

## DET BERYKTEDE GLIMMER ETC.

Av Holger Brudal.

Etter min artikkel i oktober-nummeret for 1938 av «Meddelelser fra Veidirektøren» hadde jeg ikke ventet at professor Tom F. W. Barth på nytt skulle fremkomme med den påstand at norsk «glacialeire»<sup>1</sup> må frarådes anvendt i veibygging på grunn av sitt glimmerinnhold.

I en artikkel i nr. 10 av dette blad for 1939 baserer han imidlertid atter denne påstand på at «amerikanerne gjør da også uttrykkelig oppmerksom på at glimmerholdige leirer ikke er ønskelige for grusstabilisering».

Av samme nr. synes det å fremgå at det er prof. Barths mening at det må frarådes å bruke norske leireforekomster for stabilisering av grusveier selv hvor trafikken er under 200 biler i døgnet.

Etter mitt kjennskap til oppfatningen blant veingeniører i en rekke fylker og etter mitt kjennskap til høstede erfaringer så vel fra en rekke fylker i Norge som i Sverige strider ovenfor nevnte prof. Barths mening sterkt imot de foreliggende erfaringer. I denne anledning ser jeg meg derfor nødsaget til mer detaljert å redegjøre for min oppfatning av hva amerikanerne sikter til når de omtaler det beryktede glimmer.

Når det gjelder dette stoff er det nemlig ikke nok at en slår opp i sitt leksikon og finner at «mica» betyr glimmer.

Særlig forsiktig burde en være med som neste skritt i oversettelsen å hevde det ovenfor anførte om den norske leira.

Spesielt er dette tilfelle når en vet, eller i hvert fall burde vite, at der foreligger gode praktiske erfaringer med skandinavisk glimmerholdig leire. Hvis en mann virkelig skulle oppnå at norsk leire på grunn av ovenfor nevnte forhold ikke ble anvendt, så ville han gjøre vårt veivesen ubotelig skade, selv om hans artikler forøvrig kan inneholde en del gullkorn.

Det første grunnlag for å løse dette problem er noe kjennskap til terminologien i amerikansk, veiteknisk litteratur.

Hvis en har fulgt noe med i denne vil en ha funnet at amerikanerne i mange år har arbeidet

med å få en brukbar jordarts-gradering som kan godkjennes av alle. De første famlende skritt på dette felt har litt etter hvert tatt fastere form, idet klassifiseringen har vært gjenstand for endringer og utdypninger.

Til belysning av ovenfor nevnte mystiske forhold med «mica» vil det muligens være formålstjenlig å gjengi noe av det som finnes herom i «Public Roads» vol. 12 nr. 4, juni 1931.

En jordarts egenskaper er avhengig av visse bestemte bestanddeler som den inneholder.

Blandt en mengde av disse kan en trekke ut forholdsvis få som tjener til å illustrere de egenskaper som er av avgjørende betydning for veibygging. Disse spesielle jordartsbestanddeler er følgende:

Grus. Partikler større enn 2,0 mm i diameter (sikt nr. 10).

Grov sand. Partikler mellom 0,25 (sikt nr. 60) og 2,0 mm i diameter.

Fin sand. Partikler mellom 0,05 (sikt nr. 270) og 0,25 mm i diameter.

Støvsand. Partikler mellom 0,005 og 0,05 mm i diameter.

Leire med kohesjon. Partikler mindre enn 0,005 mm i diameter.

Klebrige kolloider. Partikler mindre enn 0,001 mm i diameter.

*Glimmer-skjell* (mica flakes).

Diatome-jord (diatoms).

Torv (peat).

Av disse bestanddeler, av hvilke enkelte sees i mikrofotografiet i fig. 1, tilkjennegis grus og sand ved høy indre friksjon, støvsand, torv og diatomer ved skadelig kapillaritet, leire og kolloider ved kohesjon og glimmerskjell, og torv ved elastisitet.

På grunnlag av ovenfor nevnte jordartsbestanddeler og deres egenskaper kan jordartene deles i grupper, eksempelvis i 8 grupper benevnt A-1 til A-8.

I denne forbindelse skal jeg nøye meg med bare å nevne at gruppen A-4 bl. a. har tendens til å absorbere vann i sådanne mengder at det forårsaker hurtig tap av stabiliteten og at gruppen A-5 ligner A-4, men i tillegg hertil dessuten er i høy grad elastisk, således at jordlaget går tilbake igjen når belastningen fjernes, selv om jorden er tørr.

<sup>1</sup> Siden prof. Barth benytter fellesbenevnelsen glacialeire om våre leireforekomster, skal jeg også for korthets skyld gjøre det, enskjønt en geolog nødvendigvis vil gjøre innsigelser og i hvert fall forlange at en skjelner mellom glacial og postglacial leire.

