00	0,00			
10	0,08	0,025	0,03	0,05	0,03		0,1	2,6	0,03	0,01	0,025	0,00	0,03	0,03			
20	0,05	0,025	0,04	0,025	0,10		0,2	0,4	0,05	0,03	0,05	0,03	0,07	0,30			
40	0,08	0,05	0,05	0,13	0,15		0,5	1,5	0,08	0,08	0,05	0,07	0,47	0,77			
60	0,10	0,00	0,10	0,05	0,10		0,3	0,6	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,39			
140	2,94	1,00															



Tabell nr. 1. Oversikt over analyser av prøver fra forsøksvei nr. 1 i Østfold.

Prøvenummer	Veidekker som holdt under teleløsningen 1936								Veidekker som ikke holdt under teleløsningen 1936						Prøver fra veidekket som holdt i 1937	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			94	1625 101	1632 108	1623 4	2128 190	2144 203				1315	1328	1335	2135	
Veidekkets tykkelse i cm .....	9	14	16	16	9	16	16	12	7,0	8,0	7,0	15,0	16,5	13,0		
Tørrvekt kg pr. hl.....																
Siktefraksjoner:																
Ligger igjen på sikt nr. 4 i % .....	16,18	13,48	15,96	19,22	14,56	5,30	26,4	26,6	11,70	13,94	15,18	26,55	19,9	16,95	45,7	19,4
2 1 10 .....	8,84	9,14	8,34	17,38	9,54	8,30	15,3	14,0	10,44	8,90	14,86	11,00	12,1	11,55	16,0	11,2
20 .....	9,34	11,24	10,02	13,26	10,04	10,83	11,7	11,3	10,80	8,30	14,02	9,70	10,8	13,27	9,0	10,8
40 .....	20,64	22,70	22,56	15,96	19,16	23,70	16,0	15,2	22,58	18,80	20,64	14,68	20,5	20,85	10,1	17,1
60 .....	12,11	12,44	12,84	9,05	11,70	14,99	7,5	7,7	12,20	11,41	9,58	8,21	11,1	12,35	3,7	9,4
140 .....	10,40	13,30	13,74	10,06	13,10	15,56	10,7	10,9	12,36	11,30	11,00	9,61	12,15	11,43	6,0	12,2
200 .....	1,26	1,04	0,95	1,28	1,05	1,24	1,3	1,6	1,17	1,80	1,25	0,79			0,9	2,1
Passert 200 .....	20,98	16,28	15,33	13,55	20,69	19,28	11,1	12,7	17,30	25,07	13,24	18,97	13,25	13,35	8,6	17,6
Sedimentasjonsanalyse:																
Sand (—0,05 mm) .....	82,4	83,9	84,6	86,4	80,0	77,7	90,1	87,5	82,3	77,6	88,0	80,2	88,8	88,2	92,3	84,3
Støvsand (0,05—0,005 mm) .....	8,0	8,3	7,8	7,4	9,7	11,8			8,9	10,2	6,3	9,9	5,8	5,3		10,0
Leire (0,005—0 mm) .....	9,4	7,8	7,5	6,2	10,2	10,4			8,6	10,9	5,6	9,9	5,4	6,5		5,6
Finere leire (0,002—0 mm) .....	6,8	6,0	6,6	5,7	8,9	8,3			7,2	7,8	4,7	8,3	5,1	5,3		4,4
Markfuktighetsekivalent .....	19,0	14,7	15,3	19,6	22,1	17,9			19,0	18,1	14,3	17,7	14,3	14,5		
Flytegrense .....	19,0	17,2	19,5	23,6	21,0	20,7	18,7	18,4	17,7	23,1	19,5	21,7	15,4	15,7	20,3	17,2
Plastisitetsgrense.....	16,5	14,3	15,5	19,3	18,6	14,2	14,3	13,8	14,8	19,0	17,6	16,0		11,9	13,7	13,5
Plastisitetstall .....	3,5	2,9	4,0	4,3	2,4	6,5	4,4	4,6	2,9	4,1	1,9	5,7	0,0	3,8	6,6	3,7

stiller kravet om at den del som passerer sikt nr. 200 skal være mindre enn to tredjedeler av leiremørtelen.

Endelig blev i dette øiemed også undersøkt en leire fra Rakkestad.

Den inneholdt ca.  $35 < 2 \mu$ .

Den gav følgende resultat:

«f» 115 g leire + 85 g sand  
20 %  $< 2 \mu$ .

Flytegrense .....	17,5
Plastisitetsgrense .....	14,1
Plastisitetstall .....	3,4

Forutsatt at svinn og svelning er tilfredsstillende vil denne leire kunde brukes.

I den her nevnte analyseserie er sanden praktisk talt den samme. At plastisitetstallet øker med økende leireinnhold i hver serie måtte man derfor vente. Men samtidig viser de utførte analyse-serier at plastisitetstallet for samme leiremengde øker med økende finhetsgrad hos leiren og dette behøvet jo ikke å ha funnet sted. Siden det allikevel har funnet sted skulde det tyde på at de anvendte leirer i kjemisk henseende er nogenlunde ensartet. En undtagelse danner dog leiren i «d»-serien som inneholdt ca 47 %  $< 2 \mu$  idet den har større plastisitet enn leiren i «c»-serien som inneholdt hele 58 %  $< 2 \mu$ . Imidlertid kan det jo hende at førstnevnte har større mengde av f. eks. partikler under  $1 \mu$  enn sistnevnte samtidig

som det også kan være avhengig av finhetsgraden over  $2 \mu$ .

Hvorom allting er så kan det ha sin interesse å undersøke forholdet mellom mengde leire og sand i de utførte serier og etterpå sammenligne med tilsvarende forholdstall hos de utførte forsøksveier.

Forholdstallet mellom mengden av leire og sand kan eksempelvis betegnes med leire-sand-faktoren. Dernest kan det ha sin interesse å regne ut forholdet mellom den opnådde plastisitet og leire-sand-faktoren. Det tall som derved fremkommer har jeg valgt å betegne som kohæsjonsgraden for at benevnelsen ikke skal skape forveksling med de andre betegnelser hvor ordet plastisitet anvendes.

Hvis vi nu har samme sort sand og samme sort leire og øker leiresand-faktoren så vil også plastisitetstallet øke.

Herunder kan det ha sin interesse å se i hvilken grad kohæsjonsgraden varierer.

Grunnen til at jeg har valgt å regne ut de ovenfor nevnte faktorer er den at man derved får en mer oversiktig vurderingsmåte av de forskjellige leiremørtlers kvalitet.

Man har regnet ut sandleirefaktoren og kohæsjonsgraden for de nettop beskrevne analyse-serier «a—f» samt for grusblandingene fra forsøksvei nr. 1 og nr. 2 gjengitt i tabell I og II og opført samtlige data i tabell III.

Den ubrukbare leire «e» har en kohæsjonsgrad på 12,3, men den er ikke ønskelig på grunn av sitt store innhold av støvsand som beløper sig til ca. 57 %.

Tabell II. Oversikt over analyser av prøver fra forsøksvei nr. 2, Østfold, tatt 1937.

	Fra fundamentet					Fra selve veibanen			
	17	18	19	20	21	22	23	24	
Siktefraksjoner:									
Ligger igjen på sikt nr. 4 i % .....	30,0	32,1	40,4	33,0	34,2	20,2	18,0	18,4	
10 .....	13,3	17,6	12,5	16,3	17,0	17,2	16,8	18,6	
20 .....	14,4	13,6	11,6	11,3	13,2	17,0	16,8	15,6	
40 .....	19,2	18,3	14,6	17,1	16,3	18,0	19,7	17,8	
60 .....	7,1	6,2	5,6	6,6	5,4	7,6	7,1	6,9	
140 .....	7,2	4,9	7,1	7,2	5,2	9,3	9,6	10,1	
200 .....	0,7	0,7	0,8	0,9	0,6	0,9	1,8	1,8	
Passert 200 .....	8,1	6,6	7,7	7,6	7,7	10,8	10,2	10,8	
Sedimentasjonsanalyse:									
Sand (—0,05 mm) .....	92,4	94,0	93,0	93,1	92,8	90,1	86,1		
Støvsand (0,05—0,005 mm) .....	2,2	1,7	1,8	2,1	2,7	3,5	9,9		
Leire (0,005—0 mm) .....	5,4	4,3	5,2	4,8	4,5	6,4	4,0		
Finere leire (0,002—0 mm) .....	4,4	4,0	4,4	4,2	4,2	5,9	1,7		
Flytegrense .....	16,0	17,5	17,4	17,0					
Plastisitetsgrense .....	12,1	13,2	11,9	14,7					
Plastisitetstall .....	3,9	4,3	5,5	2,3					

Side 73



Tabell III. Oversikt over leiresandfaktor og kohæsjonsgrad for analyseserier a—f og de i tabell I og II opførte grusprøver fra forsøksvei nr. 1 og nr. 2 i Østfold.

Prøvenummer	Leiresandfaktor	Plastisitetstall	Kohæsjonsgrad
a <sub>1</sub>	0,74	7,4	10,0
a <sub>2</sub>	0,59	7,3	12,3
a <sub>3</sub>	0,51	5,8	11,4
a <sub>4</sub>	0,34	5,1	15,0
a <sub>5</sub>	0,21	4,2	13,5
b <sub>1</sub>	0,52	8,5	16,3
b <sub>2</sub>	0,36	5,6	15,5
b <sub>3</sub>	0,63	5,6	9,0
b <sub>3</sub>	0,27	3,6	13,3
b <sub>4</sub>	0,19	0,8	4,2
c <sub>1</sub>	0,59	7,6	12,9
c <sub>2</sub>	0,41	4,5	11,0
d <sub>1</sub>	0,30	5,1	17,0
d <sub>2</sub>	0,27	3,8	14,0
d <sub>3</sub>	0,21	2,5	12,0
e	0,30	3,7	12,3
f	0,30	3,4	11,3
1	0,29	3,5	12,1
2	0,22	2,9	13,1
3	0,21	4,0	19,1
4	0,22	4,3	20,0
5	0,28	2,4	8,6
6	0,23	6,5	28,5
7	Utstår inn-til senere	4,4	Utstår inn-til senere
8	—, —	4,6	—, —
9	0,24	2,9	12,1
10	0,30	4,1	13,5
11	0,194	1,9	9,8
12	0,34	5,7	16,8
13			
14			
15	Utstår inn-til senere	6,6	Utstår inn-til senere
16	0,156	3,7	23,7
17	0,308	3,9	12,6
18	0,308	4,3	14,0
19	0,323	5,5	17,0
20	0,275	2,3	8,4
Kontrollprøve på vei nr. 1	0,247	2,8	11,3

Tabellen taler forøvrig for sig selv. Plasshensyn gjør at mer detaljert diskusjon må utelates. Av større interesse er det å sammenligne kohæsjonsgraden i analyseserien «a—f» med kohæsjonsgraden for prøvene fra forsøksveiene.

Det faller da straks i øinene at kohæsjonsgraden for sistnevnte ligger tildels langt over den for serien «a—f» og dette må påkalle oppmerksomhet.

Nytten ved å regne ut kohæsjonsgraden er bl. a. den at det da faller i øiene om leiremrørte-

len i særlig grad skiller sig ut fra gjennomsnittet. Dette kan man ikke umiddelbart se av plastisitetstallet da dette jo er avhengig av leiremengden. Ser man en usedvanlig kohæsjonsgrad bør man først bli mistenksom, da den kan bero på en laboratorie- eller regnefeil. Når det gjelder materiale fra veibanen må man være særlig oppmerksom på forurensninger og tilsetninger. Eksempelvis krever klorkalcium en særskilt forholdsregel under bestemmelsen av leiremengden. Hvis det viser sig at alle beregninger er riktige blir det neste skritt å analysere alle tenkelige årsaker til det spesielt gode resultat.

At nogen av de i tabell III funne kohæsjonsgrader er så meget bedre enn andre kan skyldes leiren, men jeg er tilbøielig til å tro at det er mindre sannsynlig fordi der er foretatt en rekke undersøkelser av de anvendte leirer.

Noget kan ligge i fraksjonen fra og med sikt nr. 60 til og med støvsand, men det vesentlige antas å skyldes de kjemiske reaksjoner som er opstått etterat blandingen av veidekkmaterialene er foretatt. Det er i U. S. A. en kjent sak at blanding av sure og visse basiske bergarter gir en høiere bindestyrke enn hver av dem alene.

Vi er her ved et meget viktig punkt, nemlig

#### MASKINGRUSENS EGENSKAPER.

Når man her i Norge lenge har vært på det rene med at tilsetning av maskingrus til naturgrusen har vært av så gavnlig virkning har man vel hittil nærmest tenkt på den økede indre friksjon og ikke på de kjemiske reaksjoner som i enkelte tilfeller kan medføre øket stabilitet.

Mange mineraler dekomponeres ved vannets påvirkning og visse stenmel-sorter blir når de læskes med vann klebrige. Mange basalt-, kalk- og sandstener faller innen denne gruppe. Da man har både basalt, kalk og sandsten i vårt land skulde der være bra muligheter. Med hensyn til blanding av forskjellige bergarter kan eksempelvis nevnes at en granit som alene har en bindeevne på 3 og en kalksten som har en bindeevne på 27 når de blandes, tilsammen får en bindeevne på opptil 110.

Dette er etter min mening et forhold som man bør være meget oppmerksom på såvel under fremstilling av maskingrus som under knusning av stenen i våre grustak. I Østfolds grustak er det ihvertfall slik at såvel sure som basiske bergarter er representert og det er derfor muligheter for at man ved knusning av disse får et stenmel som under vannets påvirkning kan øke grusens indre kohæsjon. Det kan derfor være at nettopp det således erholdte stenmel er meget verdifullt og som det vil forstås mere verdifullt enn ensartet stenmel fra en ren bergart.

Når man i tabell III finner enkelte kohæsjonsgrader som skiller sig ut fra de andre kan det nettopp skyldes at man i enkelte av prøvene har

stenmel av naturgrus. Dessuten er også delvis anvendt klorkalcium som enn ytterligere kan ha bidratt til den økede kohæsjon. Disse prøver er for tiden under fortsatt nærmere undersøkelse.

Det er også sannsynlig at man ved på denne måte å undersøke forskjellige berørter kan finne hvilke man især bør blande. Ofte vil en blanding av stenmel og leire være heldig.

Denne side ved grusstabilisering vil ha betydning for hele landet kanskje ikke minst i strøk hvor man muligens mangler brukbar leire, men tilgjengeld under bygging av veier er tvunget til å sprengre meget fjell.

Mens man ved grus-leire-blandinger vanligvis krever et plastisitetstall av en viss størrelse har det vist sig at visse stennelsorter kan ha et plastisitetstall på 0 og dog ha høi bindeevne når de tilsettes kjemikalier.

#### KONSOLIDERING UNDER OPTIMALT VANNINNHOLD

Hvor mange veiingeniører har ikke oplevet den ubehagelighet at man om sensommeren og høsten har foretatt storgrusing for så senere når høstregnet har satt inn å måtte skrape av det meste igjen for at man ikke skal drukne i søle. Hvor mange har ikke måttet finne sig i dagspressens bitende satire over at man kjører grus på, den ene dag og høvler den av igjen den annen.

De her nevnte resultater er ganske naturlige. For det første kjører man på grus som langt fra er riktig gradert med det resultat at om man konsoliderer det aldri så meget vil man ikke opnå den fornskede stabilitet og tetthet. For det annet, og man kan gjerne si, delvis som følge av det nettop nevnte, skjer ikke konsolideringen under optimalt vanninnhold.

Det er jo innlysende at vannet trenger hurtigere gjennom den nevnte mangelfulle grus enn den underliggende gamle veibane og derfor blir det stående og bløte op.