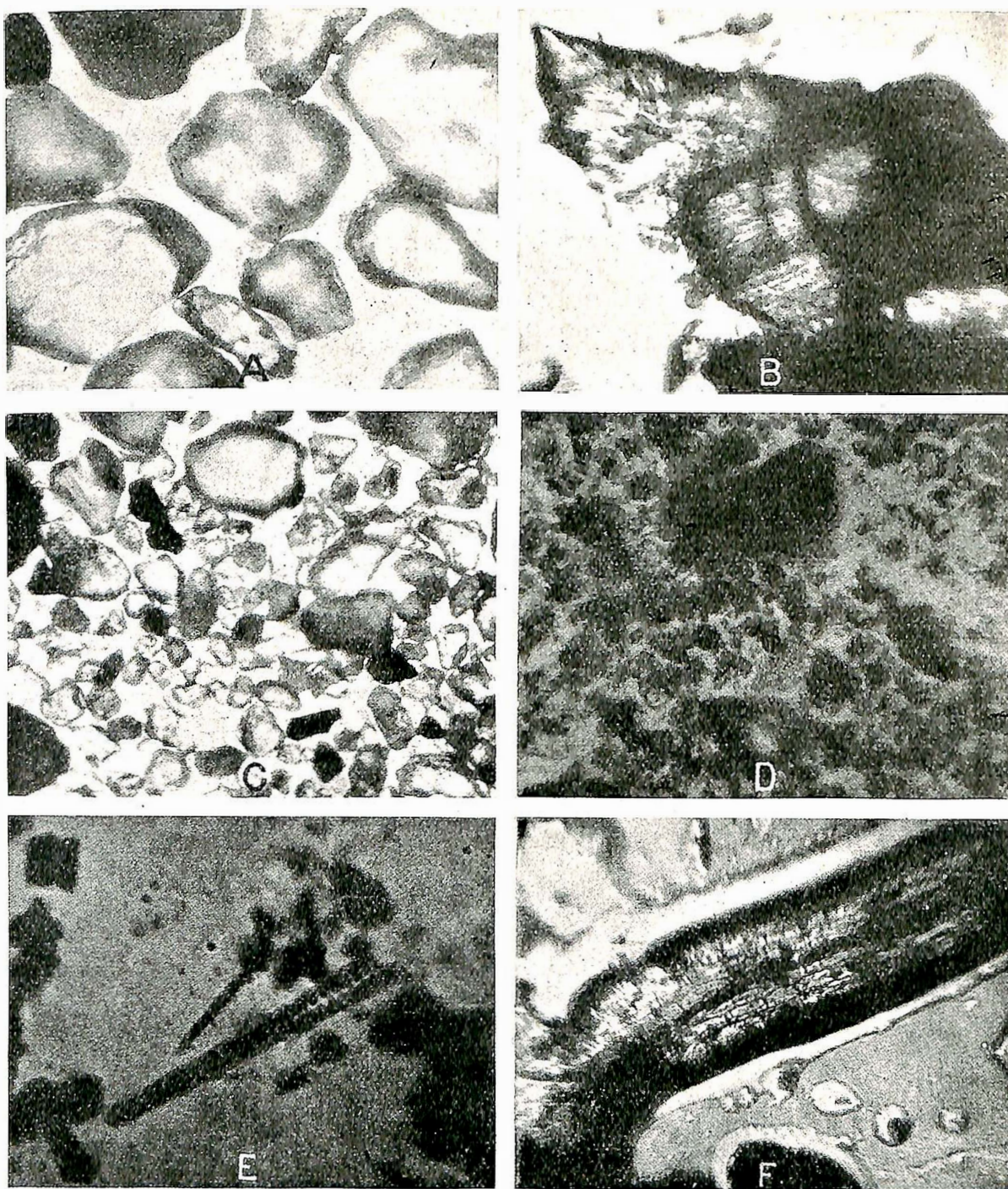


Fig. 1. Mikrofotografi av forskjellige jordartsbestanddel. A er strandsand. B er skarpkantet sandkorn. C er glacialsand. D er jord som inneholder diatomer. Bemerk den svampaktige struktur. E viser enkelte diatomer. F er torvmateriale. Bemerk den fibrige struktur og vannhinner som omgir partiklene.

Den her nevnte klassifikasjon skriver seg fra 1931 og er ikke å betrakte som endelig, men den ansees å være illustrerende for hva jeg her ønsker å fremheve vedrørende glimmeret. Betegnelsene «leir», «støvsand» og «sand» er benyttet for å definere de forskjellige grupper. Disse betegnelser refererer seg dog til de *fysikalske egenskaper*

som alminnelig antas å være forbundet med de nevnte bestanddeler *mere* enn til absolutt kornstørrelse.

I identifikasjonen av representantene for de forskjellige jordartsgrupper er således kornstørrelsen av underordnet betydning sammenlignet med de fysikalske egenskaper.

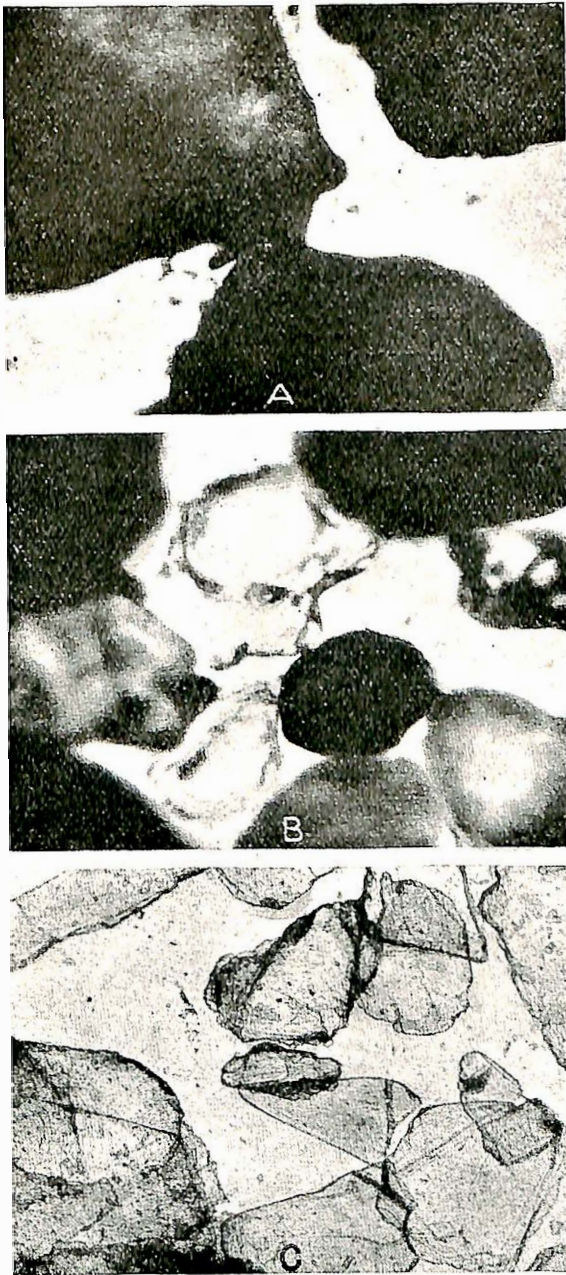


Fig. 2. Mikrofotografi av materialer som passerer sikt nr. 20 og holdes tilbake på sikt nr. 100. A viser knust, skarpkantet sand. B viser mindre skarpkantet elvesand. C viser glimmerskjell.

Fordelen ved denne måte å identifisere jordartene på illustreres tydelig i fig. 2.

La oss f. eks. ta for oss det kornete materiale i A og B i fig. 2. Det passerer sikt nr. 20 med maskevidde 0,833 mm og holdes tilbake på sikt nr. 100 med maskevidde 0,145 mm. Som følge av kornstørrelsen er det altså å betegne som sand. Fysikalsk sett tilveiebringer det utmerket bæreevne i et veidekke. Det har hverken skadelig elastisitet eller kapillaritet og er et materiale som faller innen gruppen A-3.

Et lignende materiale som inneholder en betraktelig mengde glimmer og som er angitt med C i fig. 2, passerer også nevnte sikt nr. 20 og holdes tilbake på sikt nr. 100 og skulle altså med hensyn på kornstørrelse være å betegne som sand.

Men fysikalsk sett besitter dette materiale både elastisitet og kapillaritet i skadelig grad, og siden det ikke har kohesjon, er det et materiale som blir å henføre til gruppen A-5.

Glimmerskjell av størrelse ca. mellom sikt nr. 20 og sikt nr. 100 har altså fysikalske egenskaper som er så uheldige i veibyggingsoyemed at dette materiale blir oppført i en gruppe for seg.

Dette materiale sees også ofte betegnet med «mica 20—100 mesh» når det anvendes i diagrammer i visse sammenligningsoyemed. Åpenbart anses dette forhold så kjent i amerikanske veiingeniørkretser at en i alminnelighet ikke finner det nødvendig å angi hvilken størrelse av glimmerskjellene en sikter til når en omtaler det ikke-ønskelige glimmer. Dette er nevnt som et eksempel uten å tillegge grensene altfor stor vekt. Som det vil fremgå av det følgende sikter amerikanerne med «mica» til grovere glimmerskjell (meget grovere enn i våre glacielle leirer) som gir elastisitet (rebound) eller har høy flytegrense uten samtidig å oppvise kohesjon (plastisitet). Det kan i denne forbindelse nevnes at for en del år siden holdt en i U. S. A. på i 3 uker forgjeves med å valse et veidekke. På grunn av glimmer lyktes det ikke å få det fast. Noe sådant har savidt meg bekjent ikke hendt her.

Fra vår egen gamle lærebok i geologi av prof. K. O. Bjørlykke vet vi at biotitt og muskovitt sedvanligvis opptrer i skjell og blader som er *elastisk boyelige*.

Dette er nettopp en av de egenskaper som skaffer amerikanerne vanskeligheter. Her skal samtidig forutskikkes den bemerkning at en annen uheldig egenskap har glimmerskjell av sådan størrelse at de gir høye flytegrenser *uten kohesjon*, hvilket forhold skal nærmere omhandles nedenfor. Først skal dog ytterligere utdypes de elastiske egenskaper hos glimmerskjell, og jeg skal i denne forbindelse tillate meg å henvise til en artikkel om «Principles of Final Soil Classification» skrevet av professor dr. Charles Terzaghi i «Public Roads» vol. 8 nr. 3, mai 1927.

Han beretter her om trykk- og elastisitetstforsøk som han lot foreta med forskjellige jordarter og med blandinger av sand og glimmerskjell. De tilsvarende kurver sees gjengitt i fig. 3.

Siden sammentrykkbarheten av sand med bare store korn alltid er meget liten og meget mindre enn hos den minst sammentrykkbare jordart i fig. 3, antok dr. Terzaghi at stor sammentrykkbarhet hos hvilken som helst jordart skyldtes tilstedeværelse av skjell-lignende partikler. Sammentrykkbarhet og elastisk tilbakegang kan dog også

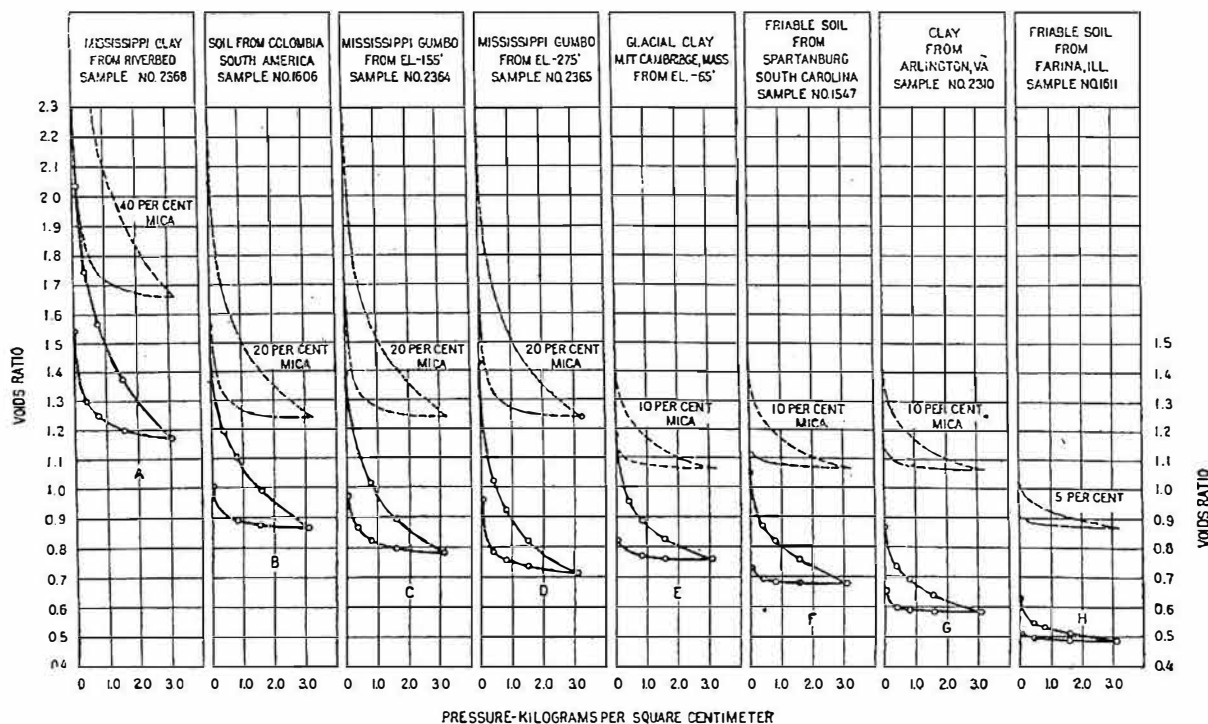


Fig. 3. Kurver vedrørende sammentryknings- og elastisitettsforsøk foretatt ved foranstaltning av dr. Charles Terzaghi.

skyldes organiske kolloider. Dr. Terzaghi har således vist at sammentrykningskurven for gelatin var den samme som for glimmerskjell. For nærmere å klarlegge dette ble det foretatt trykkprøver med forskjellige blandinger av sand og glimmerskjell, begge deler av *kornstørrelse* ca. 0,5 mm. Ved å variere glimmermengden i blandingen var det mulig å få de samme kurver for sammentrykning og elastisk tilbakegang som for alle de benyttede leirarter.