Hvis man derimot har riktig gradert grus og får den konsolidert under gunstige værforhold vil man opnå så stor tetthet at regn ikke vil forårsake hjulspor.

Den progressive oppbygning av grusdekket vil gi den største tetthet og trafikken er et utmerket middel til å fremskynde konsolideringen. Man bør i tillegg hertil innrette sig slik at de biler som transporterer grusen i størst mulig utstrekning valser dekket. Sådan valsning er utmerket da dekket samtidig «knaes». Man kan opnå gode resultater om bare biler anvendes.

Når grusleire-massene maskinblandes bør vanninnholdet være fra 5 til 8 vektspersent. Ved flere prøver har det optimale vanninnhold vist sig å være 7 %.

Safremt klorkalcium tilsettes vil vanninnholdet lett kunne holdes nogenlunde konstant og i optimal mengde.

Hvis man påbegynner oppbygningen av et grusdekke nogenlunde tidlig på forsommeren vil forholdet delvis regulere sig selv. Hvis nedbør forårsaker et for stort vanninnhold vil der bli hjulspor.

Imidlertid går trafikken stadig og etterhvert som veibanen tørrer op og høvling utføres vil det tidspunkt inntre da optimalt vanninnhold er erholdt og man får den maksimale tetthet som tilsvare den konsolidering trafikken gir. Som det senere skal vises er denne rett betydelig og tilsvare et temmelig stort statisk trykk. Hvis man ikke får konsolidert et grusdekke under optimalt vanninnhold vil man få mindre tetthet. Når høstregnet kommer vil gruslaget opta den vannmengde som tilsvare dets tetthet og selv om dekket har vært fast i tørrvær vil dets stabilitet vesentlig reduseres.

*Grunnen til at det rene grusdekke har møtt så megen motstand må for en vesentlig del tilskrives at det her nevnte forhold ikke har vært viet tilbørlig oppmerksomhet.*

På de i Ostfold utførte forsøksveier er det tatt en del prøver for å undersøke den opnådde tetthet, d. v. s. tørrvekt. Denne har vært avhengig av hvor på veibanen prøvene har vært tatt. Størst tørrvekt har man fått i den hjulbane hvor det meste av trafikken har gått. Ved siden herav vil selvsagt også graderingen av materialene spille en stor rolle.

Av opnådde tørrvekter kan nevnes: 2,50 — 2,45 — 2,05 — 2,04 — 2,27 kg pr. l. Ved siden herav kan nevnes at der i den gamle veibane sønnenfor forsøksveien blev målt en tørrvekt på ca. 2,53 kg pr. l, hvilket tilsvare betong. Dette grusdekke hadde en forholdsvis bra siktekurve, men hadde dog for lite av de grove materialer. Da det heller ikke hadde noen plastisitet hadde det de mangler som følger dermed.

For konsolidering anvendes ofte en flerhullet vogn som ses i fig. 24, da en sådan både valser og knar.

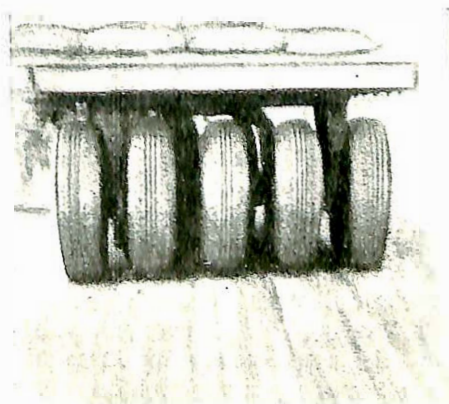


Fig. 24.



Det optimale vanninnhold er det vanninnhold hvorved man under bruk av de gitte konsolideringsredskaper, maskiner eller biler kan opnå maksimal tetthet. Det er altså det vanninnhold som smører partiklene tilstrekkelig, men ikke for meget, til at de kan kiles tettere og tettere sammen.

Når man så har opnådd en høi tetthet blir neste opgave å påse at veidekket bevarer tilstrekkelig av fuktigheten så det ikke blir for tørt.

Selv synes jeg at man kan illustrere forholdet ved å sammenligne det stabiliserte grusdekke med et betongdekke. Grusdekket kan ha en stor fasthet når det er tørt, men hvis det sprekker så smuldrer det raskt op. På samme måte er det med betongdekket. Hvis der opstår revner vil trafikken slå av flere og flere stykker. Jernarmering kan tjene til å motarbeide en altfor rask ødeleggelse i denne retning.

På lignende måte kan man si om grusdekket at hvis det bevarer fuktigheten så vil de seige, tynne vannhinder tjene som en levende, elastisk armering som binder grusdekkets enkelte deler sammen. Skulde det hende at det får en så stor belastning at en lokal forskyvning inntreffer så sprekker det ikke varig for vannhindene er øieblikkelig rede til å binde det sammen igjen.

Dette er selvsagt ikke noget nytt. Hvis vi hadde grundigere analysert årsaksforholdene i forbindelse med de kjensgjerninger vi har hatt anledning til å se så vilde der ikke være blitt syndet så meget i denne henseende.

I denne forbindelse må jeg erindre hvad der i nr. 11 av «Meddelelsene» for 1931 stod om at man i Akershus hadde erfaret at bruk av klorkalcium tjente til å motarbeide televanskeligheter. Det var nok dem som syntes at en sådan påstand hørtes urimelig ut, idet man resonnererte som så at klorkalcium tjener til å holde på fuktigheten, og det er jo nettop overskudd av sådan som skaper elendigheten.

Efter min mening er påstanden, d. v. s. den praktiske erfaring, ikke så ueffen allikevel. Saken er nemlig den at våren ofte er så nedbørsfattig at veidekket tørrer meget raskere enn fuktighet nedfra kan erstatte avdunstningen. Resultatet er at man får et for tørt grusdekke som smuldrer op og mister meget av sin bæreevne samtidig som en intens varme raskt smelter dypere liggende isrenner hvis smeltevann bløter op den omkringliggende leire og den velkjente telegrøt opstår.

Man opnår altså at det øverste grusdekke får sin bæreevne redusert på grunn av manglende fuktighet samtidig som dypere liggende lag får sin bæreevne redusert på grunn av overskudd av vann. Vi kjenner jo alle til hvorledes vi senere ut på våren eller forsommeren får disse kjedelige, permanente telesår mens selve veidekket er en eneste støvsky og tørr som knusk.

Der kan fortelles andre eksempler på praktisk erfaring i samme retning. Vi hadde før i tiden i Østfold så vel som i andre fylker en del rene grusveier og en del pukkveier. Disse sistnevnte hadde ofte et mangelfullt tverrprofil med mange slaghull og ofte hjulspor. Selve veidekksmaterialet var for en stor del utslitt materiale blandet med den leire som var påført steinlaget og som er gått op gjennom pukken. Resultatet var at man fikk en veibane som tålte lite regn før den blev sølet og stygg.

Anderledes var det med grusveiene av grunner som ovenfor berørt. Disse både trengte og tålte mer regn.

Nu hadde vi en veivokter som het Ole og i hans distrikt var der sådanne grusveier. Hans erfaring var derfor at grusveiene ikke måtte bli for tørre. Den naturlige følge var derfor også at han ønsket regn og snakket om regn når han traff sine kolleger som hadde pukkveier og som heller så litt støv enn en sølet vei.

Der kommer'n «Ole med regnet» var derfor den vanlige hilsen når de sistnevnte møtte Ole veivokter.

*Klorkalcium påført veibanen passende tidlig på våren vil derfor være gagnlig.*

I forbindelse med hvad ovenfor er anført om tørrvekt og vanninnhold skal opplyses at forskjellige prøver fra forsøksvei nr. 1 tatt i slutten av november og begynnelsen av desember 1935 viste sådant vanninnhold:

6,2 — 6,6 — 7,1 — 5,8 — 6,5 — 5,7 vektsprosent.

Når jeg i første del av denne artikkel skrev at det gjaldt å bevare fuktigheten og like efter anførte at veidekket var tørt, så menes hermed at det ikke inneholdt skadelig fuktighet.