Konklusjonen av forsøkene var at den avgjørende faktor syntes å være den mekaniske virkning av større eller mindre rikdom på skjell-lignende partikler. Denne hypotese var bare basert på likheten mellom de elastiske egenskaper hos leirer og sand-glimmerblandinger.

Flere og flere kjensgjerninger syntes dog å tyde på at leirene virkelig inneholder en betydelig prosent skjell-lignende partikler. Noen av disse er omhandlet i dr. Terzaghis bok «Erdbaumechanik», utgitt i Wien i 1925. Allerede i 1925 lyktes det C. S. Ross og E. V. Shannon å bestemme de fysiske egenskaper av leirmineralene i bentonit og beslektede leirer.

For nevnte leirer fantes følgende bestanddeler:

Montmorillonit («micaceous»).

Beidellit («micaceous»).

«Micaceous» halloysit («micaceous»).

Halloysit (amorf eller undermikroskopisk krystallinsk).

Kaolin («platy» krystallinsk).

(«The minerals of bentonite and related clays and their physical properties», by C. S. Ross and E. V. Shannon. Journal of the American Ceramic Society, vol. 9, February 1926).

Av 5 leirmineraler som inneholdtes i bentonit og beslektede leirer var altså 3 «micaceous».

Etter dette må prof. Barths artikler om leire komme i en noe eiendommelig belysning. For det første synes han ikke å være oppmerksom på at det er de forholdsvis grove glimmerskjell, f. eks. av størrelse 0,5 mm, som man i Amerika har slik vanskelighet med, grunnet deres elastiske tilbakegang (rebound) således som av meg angitt i «Meddelelsene» side 84 i nr. 5 for 1935.

For det annet er det de forholdsvis grove glimmerskjell, som har høy flytegrense men liten eller ingen kohesjon, som er lite ønskelige.

Som kjent er det ifølge foreliggende litteratur bare i de finere kornstørrelser av våre leirer at glimmer er særlig sterkt representert. Dette uttales da også av prof. Barth, således på side 143 i Meddelelsene for 1938, hvor han som følge herav uttaler at våre glacial-leirer er uskikket for veibruk. Nevnte artikkel har han kalt: «Interglacialt leir fra Sørlandet anvendt på veibanen».

Denne overskrift synes meg å være misvisende. Det spesielle ved denne forekomst er jo ikke at den er interglacial, men at den er kjemisk forvitret. Nå hører jeg fort vekk folk i denne forbindelse snakke om «interglacial leire», hvilket må virke misvisende all den stund «Statens Råstoff-komité» i sin publikasjon for mange år siden har om-

handlet flere interglaciale leirforekomster som i fysikalsk, veiteknisk henseende ikke skiller seg fra mange av våre vanlige glaciale leirer.

I samme artikkel berømmer han også bentonitleira, bl. a. fordi den er glimmerfri.

Også på dette punkt er prof. Barths påstand etter min mening misvisende. Det vil ha fremgått av det ovenfor meddelte, men jeg skal for sikkerhets skyld her resymere det således:

Ifølge amerikansk veiteknisk litteratur er det den *fysikalske form* hos de elastiske bøyelige glimmerarter som gjør disse uheldige. I U. S. A. er det særlig muskovitt som representerer disse glimmerarter fordi den er et stabilt mineral og derfor forekommer i rikelig mengde i sand, og av en slik størrelse at den gir elastisk tilbakegang (rebound) og at den kan gi høy flytegrense uten samtidig å gi forøsket kohesjon.

Ifølge dr. Terzaghi, C. S. Ross og E. V. Shannon antas elastisk tilbakegang i leirer også å skyldes skjellaktige mineraler, men finleirene har samtidig også stor kohesjon og gir av denne grunn godt bindstoff. Således påviste som nevnt de samme herrer at av 5 forskjellige leirmineraler som bentonit og beslektede leirer besto av, var de 3 glimmerartede, d. v. s. skjellaktige eller bladformige. I den nevnte avhandling (The minerals of bentonite and related clays and their physical properties) sier Ross og Shannon sogar at de *glimmerartede mineraler som finnes i bentonitleirer ligner glimmer på mange måter og kan sommetider forveksles med dem.*

I sin artikkel i nr. 6 og 10 av «Meddelelser» for 1938 nevner prof. Barth bentonit som en representant for forvittringsleirer der som følge av sitt høye innhold av «ekte kolloider» gir nevnte leire høyt plastisitetstall. Denne uttalelse av prof. Barth, ja hele hans sistnevnte artikkel for øvrig, tillikemed senere artikler, kommer i en meget eiendommelig belysning, for å bruke et mildt uttrykk, når en leser ovenfor nevnte artikkel av Ross og Shannon, publisert allerede i februar 1926. Forfatterne går her kraftig tilfelts mot dem som tror at bentonit-leirenes plastiske egenskaper skyldes de «ekte kolloider». Bentonitleira har i virkeligheten meget ringe mengde av partikler som er så små at de kommer i klasse med de «ekte kolloider». De påpeker tvertimot at bentonitleirenes plastiske egenskaper i vesentlig grad nettopp skyldes de glimmerartede partikler som i mange henseender ligner glimmer, ja sogar er blitt forvekslet med dem.

*Disse leirmineralers adsorbitive kraft viser seg å skyldes mere krystalotypen enn kjemisk sammensetning.*

Den kjemiske sammensetning er forøvrig i mange tilfelle meget vanskelig å avgjøre.