En prøve som blev tatt lengere ute på siden hvor der gikk mindre trafikk viste et vanninnhold på 9,1 %.

Til sammenligning blev der tatt en prøve på den gamle vei sønnenfor forsøksstrekningen.

Veidekket hadde her mange års trafikkonsolidering og viste et vanninnhold på 4,9 %. Der var her benyttet klorkalcium som støvdempnings- og fuktighets-stabiliserende middel.

Med hensyn til veidekkets tverrprofil kan opplyses at selve slitedekket tykkelse almindelig gjøres 7,5—10 cm. Under dette har man så grusfundamentet som har spesifikasjoner som ovenfor nevnt. Dettets tykkelse avhenger av undergrunnens beskaffenhet.

Veidekkets fall i tverretningen gjøres vanligvis ca. 1 på 23 og man tilrådes aldri å ha den flatere enn 1 på 31.

Der er en rekke andre spørsmål i forbindelse med selve veidekket som det kunde vært ønskelig

å ha behandlet samtidig med de her berørte, men plassshensyn gjør at det får utstå.

Jeg vil derfor gå over til å behandle

#### *Undergrunnens betydning.*

Det er undergrunnen ved forsøksvei nr. 1 som her beskrives.

Når jeg i første del av artikkelen uttalte at det ikke var så meget veidekkets tykkelse som under grunnens beskaffenhet som var avgjørende for veibanens bæreevne så kan denne uttalelse, ensidig betraktet og revet ut av artikkelens sammenheng, i første øieblikk lyde meningsløs og stridende mot vanlig erfaring. For det er en selvfølge at jo tykkere veidekket blir, desto mer bæredyktig blir veibanen og ved riktig tykke veidekker går så å si en del av selve veidekket over til å representere undergrunnen. Overensstemmende hermed blev det i første avsnitt også samtidig berettet om hvorledes man på samme forsøksstrekning på enkelte strekninger fant det mer hensiktsmessig å øke veidekkets tykkelse enn å skifte ut masser.

Meningen med uttalelsen var at selv et forholdsvis tykt veidekke vil gå i stykker hvis undergrunnen er dårlig, mens selv et tyndt veidekke vil holde så sandt undergrunnen er god.

I og med det som allerede er berettet vil dette klart være vist og det mest interessante og også mest lærerike tilfelle er den del av veibanen som holdt i 1936, men ikke i 1937 til tross for at veidekkets tykkelse var blitt øket med ca. 5 cm.

I anledning av at det var en forsøksvei som samtidig skulde tjene som bevis er der blitt ofret langt mer arbeide og tid på undersøkelse av undergrunnen enn man eksempelvis nu vilde gjøre for å bygge en vei. Etter de høstede erfaringer vil man forholdsvis raskt kunne avgjøre hvilken fremgangsmåte bør følges og hvilket utstyr planering og veibane bør gis.

For å kunne gi forholdsvis fyldige opplysninger om undergrunnens beskaffenhet blev der tatt prøver i forskjellige dybder inntil ca. 2,0 m under veibanen, idet der blev tatt 6 prøver på hvert sted.

Med disse prøver blev der foretatt både siktning og sedimentasjonsanalyse, sistnevnte blev foretatt etter professor *Boujoucos* metode. Man fikk der ved bestemt de mengder som lå i intervallene sand d. v. s. partikkelstørrelse over 0,05 mm, støvsand, d. v. s. 0,05—0,005 mm, leire fra 0,005 til 0,000 mm samt finere leire fra 0,002 mm til 0,000 mm.

Hvis man ønsker ytterligere intervaller under 0,05 mm kan flere hydrometeravlesninger foretas, og hvis man ønsker flere opplysninger vedr. sanden kan sådanne erholdes ved siktning.

Der blev enn videre til sammenligning utført kapillaritetshestemmelser og dessuten blev vanninnholdet bestemt. Dette er dog ikke eksakt, da glassene blev åpnet for uttagning av mindre prø-

ver. Imidlertid kan det tjene som et holdepunkt da vanninnholdet i alle tilfeller var noget større enn det erholdte. Alle disse data er gjengitt i tabell IV hvor også er angitt den dybde hvori prøven er tatt.

I fig. 25 til og med 37 er de i tabell IV oppførte data gjengitt grafisk.

Prøvenummer 1 til og med 6 er fra steder hvor veibanen holdt under teleløsningen i 1936. Undtatt nr. 6 er sikte- og sedimentasjonskurven for disse prøver gjengitt i fig. 25 til og med 29.

Prøvenummer 9 til og med 14 er fra steder hvor veibanen ikke holdt under teleløsningen 1936. Kurvene for disse er gjengitt i fig. 30 til og med 35.

Prøvenummer 7 er fra et sted hvor veibanen holdt både i 1936 og 1937 og som ligger bare ca. 30 m fra det sted hvor prøve nr. 8 blev tatt og hvor veibanen holdt i 1936, men fikk en del svanker i 1937. Kurvene for disse prøver er gjengitt henholdsvis i fig 36 og 37.

Ved å betrakte kurvene i fig. 25 til 37 vil man få et ganske godt innblikk i hvorledes de forskjellige jordsmon virker.

Da det er jorden i den øverste meter som er av størst interesse er kurvene for prøvene innen dette lag tegnet med tykke streker, mens kurvene for de underliggende er trukket op med tynnere streker.

Kurven i fig. 25 skiller sig ut fra de øvrige figurer ved sitt relativt store sandinnhold som i hvert fall har vært tilstrekkelig til at veibanen har holdt.

Jorden i 65 cm dybde inneholder således 65 % sand.

Kurvene i fig. 26 til og med 29 er særpreget ved sitt relativt større innhold av finleire. Innholdet har i hvert fall vært stort nok til å dempe opslugningshastigheten tilstrekkelig til å forebygge telesår.

Kurvene i fig. 30 til 35 undtatt fig. 33 er særpreget ved sitt relativt store innhold av støvsand som jo nettop er farlig hvad telesår angår da det kombinerer tilstrekkelig kapillaritet med rask opslugning. Det måtte derfor ventes at disse steder ikke vilde holde i teleløsningen.

Fig. 33 danner som nevnt en undtagelse og grunnen til at veibanen ikke har her like så vel som i fig. 26—29 må søkes i den kjensgjerning at leiren hadde for stort vanninnhold, således at den ikke hadde rukket å tørre tilstrekkelig før vinteren. Av tabell IV vil også fremgå at vanninnholdet ligger adskillig over de tilsvarende prøver hvor veibanen holdt.

Prøvene i fig. 36 og 37 er av spesiell interesse sett i sammenheng med hinannen.

Som nevnt holdt veibanen på begge disse steder i 1936. I 1937 derimot holdt den ved fig. 36, men ikke ved fig. 37, og disse steder ligger bare ca. 30 m fra hinannen i flatt terreng, nesten i plan med



dette. Det var vesentlig bare matjorden som var fjernet.

Det lå nær først å tenke på at det var dreneringen som klikket, men så viste sig ikke å være tilfelle. Dreneringene lå her i en dybde av 1,60—1,80 m under veibanen og blev lagt i 1934.

Akkurat hvor grusprøvene nr. 7 og 8 blev tatt var veidekket henholdsvis 21 og 17 cm tykt, idet det var ca. 4 cm tykkere der hvor veibanen holdt. Av flere prøver som ytterligere blev tatt, fremgikk det dog at der ikke var nevneverdig forskjell i grusdekkets tykkelse der hvor veibanen holdt og hvor den ikke holdt.

Når man dessuten erindrer at grusdekket var 5 cm tynnere året i forveien på begge steder og at veibanen allikevel holdt samtidig som de høsten 1936 påførte 5 cm grus hadde bedre gradering enn det underliggende grusdekke, ligger det nær å tro at det var andre ting som forårsaket skaden i 1937.

Det ligger nær å tenke på trafikkenes økning og den har nok bidradd sitt, men der er grunn til å tenke også på andre forhold.