Etter at jeg på side 62 og 63 i «Meddelelser fra Veidirektøren» for 1938 generelt hadde omhandlet

kohesjons- og volumforandringsegenskaper hos leirer uttalte jeg på side 64 at «skal man definere leirer må de ikke defineres bare med hensyn til størrelse og kjemisk sammensetning, men likeså vel med hensyn på form og elektrisk struktur.» Allerede i 1925 foreslo nemlig dr. Edgar T. Wherry («Jour. Mineralogical Soc. of Amer. 10, 65») uttrykket «én-dimensjonalt» kolloid for de meget tynne, glimmerartede skjell av dispergert bentonit som han sier «utviser optiske og fysikalske egenskaper som tilkjennevir at deres korn er av synlige dimensjoner i 2 retninger, men undermikroskopiske og kolloidale i den 3. retning, vinkelrett på de glimmerartede plater.»

Av nærværende utredning vil det ha fremgått at de skjellformede korn som spiller en så stor rolle hos våre leirer spiller en tilsvarende rolle i amerikanske leirer. De bibringer leirene egenskaper lik dem en finner hos de «ekte kolloider».

I den senere tid har en ad røntgenografisk vei bestemt leirmineralene.

#### *Leiras volumforandring.*

I min artikkel i nr. 4 av «Meddelelsene» for 1938 har jeg eksempelvis på side 62—63 bl. a. forklart hvorledes *amerikanerne legger stor vekt på å benytte leirer med minst mulig volumforandring.*

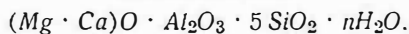
Det ble fremholdt hvorledes kalileirene var de beste i denne henseende.

Til belysning av de siste spørsmål antas nevnte artikkel av Ross og Shannon å være av meget stor interesse. Denne artikkel er ikke skrevet for veifolk, men den gir allikevel forklaring på mange ting av interesse for oss. Ifølge nevnte artikkel består de fleste bentonitleirer av leirmineralet montmorillonit, men noen få er karakterisert ved det beslektede mineral beidellit.

Det er selvfølgelig flere variasjoner av disse.

Den kjemiske sammensetning kan angis således:

Montmorillonit:



Beidellit:



Tykkelsen av vannhinnene på partikler av samme størrelse er avhengig av den kjemiske karakter. Den kjemiske sammensetning av leirer tilkjennevir bl. a. ved forholdet mellom kiselsyre og kombinert innhold av jern- og aluminium-oksyder. Dette kalles kiselsyre-sesquioxyd-tallet og

angis med  $\frac{Si O_2}{R_2 O_3}$ . I sin alminnelighet kan det sies at vannhinnene på leirpartikler av samme størrelse blir tykkere ettersom kiselsyresesquioxydtallet blir større.

Bortsett fra jonevirkning er beidellit således å foretrekke i veiteknisk henseende, da de mest

stabile leirer har minst forhold mellom mengden av  $SiO_2$  og  $Al_2O_3$ .

Under Ross' og Shannons analysearbeid av bentonit og beslektede leirer vakte det betydelige vanninnhold og dets store variasjon atskillig interesse i flere henseender.

På grunn av den store letthet med hvilken vannet kunne tapes og gjenvinnes trakk en den slutning at vannet muligens for den vesentligste del var adsorbent og ikke kjemisk bundet. (At vi nå vet mere om «sorpsjonsegenskaper» er en sak for seg).

Tendensen til å adsorbere store vannmengder antokes å skyldes materialets fysikalske struktur, idet de ytterst finkornede skjell ga en relativt enorm overflate.

Dette er en av de såkalte «kolloidale» egenskaper som har ført til at bentonit er blitt betraktet som kolloider. Som nevnt hadde ikke Ross' og Shannons undersøkelser i heromhandlede tilfelle noe med veivesenets problemer å gjøre, men der er et par andre av analyseresultatene som jeg har festet meg ved fordi de kan tjene som rettledning for den videre utdypning av den rolle et leirminerals «sorpsjons»- og adsorpsjonsegenskaper spiller i veiteknisk henseende, eller om en vil «svetnings»-egenskapene.

Et par av de undersøkte bentonitleirer hadde nemlig bare ca. halvparten av det vanninnhold de andre hadde under samme forhold, og samtidig hadde det et innhold av nesten 6 % kaliumoksyd.

Det mest slående ved kaliuminnholdet var at det totale vanninnhold varierte omvendt proporsjonalt med alkaliinnholdet, idet 1 vektprosent kaliumoksyd ekvivalerte ca. 2 vektprosent vann. Dette forhold syntes å holde stikk også for sådanne av disse leirer som inneholdt mindre alkali-mengder.

Disse forhold har ingen forbindelse med molekylarvektene hos vann og kalium. Det syntes mest rimelig å anta at kaliet, i likhet med hovedmengden av vannet var adsorbent.

Disse slutninger var altså publisert i februar 1926.

Nå, mange år senere, har autoriteter som har behandlet problemene i forbindelse med stabiliserte grusdekker funnet ut at kaliumleirene er de beste leirer for stabilisering.

Konklusjonen herav tør være at amerikanske veiautoriteter foretrekker leirer med liten volumforandring fremfor leirer med stor «svetning».

Om vannet er adsorbent eller kjemisk bundet var et åpent spørsmål. Hendrichs og Fry henviser i en artikkel i «Soil Science» 29, 1930 til ovenfor nevnte artikkel av Ross og Shannon og uttaler at de ovenfor nevnte fenomener med vannmengden muligens også delvis skyldes mineralets store mengde av krystallisasjonsvann.

De her meddelte opplysninger antas å være av

meget stor interesse for bedømmelsen av våre norske leireforekomster.

For det første antas altså i henhold til det ovenfor anførte at bentonitleirenes plastisitet i første rekke skyldes de fine glimmerartede partikler og ikke «ekte kolloider». Plastisiteten er mer avhengig av krystallstrukturen enn kjemisk sammensetning.

For det annet bevirker de glimmerartede (skjellaktige) partikler en adsorpsjon av kalium på lignende måte som de «ekte kolloider».

For det tredje bevirker adsorpsjon av kalium mindre vannadsorpsjon og mindre «svetning».

Disse forhold er av meget stor interesse under sammenligningen mellom våre norske leireforekomster og dem som amerikanerne *fortrinsvis* bruker. Våre leirers plastisitet skyldes jo også ifølge foreliggende litteratur vesentligst innhold av finglimmer og glimmerartede partikler. Jeg sier glimmerartede partikler da jeg ikke føler meg så helt overbevist om at en vet hva våre leirers fineste partikler består av. Den foreliggende litteratur viser at en hittil har kunnet ta feil både her og i Amerika. Jeg tillater meg i denne forbindelse også å henvise til de siste undersøkelser over finske sedimenterte leirer. Se: «Über die Tone Finlands und ihre Eigenschaften», B. Aarnio, Helsinki 1938.

For øvrig er det jo krystallstrukturen som er av størst betydning ikke bare for vannadsorpsjon men også for adsorpsjon av f. eks. kalium.

De leirer som veivesenet er interessert i er altså ikke leirer hvor mengden av adsorpsjonsvann kan variere meget lett innen vide grenser, men *leirer som adsorberer de tynnest mulige vannhinner og som kan bevare disse mest mulig uforandret.*

For å løse denne siste del av oppgaven gripes til kjemikalier eller andre stoffer, og her er det et stort virkefelt for våre geologer og kjemikere.

At de typiske, amerikanske finleirer kan bevare fuktigheten lenger enn våre leirer, tør være velkjent, men ikke desto mindre vet vi at amerikanerne også må anvende kjemikalier for sine stabiliserte veier. De bruker eksempelvis klor-kalsium. Professor Barth sees også å regne med bruk av klorkalsium for den forvittringsleira han har funnet på Sørlandet. Svetningsegenskapene forlener altså ikke veidekket med den til enhver tid forønskede fuktighet for å unngå støv.

*Ved valg av materialer må en veie fordelene og mangler mot hverandre og resultatet er at i U. S. A. velges leireforekomster med moderat kohesjon.*

Med hensyn til antall og art av forekommende leirmineraller så synes dette problem langtfra å være uttømmende behandlet.

I ovenfor nevnte finske avhandling sees oppført leirminerallerne Montmorillonit, Pyrophyllit, Beidellit, Nontronit, Halloysit.

Det ville være av interesse å sitere en del fra denne bok, men jeg vil anbefale å lese avhandlingen i sin helhet. Dr. B. Aarnio gjør oppmerksom på at Finnlands leirer hovedsakelig er sekundærleirer, d. v. s. leirer hvor mekanisk og kjemisk forvitring har funnet sted og hvor materialet er fraktet og avsatt, i motsetning til primærleirene som er rene forvittringsleirer som ikke er fraktet.

#### *Diatome-jordarter.*

I den artikkel som er inntatt i nr. 10 av «Meddelelsene» har prof. Barth foruten å fraråde bruk av glimmerholdig glacial-leire også sammenlignet våre vanlige leirer med diatomeleirene. Jeg finner det derfor nødvendig her også å komme nærmere inn på disse.

Av grupperingen ovenfor vil det sees at også disse jordarter i U. S. A. er oppført i en klasse for seg, idet de kan virke meget uheldig for vei-bygging. Til belysning av forholdene ved de uheldige forekomster av glimmer og av diatome-jordartene skal jeg fritt gjengi i utdrag hva herom er anført i *Public Roads* vol. 17, nr. 3, mai 1936, nemlig bl. a. følgende:

Høye flytegrenser kan fremkomme ved kapillartetsvann, kohesive vannhinner eller ved en kombinasjon av begge.

Kohesjonsløse glimmerskjell, svampaktig diatomejord og kolloidal leire kunne alle ha en flytegrense på la oss si 200.

Forskjellige blandinger av nevnte stoffer ville også ha en flytegrense på 200.

Således kan en blande kolloidal leire med kohesjonsløs diatomejord og få forskjellige grader av kohesjon uten å forandre flytegrensen.

Men således er det ikke med plastisitetsgrensen. I kohesjonsløse materialer er der ingen plastisitetsgrense, hvilket betyr, i hvert fall teoretisk, at plastisitetsgrensen er den samme som flytegrensen. Hvis kolloidal leire blandes med diatomejord i stigende mengde vil plastisitetsgrensen avta.

Av blandinger med samme flytegrense vil den som har lavest plastisitetsgrense inneholde mest plastisk leire som gir kohesjon.

Av det her anførte vil det fremgå at så vel glimmerskjell som diatomejord kan ha meget høye flytegrenser, men allikevel ikke oppvise noen plastisitet. Med andre ord gir de ikke kohesjon i veidekket.

Hvis en i et veidekke har for meget av de ikke ønskelige glimmerskjell, diatomejordarter, torv eller andre organiske substanser så tilkjennevis dette ved flytegrenser som er større enn uttrykt i ligningen

$$F \cdot G = 1,6 \cdot P \cdot T + 14,$$

hvor

$$F \cdot G = \text{flytegrensen}$$

$$P \cdot T = \text{plastisitetstallet},$$

således som angitt på side 66 i «Meddelelsene» for april 1938.

Jo mer flytegrensene overstiger sådanne verdier desto mer utilfredsstillende er leiremortelen, d. v. s. det som passerer sikt nr. 40 med maskevidde = 0,42 mm på grunn av skadelig svampaktighet og kapillaritet.

Ved å holde flytegrensen under 35 kan en muligens («may») unngå at de nevnte skadelige stoffer er tilstede i *for høy grad*. Imidlertid forlanges der at leirmortelen i fundamentet ikke skal ha høyere plastisitetstall enn 6 og ikke høyere flytegrense enn 25.

På veier som ikke er utstyrt med isolasjonsskikt og som ikke har tilstrekkelig tykkelse av kapillartetsbrytende materialer synes det for meg som om en bør holde seg under de sistnevnte grenser.

Hvordan stiller det seg så med våre norske materialforekomster?

Som kjent inneholder de grovere bestanddeler av de fleste av våre leireforekomster lite glimmer. Det er først når en kommer ned i finere kornstørrelser at glimmerinnholdet ifølge foreliggende norsk litteratur er stort. Hva skadelig glimmer angår synes det derfor å være mindre grunn til spesielt å nevne våre leireforekomster. Vi har ved laboratoriet undersøkt tallrike leireforekomster som inneholder fra 90—99 % mindre enn 0,05 mm.