At man våren 1937 hadde så slem teleløsning skyldes vel uten tvil snøvinteren 1936—37. Det stadige snøvær bevirket en sådan likevekt mellom jordens avkjøling og vannets op sugning at der opstod en voldsom isranddannelse nettop i de farlige dybder og dette har vært for ugunstig for jordsmonnet i fig. 37. På grunn av at det snedde stadig var det oftest et snelag som virket varmeisolerende da sneplogen ikke kunde kjøres ofte nok og værst blev det hvor snefonndannelsen motarbeidet brøttingsarbeidet.

Det er mulig at nettop en sådan snefonn bidrog til ødeleggelsen ved fig. 37 og veivokteren opplyser på forespørsel at der omkring angjeldende sted viste sig spor i isen ut på senvinteren i høyere grad enn ellers. Nøiaktig undersøkelse av snetykkelsen til enhver tid blev dessverre ikke foretatt.

Fra det sted hvor veidekket bølget mest avtok skaden jevnt til begge sider, hvilket man meget godt kunde iaktta under passering av biler. Formen på skaden kunde derfor godt tilsvare en snefonttunge.

En sikker årsak til forskjellen i bæreevnen ved fig. 36 og 37 har man vel i kurvene i nevnte figurer samt i tabell IV. Det som særpreger kurven i fig. 37 er det store innhold av støvsand i dybden 65—100 cm, men det synes altså som om finleire innholdet var tilstrekkelig stort til å legge den fornødne demper på vannopsugningen, således at telesår ikke opstod i 1936 til tross for at teleløsningen det år ikke var til å spøke med. Man hadde senhøstes og på forvinteren 1935 rekordmessig nedbør og dette måtte øve innflytelse på teleløsningen 1936.

At nevnte nedbør øvet innflytelse på teleløsningen i 1937 på det sted hvor prøvene i fig. 37 blev

tatt skal være usagt, men at den kan ha øvet innflytelse på andre steder synes det å være skjellig grunn til å tro.

I første avsnitt av denne artikkel blev gjentagende nevnt de «permanente telesår», d. v. s. de telesår som til tross for utført drenering holdt sig hele sommeren hvor tørt det enn var og som derfor også vilde være til stede den følgende vår, så fremt massene ikke blev utskiftet eller tørret ved behandling.

Tilstedevæelse av sådanne telesår er en kjensgjerning som ikke kan bestrides. Etter mitt arbeid med sedimentasjonsanalyser for å bestemme leirens finhetsgrad, synes det mig også å være ganske naturlig at ovenfor nevnte fenomen må optre.

For å bestemme mengden av leirepartikler under 1  $\mu$  må en leiresuspensjon stå i ro i ca. 1 døgn. Nu viser det sig at Østfolds leirer ofte inneholder 40—50 % mindre enn 1  $\mu$  og op til 80 % mindre enn 2  $\mu$ .

Det vil være innlysende at den stadig gående trafikk under smeltningen av isrennene lager en permanent leirekolloidsuspensjon av større eller mindre konsentrasjon og som selvsagt ikke har så lett for å trekke undav som rent vann. Erfaring viser at det heller ikke trekker undav, men blir stående hele sommeren så lenge trafikken går. Som tidligere nevnt menes dette å være forklaringen på de permanente televanskeligheter selv på høie fyllinger.

Jeg må i denne forbindelse erindre en slem teleløsning vi hadde for mange år siden. Når jeg stod midt på den ca. 5 m brede vei og presset den ene foten forholdsvis forsiktig mot veibanen gynet veibanen i takt helt ut til kantene.

Man kan da tenke sig virkningen av mange tunge biler under sådanne forhold.

Når jeg sier at det er mulig at den usedvanlige nedbør høsten 1935 kan ha hatt innflytelse på teleløsningen 1937 tenker jeg ikke bare på de permanente telesår som opstod i 1936 og holdt sig til 1937, men det er også mulighet for at der ikke viste sig televanskeligheter 1936, men at de først opstod i 1937.

Man kan vel nemlig tenke sig at de i 1936 dannede isrenner ligger så dypt at det ovenfor liggende lag bærer, men det er ikke utelukket at de dynamiske virkninger fra trafikken medfører at der av smeltevannet under det bærende lag opprettholdes en vannansamling som ikke trekker undav i sommerens løp. Resultatet blir at grunnvannet løftes op i 2 repriser og således kommer høit nok til en isranddannelse som influerer på veibanens bæreevne det følgende år.

Hvilke finhetsgrader hos jordarten det er som helst vil medføre at det ovenfor nevnte kan finne sted er så vidt mig bekjent ennu ikke forsøkt utredet, men det lot sig jo gjøre laboratoriemessig.

For å vende tilbake til kjensgjerningene fra forsøksveien skal videre behandles jordprøven i fig. 36 og 37.

Hvis nærværende redegjørelse var blitt skrevet f. eks. etter teeløsningen i 1936 vilde jordartene i fig. 37 blitt å henregne til dem som holdt. Ved å vente til ytterligere erfaringer var innhøstet, lærte man dog at de nevnte jordarter ikke greide de ugunstige værforhold vinteren 1936—37.

Forskjellen mellom jordartene ved fig. 36 og 37 er i det vesentlige støvsandinnholdet, nemlig ca. 10 % mer i fig. 37 enn i 36, og denne forskjell må antas å ha vært medvirkende til at veibanen holdt ved fig. 36 men ikke ved fig. 37. For øvrig tillater jeg mig å henvise til de data som kan finnes i tabell IV og kurvene i figurene.

Man vil herav kunne opgjøre sig en mening om hvilke jordarter er de vanskeligste for rene grusveier. Men å gå til det skritt å tegne op grensekurver mellom farlige og ikke farlige jordarter på grunnlag av resultatene fra forsøksveien kan man selvsagt ikke gjøre. Man måtte i tilfelle trekke op linjer som var så rummelige at man var gardert mot ødeleggelse i alle tilfelle, også under de ugunstigste værforhold. Selvsagt må man ha dreneringsforholdene for øie og ta spesielle forsiktighetsregler overfor såpleirer.

Men selv om man ad teoretisk vei kan tegne op smukke kurver og tabeller, så vil det i praksis spille inn forhold som gjør at man går frem litt anderledes.

De i tabell IV opførte prøvenummer blev tatt avvekslende fra steder hvor veibanen holdt eller ikke holdt og da alle disse variasjoner skjedde på en lengde av 1 km vil det forståes at det i praksis ikke vil være hensiktsmessig å variere byggemetoden så ofte, så meget mer som man heller ikke på forhånd kan forutsette at man oppsører alle variasjoner selv om man tar nokså mange prøver.

Det vil derfor ofte være hensiktsmessig å anvende den byggemetode som kreves i de vanskeligste jordarter og da bør man gå til anvendelse av isolasjonsskikt i ca. 60 cm dybde.

Der er også et annet forhold som gjør at isolasjonsskikt bør anvendes, og det er at veien ofte kan være av den betydning at det meget snart blir tale om å forsyne den med fast dekke.

Dette tema må imidlertid bli en artikkel for sig, da man på grunnlag av de erholdte erfaringer vet at der er en rekke faktorer som der bør tas tilhørlig hensyn til.

Hvor det gjelder forsterkning av gamle veier bør man som oftest bygge på den gamle veibane, hvis man ikke står overfor nødvendigheten av å skifte ut masser for å fjerne telehjørninger.

Med hensyn til bruk av Boujoucos hydrometermetode for undersøkelse av undergrunnen så krever også omtalen av denne metode en bredere

plass og metoden skal beskrives i en særskilt artikkel.

Dog ønsker jeg her å bemerke at metoden gir forholdsvis fyldige opplysninger om jordartenes kornstørrelse og dette er nyttig også i andre øiemed, f. eks. med hensyn til anvendelse av jordarter for iblanding i grusen.

Nu må erindres at stighøyden ikke er avhengig bare av jordartenes kornstørrelser, men også av adhæsjonsstyrken mellom jorden og vannet.

Som et holdepunkt skal her angis et par resultater av kapillaritetsbestemmelsene. Der henvises til tabell IV.

Prøve nr. 1, 65 cm under veib., kapillaritet = 205 cm			
— 5, 30 »	—»—	—»—	= 800 »
— 9, 65 »	—»—	—»—	= 820 »
— 10, 65 »	—»—	—»—	= 870 »
— 11, 65 »	—»—	—»—	≈ 350 »

En rekke av prøvene hadde en kapillaritet av 10 m og derover.

Smtlige kapillaritetsbestemmelser er utført ved flytegrensekonsistens.

\*

Som avslutning på de teoretiske betraktninger kan til slutt oppstilles følgende

#### Resymé:

##### A. *Vedr. undergrunnen.*

Man bestemmer jordartens kornstørrelsesforhold og man må ta de nødvendige forholdsregler med hensyn til planeringens vanninnhold. Dreneringsforholdene må være tilfredsstillende og isolasjonsskikt anvendes overensstemmende med det ovenfor anførte.

##### B. *Grusfundamentet.*

Dette utføres efter de angitte spesifikasjoner.

##### C. *Det stabiliserte grusveidekke.*

###### 1. *Siktekurver.*

Grussammensetningen bør ha en siktekurve som angitt i fig. 21. Med hensyn til fraksjonen under sikt nr. 200 er man på den sikre side når man ligger nærmest mulig idealkurven, hvorefter ca. 13 % skal passere nevnte sikt.

Forekomster av materialer samt undergrunns og klimatiske forhold kan rettferdiggjøre en økning av nevnte prosent opptil ca. 20 %.

###### 2. *Leiremørtelen.*

Høist to tredjedeler av leiremørtelen må passere sikt nr. 200.

Plastisitetstallet bør være ca. 3—8. Flytegrensen ikke over 35.

Markfuktighetsekvivalenten bør være under 20 og svindgrensen bør være nærmest mulig markfuktighetsekvivalenten.

###### 3. *Maskingrus.*

Ved anvendelse av maskingrus bør tilstrebes å få en riktig blanding av surt og basisk materiale.



Særlig bør man være opmerksom på dette forhold i trakter hvor man kanskje savner god leire, men til gjengjeld har nettop velskikkede bergarter av begge slag.

4. *Konsolidering under optimalt vanninnhold.*

Grusen bør ha et vanninnhold på ca. 5—8 % og man bør tilstrebe å få tilstrekkelig konsolidering mens dette vanninnhold bibeholdes.

5. *Vanninnholdet må stabiliseres.*

Også etter at veidekket har fått tilstrekkelig konsolidering må påses at grusdekket ikke blir for tørt.

For stabilisering av vanninnholdet kan anvendes salter såsom klorcalcium etc. eller man kan anvende bituminøse stoffer.

Hvis salter anvendes, ansees det av hensyn til

vedlikeholdet i langvarig tørrvær ønskelig at saltet benyttes i hvert fall i de øverste par tommer av veidekket, selv om det på grunn av fuktig vær ikke er nødvendig å anvende det under selve byggingen av dekket.

Det kan se ut som om der er nokså mange bestemmelser å foreta, men med nogen øvelse er de forholdsvis raske å utføre.

Det tør av nærværende rapport ha fremgått at vi har brukbare materialer i Norge for grus-leire-veidekker. Samtidig vil det også ha fremgått at der ennu er mange oppgaver å løse.

Man har så å si «teften» av dem og der er vel ikke tvil om at de nærmeste år fremover vil bringe ytterligere gode resultater på dette for vårt veivesen så viktige felt.

## DEN INTERNASJONALE VEIKONGRESS I HAAG 1938

Den VIII. internasjonale veikongress holdes i Haag i tiden 18. juni til 2. juli 1938. Fra den hollandske organisasjonskomité foreligger nu program for kongressen, hvorav nedenstående utdrag hitsettes.

I. *Spørsmål som skal behandles på kongressen.*

Avdeling I. *Veibygging og veivedlikehold.*

1. *spørsmål.*

a) Fremskritt siden forrige kongress med hensyn til bruk av cement til veidekker.

b) Veidekker av klinker.

c) Veidekker av spesialstoffer som støpejern, stål, gummi.

2. *spørsmål.*

Fremskritt siden forrige veikongress med hensyn til bruk i veibyggingen av

a) tjære,

b) bitumen og asfalt,

c) emulsjoner.

Avdeling II. *Trafikk og administrasjon.*

3. *spørsmål.* Trafikkulykker på veiene.

a) Grunnlag for utarbeidelse av ensartet statistikk.

b) Bestemmelse av årsakene til trafikkulykker og forholdsregler til deres bekjempelse.

4. *spørsmål.* Forholdsregler for adskillelse av de forskjellige trafikkarter på veiene. Kjørebane (enkelte og dobbelte), sykkelveier, fotgjengerveier, parkeringsplasser og veier til den lokale bebyggelse, anordning i veikryss og plasser i krysningpunkter.

a) Undersøkelse av de forholdsregler som ansees hensiktsmessig.

b) Forholdet ved spesielle automobilveier.

*Fellesspørsmål for avdeling I og II.*

5. *spørsmål.*

Undersøkelse og måling av veidekkers beskaffenhet med hensyn til

a) glatthet eller ruhet og motstand mot glidning.

b) evne til å reflektere eller absorbere kunstig lys.

6. *spørsmål.*

Undersøkelse av veiens undergrunn:

a) Bestemmelse av undergrunnens egenskaper.

b) Disse egenskapers innflytelse på veiens utførelse (underbygging og veidekke) samt på veiens vedlikehold.

II. *Program for kongressen.*

*Fredag 17. juni.*

Kl. 14: Åpning av kontorene i Palace Hotel (Scheveningen) for utlevering av kongresspapirer og meddelelse av opplysninger.

*Lørdag 18. juni:*

Kl. 11: Åpning av utstillingen (utstillingsbygging «Houtrust», Houtrustweg).

*Mandag 20. juni.*

Kl. 9,30: Møte i den Permanente Intern. Kommissjon (Palace Hotell). Opnevning av kongress- og avdelingsstyrer.

Kl. 12: Lunsj for medlemmer av den Permanente Intern. kommissjon.

Kl. 14: Høitidelig åpning av kongressen (Kuruset, Scheveningen).

Kl. 17: Mottagelse av kongressdeltagerne hos kongress- og utstillingsstyrene på utstillingsstegen (under denne mottagelse vil utstillingen være stengt for publikum).

*Tirsdag 21. juni.**Avdelingsmøter (Kurhaus).*

*Kl. 9:* Første avdeling (spørsmål 1). Annen avdeling (spørsmål 3).

*Kl. 14:* Kombinerte avdelinger (spørsmål 5).

*Kl. 14:* Utilukt i autobusser utelukkende for damene. Besøk i *planetarier* tilhørende avisen «De Haagsche Courant» og i *Husholdningsskolen* (maks. antall av deltagerinner 300).

*Aften:* Mottagelse av kongressdeltagere hos den Nederlandske Regjering i Riddersalen i Haag.

*Onsdag 22. juni.**Avdelingsmøter (Kurhaus).*

*Kl. 9:* Første avdeling (spørsmål 2). Annen avdeling (spørsmål 4).

*Kl. 14:* Kombinerte avdelinger (spørsmål 6).

*Kl. 13,30:* For kongressdeltagernes damer. Utilukt i autobusser over Wassenaar til *Leiden*. Besøk i *Kvinnelige Studenters Klubbhus* og i «*Lakenhal*» (malerimuseum). Te i «*Meerrust*». (Høieste antall deltagere 300.)

*Torsdag 23. juni.*

Avdelingsmøter (Kurhaus), til avslutning av de muligens ennå ikke tilendeborte forhandlinger.

*Kl. 9:* Første og annen avdeling.

*Kl. 14:* Kombinerte avdelinger.

*Kl. 14,30:* Utilukt for kongressdeltagernes damer. Besøk i *Mauritshuis* (Pinakoteket). Med særskilte vogner på Strassenbahn til *Pavillonon for «Nieuwe of Literaire Sociëit» i Scheveningen*, hvor eftermiddagste serveres.