Hva diatomeleirene angår så forekommer diatomejord særlig i Rogaland, og etter dr. Gunnar *Holmsens* opplysninger kan en treffe på den under myrer på østlandet, særlig i Telemark. Nevnte jord oppstår ved avlagringer etter kiselalger. I U. S. A. derimot er en vant til å finne meget som er «the biggest in the world». Der kan en treffe på diatomeleirer av lagtykkelse på ca. 12 m.

Av nordiske glacielleirer som er undersøkt er det ikke vanskelig å støte på diatomfrie sådanne. Andre kan inneholde forskjellige mengder derav.

Å stille våre glacielleirer i klasse med diatomeleirene fordi der ofte trenges meget av leireforekomsten for å få et bestemt plastisitetstall er misvisende.

Mange av våre forekomster av glacielleirer har liten plastisitet på grunn av sin grovkornethet, men samtidig har de også lave flytegrenser sammenlignet med diatomeleirene.

På side 65 i «Meddelelsene» for 1938 fremhevet jeg at inngående kjemisk-mineralske analyser krevet meget omfattende arbeider, og der hadde ikke vært særlig anledning til å utføre sådanne. De er selvsagt meget ønskelige for å finne ut det beste. I alle tilfelle vil det dog være nødvendig å anvende fysikalske prøvemethoder, såkalte «standard tests», eksempelvis sådanne som amerikanerne har utarbeidet og foreskrevet i A. S. T. M. og A. A. S. H. O.

I Sverige brukes de metoder som finnes beskrevet i dr. Gunnar *Ekstrøms* avhandling: «Klassifikation av Svenska Åkerjordar», Sveriges Geolo-

GUNNAR EKSTRÖM.

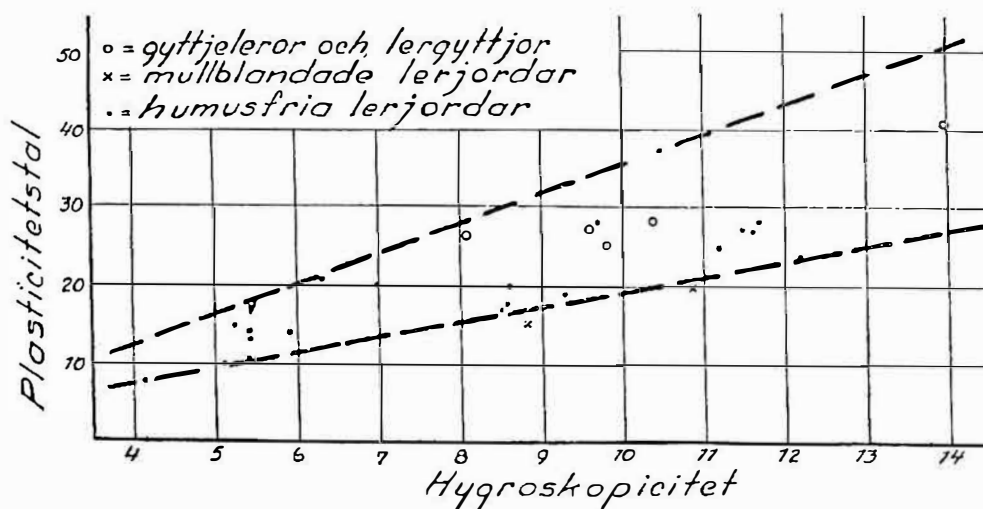


Fig. 4 viser sammenheng mellom plastisitetstall og hygroskopisitet.

giska Undersökning, ser. C nr. 345 (årbok 20) side 54—55, 95, 123—130.

Dr. Gunnar Beskow foreskriver følgende krav til leireforekomsten:

$$V_{10} - V_{100} > 10, \text{ helst } > 14.$$

$$W_h \text{ min. } > 5,5, \text{ helst } > 7.$$

Vanninnholdet  $V_{10}$  og  $V_{100}$  er vanninnhold i vektprosent ved relativ fasthet = 10 henholdsvis 100 bestemt etter Geotekn. Kommissionens konmetode.

$W_h$  er vanninnhold i vektprosent i likevekt med damptrykket over tiprosentig svovelsyre.

Sammenheng mellom plastisitetstall og hygroskopisitet fremgår av fig. 4, hentet fra Gunnar Ekstrøms ovenfor nevnte bok, side 124.

#### Analyser av norske forekomster.

Det er da også sådanne analysemetoder vi har anvendt på våre materialforekomster, og funnet at vi har mange brukbare materialer. Av det ovenfor meddelte vil det ha fremgått at det særlig er 3 forekomster som i U. S. A. ansees lite ønskelige i veibygging, nemlig: Glimmerskjell, diatomejordarter og materialer av organisk opprinnelse. For å konstatere om disse forekommer i skadelig mengde kan forskjellige metoder anvendes. Her skal en av disse metoder nærmere omtales.

Et materiales flytegrense og plastisitetstall forteller oss meget. Som nevnt antas flytegrensen for leirmørtelen helst ikke å burde ligge over 25. Jeg har tidligere påvist hvorledes vi har brukbare materialer. På side 72, 73, 76 og 77 i «Meddelelsene» for 1938 er således gjengitt flytegrense, plastisitetstall og delvis markfuktighetsekvivalent.

Flytegrensen er ikke i noe tilfelle høyere enn 23,6; i alminnelighet ligger den atskillig under 20 selv for plastisitetstall på 5.

At kurven for leiremørtelen avviker til dels sterkt fra idealkurven som finnes gjengitt i fig. 19 på side 66 i samme nr. av «Meddelelsene» skal jeg komme tilbake til senere.

For videre å undersøke og påvise hvorledes det arter seg med flytegrense og plastisitetstall for de lite ønskelige stoffer glimmerskjell, diatome og organiske stoffer har veilaboratoriet foretatt en del analyser. Resultatet av noen av disse er gjengitt i tabell I ved siden av resultatene fra brukbare forekomster.

Av denne tabell vil det fremgå hvorledes de lite ønskelige stoffer såsom glimmerskjell av en spesiell størrelse, diatomejord og matjord skiller seg helt ut fra de vanlige leire- og sandforekomster som vi veiingeniører bruker.

Matjorden har en flytegrense på 33,9 uten å oppvise plastisitet.

Diatomejorden fra Rogaland har eksempelvis en flytegrense på 128 uten plastisitet.