*Aften:* Mottagelse av kongressdeltagere hos Haags bystyre i *Städtische Museum, Stadhouderlaan*.

*Fredag 24. juni.*

For- og eftermiddag: Møte i redaksjonskomitéen.

*Kl. 14,30:* Organisert besøk på utstillingen (under kongressdeltagernes besøk vil utstillingen

være stengt for publikum). (Formiddagen denne dag står til fri forføining for kongressmedlemmene.)

*Lordag 25. juni.*

*Kl. 9:* Utilukt i autobusser til Haarlemmermeerpolder. (Høieste antall deltagere 1000.) *Mottagelse* i Polderhaus i Hoofddorp. (Høieste antall 500 personer), og på flyveplassen «*Schiphoë*» (høieste antall 500 personer).

*Kl. 15,30:* Plenums møte til fastsettelse av beslutningene (Kurhaus).

Mottagelser og utflukter denne første kongressuke tilbydes deltagerne omkostningsfritt.

*Mandag 27. juni til og med fredag 1. juli.**Dagsutflukter.**Lørdag 2. juli.*

*Kl. 10:* Rundtur gjennom Haag og omgivelser.

*Kl. 15,30:* Høitidelig avslutningsmøte av kongressen (Kurhaus).

*Mandag 4. til og med onsdag 6. juli.*

Hvis tilstrekkelig deltagelse blir efter kongressen slutt yderligere noen utflukter arrangert.

III. *Betingelser for deltagelse i kongressen.*

I kongressen kan delta:

a) Offisielle, av vedkommende lands Regjering oppnevnte representanter.

b) Representanter for korporasjoner som er medlem av det internasjonale forbund for avholdelse av veikongresser (Association Internationale Permanente des congres de la Route).

c) Personlige medlemmer av forbundet, permanente og midlertidige.

For permanente medlemmer er kontingenten 150 fr. det første år, senere 25 fr. Midlertidige medlemmer betaler en kontingent av 150 fr.

## GRUSVEIDEEKKERS MOTSTANDSEVNE

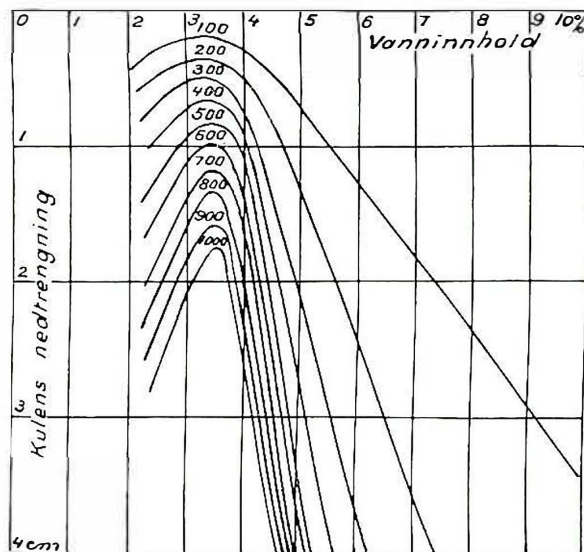
## EN NY PRØVEMETODE

I tidsskriftet „Vägen” nr. 9/1937 er nntatt en meddelelse fra „Institutionen för vägbyggnad och kommunikationsteknik” ved Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm, ved professor H. N. *Pållin* vedrørende grusdekkers motstandskraft mot trafikens påvirkninger, særlig deres evne til å motstå trykk og støtpåkjenning. Forsøk er utført i årene 1935 og 1936 av civilingeniørene A. *Cronström* og H. E. *Frykman*, og bygger i store trekk på *Brinells* kuleprøve til måling av metallers hårdhet. Prøveapparatet består av en cylindrisk beholder av jernplate

med 60 cm diam. og høide 20 cm hvori grusprøven ifylles til 15 cm tykkelse og komprimeres av en 15 mm tykk jernplate med en vekt av 28,0 kg, som faller et bestemt antall ganger ned på prøven fra en bestemt høide. Prøven utføres ved at en støpejernskule av diameter 12,5 cm trykkes ned i den komprimerte grus av en *Brinells* trykkpresse. Det anvendte trykk avleses på *Brinell*pressens manometer, mens kulens nedtrengning avleses på et måleor. De grusorter som blev prøvet bestod av forskjellige blandinger av fin bindstoffrik grus, „pinnmo”, og en



grov bindstoffattig grus, og med varierende vanninnhold. Forsøkene bekreftet den gamle erfaring at grusdekkenes fasthet var meget avhengig av grusens vanninnhold. For en bestemt grusblanding blev maksimalbelastningen fastholdt og kulens nedtrengning blev avsatt i et diagram i forhold til grusens fuktighetsgrad i prosent. Diagrammet viste at når



*Kurvene viser kulens nedtrengning i grusprøven under konstantbelastning og varierende vanninnhold.*

*Tallene på toppen av hver kurve angir belastningen i kg.*

fuktigheten går fra 0% stiger fastheten inntil en fuktighetsgrad av mellom 3 og 4%, hvorefter den igjen faller med næsten katastrofal hastighet. Dette viser at de hygroskopiske salters hovedoppgave er å binde så meget vann at grusens fuktighetsgrad holder sig omkring disse 3—4%.

Dessuten viser det sig at grovere grusblandinger under ellers like forhold gir høyere fasthet enn finere, og dette har reist spørsmålet om ikke grussorter som ligger utenfor og lavere enn den svenske idealsone skulde gi like gode og for spesielle oimmed endog bedre resultater enn grussorter som ligger innenfor idealsonen.

(Det kan bemerkes at de amerikanske normer for idealgrus, beskrevet i American Roadbuilders' Association, bulletin nr. 36, 1933, ligger betraktelig lavere enn de svenske normer. Norske forsøk har også vist at de svenske normers nedre grense synes å ligge for høit.)

Forsøkene er fremdeles i gang og metoden er ikke helt uteksperimentert, så det er for tidlig å uttale sig om resultatene i sin fulle bredde. Dog har de hittil kastet nytt lys over mange av grusdekkets vanskelige problemer, og reist nye spørsmål som bør granskes nærmere.

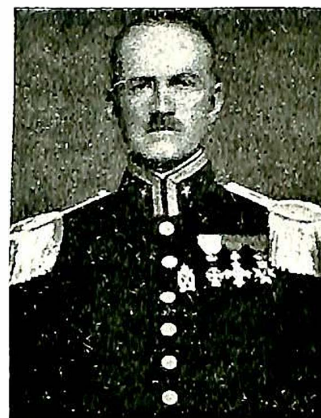
Til slutt antydes at metoden ikke alene er bruk-

bar for grusdekker, men også kan få betydning ved prøver av andre veidekker.

Tilsvarende norske forsøk er ikke blitt utført. Det henvises dog til „Meddelelser fra Veidirektøren” nr. 8/1937, hvor avdelingsingeniør T. B. Riise har beskrevet forsøk over fastheten av bindstoff i vei-grus under varierende kapillartrykk.

## MAJOR OTTO G. MEJLÆNDER

er avgått ved døden etter et langt og smertefullt sykeleie, 65 år gammel. Med ham er en av den norske bilismes første menn gått bort. Fra 1914 og til nu arbeidet han utrettelig for å skape gode kår for biltrafikken i vart land.



Major Mejlænder var født 22. mai 1873, student 1891, offiser 1895, cand. jur. 1898, bilsakkyndig 1914 og fra den nye bilkontrollordning blev gjennomført 1. januar 1927, leder av Oslo Bilsakkyndiges felleskontor. Han fratrådte i 1928 og blev ved utgangen av 1930 direktør for Norges Automobil-Forbund.

I 1914 blev Mejlænder generalsekretær i Kongelig Norsk Automobilklubb og arbeidet som sådan til 1929. Siden 1934 var han visepresident i Alliance Internationale de Tourisme.

Mejlænder var ridder av Dannebrog og av Vasa, samt innehadde Order of the British Empire.

Med sine omfattende kunnskaper, sin fremtredende organisasjonsevne og sine sjeldne personlige egenskaper var Mejlænder som skapt til å innta en førende stilling. Hans store arbeidsevne, hans nøiaktighet og hans utrettelige flid gjorde at han fikk løst en mengde vanskelige oppgaver. Han har en meget vesentlig del av æren for at den norske bilisme idag, tross mange vanskeligheter, er nådd et så langt fremskredet standpunkt.

Store fortjenester innla han sig da han i årene 1915—1917 ledet forhandlingene med England om landets forsyning med bilgummi under verdenskrigen.

Ledelsen av Norges Automobil-Forbund overtok han på et tidspunkt da foreningen var i oppløsnings-tilstand på grunn av indre stridigheter. Han fikk da bruk for hele sin erfaring og menneskekunnskap. Det lyktes ham å stille stormen og senere å føre forbundet frem til en trygg og sikret posisjon.

Personlig var major Mejlænder en fint kultivert mann med et overordentlig vinnende vesen. Han var en trofast venn og avholdt i vide kretser, som bare få mennesker opnar å bli.

Fred over hans minne!

A. R.

ANTALL ARBEIDERE PR. 15. MARS 1938 VED DE AV VEIVASENET ADMINISTRERTE VEIANLEGG

Fylke	Antall arbeidere			Sum	Herav på	
	Hovedvei-anlegg	Bygdeveianlegg			Ordinært arbeid	Nødsarbeide
		Med statsbidrag	Uten statsbidrag			
Østfold	132	12	72	216	81	135
Akershus	120	17	352	489	444	45
Hedmark	81	78	29	188	98	90
Opland	286	55	102	443	292	151
Buskerud	227	—	110	337	151	186
Vestfold	125	3	57	185	185	—
Telemark	497	1) 133	3	633	194	439
Aust-Agder	339	12	59	410	375	35
Vest-Agder	123	149	53	325	271	54
Rogaland	395	80	263	738	699	39
Hordaland	628	352	448	1428	1054	374
Sogn og Fjordane	404	270	78	752	398	354
Møre og Romsdal	355	65	33	453	296	157
Sør-Trøndelag	232	13	35	280	135	145
Nord-Trøndelag	180	31	21	232	66	166
Nordland	533	49	6	588	440	148
Troms	80	1) 49	41	170	120	50
Finnmark	330	90	—	420	215	205
Sum	5067	1458	1762	8287	5514	2773
Sum 15. mars 1937	5795	1306	2002	9103	5367	3736
Sum 15. mars 1936	4855	1706	2200	8761	4370	4391
Sum 15. mars 1935	4111	1469	2189	7769	3746	4023
Sum 15. febr. 1934	4219	1569	2095	7883	4548	3335

1) Inkl. bursingsveier.

Antall arbeidere ved veivedlikeholdet pr. 15. mars 1938. (Inkl. veivoktere.)

Fylke	Riksveier	Fylkesveier	Herredsveier	Sum
Østfold	109	40	107	256
Akershus	211	38	369	618
Hedmark	140	22	184	346
Opland	176	9	205	390
Buskerud	225	80	205	510
Vestfold	133	45	108	286
Telemark	124	41	107	272
Aust-Agder	225	71	239	535
Vest-Agder	81	76	133	290
Rogaland	190	42	264	496
Hordaland	189	43	126	358
Sogn og Fjordane	198	15	51	264
Møre og Romsdal	167	17	103	287
Sør-Trøndelag	146	11	28	185
Nord-Trøndelag	80	35	80	195
Nordland	172	67	84	323
Troms	89	38	-	127
Finnmark	8	3	-	11
Sum	2663	693	2393	5749
Sum 15. mars 1937	3174	1231	3428	7833
Sum 15. mars 1936	2083	680	1698	4461

PERSONALIA

Ny overingenior i Finnmark.

Ved kgl. res. av 29. april 1938 er avdelingsingenior Knut Waarum ansatt som overingenior ved veivesenet i Finnmark fylke. Hr. Waarum er født



i 1895 og etter avsluttet ingeniørutdannelse ved Norges Tekniske Høiskole 1920 blev han ansatt i veivesenet i 1921. Hele hans tjenestetid faller i Troms fylke, hvor han for tiden er avdelingsingenior av klasse A.



## AVLAGTE FØRERPRØVER FOR MOTORVOGNFØRERE OG FORNYELSE AV FØRERKORT I DE ENKELTE FYLKER I ÅRET 1937

Fylke	Førerprøve for					Sum 5+6	Før- nyelser	Hoved- sum 7+8
	Hånd- sjaltet vogn	Fot- sjaltet vogn	Offentlig person- befor- dring	Sum 2+3+4	Motor- sykler			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oslo	2 945	—	145	3 090	315	3 405	3 275	6 680
Østfold	1 514	13	143	1 670	190	1 860	1 885	3 745
Akershus	2 836	12	166	3 014	339	3 353	3 716	7 069
Hedmark	1 311	21	193	1 525	257	1 782	1 170	2 852
Opland	1 090	20	188	1 298	271	1 569	1 124	2 693
Buskerud	1 402	11	188	1 601	259	1 860	1 486	3 346
Vestfold	1 337	10	98	1 445	175	1 620	1 345	2 965
Telemark	900	<sup>1)</sup> 2	90	992	173	1 165	1 002	2 167
Aust-Agder	383	3	65	451	89	540	331	871
Vest-Agder	771	2	143	916	140	1 056	776	1 832
Rogaland	1 212	2	170	1 384	246	1 630	1 163	2 793
Bergen	712	<sup>2)</sup> 5	31	748	80	828	656	1 484
Hordaland	617	—	167	784	130	914	569	1 483
Sogn og Fjordane	207	—	64	271	26	297	188	485
Møre og Romsdal	789	1	215	1 005	189	1 194	654	1 848
Sør-Trøndelag	1 298	<sup>3)</sup> 8	140	1 446	348	1 794	1 345	3 239
Nord-Trøndelag	789	13	88	890	128	1 018	562	1 580
Nordland	578	4	132	714	149	863	386	1 249
Troms	346	—	61	407	74	481	148	629
Finnmark	312	2	57	371	<sup>4)</sup> 84	455	143	598
Hovedsum	21 349	129	2544	24 022	3662	27 684	21 924	49 608

<sup>1)</sup> Herav 1 for elektrisk vogn. <sup>2)</sup> For elektrisk vogn. <sup>3)</sup> For elektrisk vogn. <sup>4)</sup> Herav 2 for off. personbefordring.

Efter sin mangeårige virksomhet i veivesenet i Nord-Norge har overingeniør Waarum de beste forutsetninger for å overta ledelsen av veivesenet i vårt nordligste og mest vidtstrakte fylke.

### MINDRE MEDDELELSER

#### HØIFJELLSVEIENS ÅPNING FOR BIL- TRAFIKK SOMMEREN 1938

Under forutsetning av normale værforhold utover våren, antas høifjellsveiene å vilde bli åpnet for biltrafikk i år til følgende tider:

Tyinveien til Tyin ..... 25. mai  
Tyinveien til Årdal ..... 25. juni

Bygdinveien ..... 25. mai  
Skjåkfjellveien til Grotli ..... 1. juni  
Strynsfjellveien ..... 10. juni  
Geirangerveien ..... 10. juni  
Trollstegveien ..... 5. juni  
Dovrefjellveien ..... 15. mai  
Hemsedalsveien ..... 25. mai  
Haugastøl—Eidsfjord ..... 10. juni  
Haukeliveien ..... 1. juni  
Numedalsveien (Opdal—Geilo) ..... 25. mai  
Setesdalsveien ..... 15. juni

Filefjellsveien og Gol—Leira er åpne.

### UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSLO

Abonnementspris: kr. 10,00 pr. år. — Annonsepris:  $\frac{1}{2}$  side kr. 80,00,  $\frac{1}{2}$  side kr. 40 00,  
 $\frac{1}{4}$  side kr. 20,00.

Ekspedisjon: Ingeniørenes Hus. Telefoner: 20701, 23465.