Flytegrensen ble bestemt etter den svenske konmetode.

Samme diatomejord i urørt tilstand viste en «flytegrense» på 268.

Ved å blande 1 vektsdel diatomejord med 2 vektsdeler leire av noenlunde fet karakter, erholdtes en flytegrense på 60, men plastisitetstallet var bare 9. Selv denne blanding skiller seg altså helt ut fra de leireforekomster vi bruker i veivesenet.

Hva glimmeret angår ble foretatt undersøkelser for en rekke fraksjoner såsom

|  |                 |
|--|-----------------|
| kornstørrelse mellom sikt nr. 20 og nr. 40 |                 |
| —»—  | —»— 40 » » 60   |
| —»—  | —»— 60 » » 100  |
| —»—  | —»— 100 » » 120 |
| —»—  | —»— 120 » » 140 |
| —»—  | —»— 140 » » 200 |

Kornstørrelsen passert sikt nr. 200.



Tabell I.

| Jordart   | Flytegrense  | Plastisitetsgrense | Plastisitets-tall |
|---|--------------|--------------------|-------------------|
| Matjord fra Eidsberg, Østfold   | 33,9         |                    | 0                 |
| Diatomejord fra Rogaland, nr. 1   | 91           |                    | 0                 |
| —, — nr. 2  | 128          |                    | 0                 |
| 1 del diatomejord nr. 2 +<br>1 del leireforekomst                       |              |                    | 0                 |
| 1 del diatomejord nr. 2 +<br>2 deler leireforekomst                     | 86<br>60     | 51                 | 9                 |
| Diatomejord nr. 2, urørt prøve  | 268          |                    | 0                 |
| Glimmer   | Ubestemmelig |                    | 0                 |
| Sand nr. 1  | 17,6         |                    | 0                 |
| —, — + 10 % glimmer   | 23,8         |                    | 0                 |
| —, — + 20 % „   | 26,8         |                    | 0                 |
| —, — + 30 % „   | 30,2         |                    | 0                 |
| Sand nr. 2  | 14,5         |                    | 0                 |
| —, — + 10 % glimmer   | 20,4         |                    | 0                 |
| —, — + 20 % „   | 24,2         |                    | 0                 |
| —, — + 30 % „   | 27,6         |                    | 0                 |
| Leireforekomst fra Rakkestad, Østfold                                   | 38,1         | 19,3               | 18,8              |
| „ + like meget normalsand   | 16,5         | 12,5               | 4,0               |
| Leireforekomst fra Trøgstad, Østfold                                    |              |                    |                   |
| „ + like meget normalsand   | 20,0         | 13,2               | 6,8               |
| Leiremortel fra Østfold   | 15,7         | 11,9               | 3,8               |
| „ ; den følger idealkurven ..   | 17,2         | 13,5               | 3,7               |
| „ nr. 6 s. 76 „Medd.” nr. 4/1938  | 20,7         | 14,2               | 6,5               |
| „ Spydeberg, Østfold  | 27,2         | 17,2               | 10,00             |
| „ av forvittringsleireforekomst, V.-Agder, gjennomsnittsprøve           | 31,1         | 20,4               | 10,7              |
| Forvittringsleireforekomst, V.-Agder, utplukket leireholdige materialer | 35,8         | 22,6               | 13,2              |
| Leireforekomst, Hobøl, Østf.  | 55           | 28,7               | 26,3              |
| „ Tune, Østf.   | 54,4         | 26,4               | 28,00             |
| „ Eidsberg, Østf.   | 36,9         | 21,1               | 15,8              |
| „ Spydeberg, Østf.  | 43,9         | 22,1               | 21,8              |
| „ „ + like deler sand ..  | 26,5         | 13,0               | 13,5              |
| „ Onsøy, Østf., 57 gr. + 143 gr. sand                                   | 18,4         | 13,3               | 5,1               |
| Leireforekomst, Brandbu Opl.  | 28,3         | 19,2               | 9,1               |
| „ „ + like meget normalsand   | 16,1         | 12,1               | 4,0               |
| Leiremortel fra Østfold, 40 % leireforek. + 60 % sand                   | 19,9         | 12,8               | 7,1               |
| „ 1 del leiref. + 1,25 deler s.   | 15,5         | 12,5               | 3,0               |
| „ Vestf., 1 del leiref. + 1 del sand                                    | 18,3         | 11,3               | 7,0               |

For det som hadde passert sikt nr. 200 var flytegrensen 40 uten å vise plastisitet.

For de andre fraksjoner var flytegrensen etter konmetoden ubestemmelig, men den lå i hvert fall

atskillig over 40. Nå kan våre sandforekomster inneholde atskillig glimmer og de til veilaboratoriet innsendte materialforekomster blir derfor undersøkt for å fastslå hvorvidt glimmeret forekommer i skadelig mengde. Hittidige undersøkelser har vist at våre sandforekomster er godt brukbare.

Av de forsøk som er foretatt for å vise hvordan glimmeret influerer på sandens egenskaper er der i tabell I medtatt et par stykker. De 2 sandprøver er betegnet med nr. 1 og nr. 2.

For disse ble siktekurven bestemt for det som passerer sikt nr. 40 og ned til det som passerer sikt nr. 200.

Derpå ble det laget «sand» bestående av bare glimmer og av tilsvarende siktekurve. Av denne glimmersand ble det så tilsatt henholdsvis 10—20 og 30 vektspersent til den «rene» sand. For den ene sand steg som det vil sees av tabell I flytegrensen fra 14,5 til henholdsvis 20,4—24,2 og 27,6, altså en overordentlig stor stigning. Flytegrensen for glimmersanden viste seg å være 61 uten at den viste plastisitet.

Det vilde ha vært av stor interesse å ha kunnet utdype ytterligere disse undersøkelser, men det har av lettforståelige grunner ikke vært anledning til det.

De foretatte forsøk antas imidlertid å være tilstrekkelige til å vise hvilke størrelser av glimmerskjellene det er som volder særlig bryderi og til å vise hvorledes sådanne kan påvises.

Det samme gjelder diatomejordarter og for øvrig jordarter av organisk opprinnelse.

Det som prof. Barth anfører på side 134 i «Meddelelser» for 1939 angående diatomeleirene og våre norske leirer er etter min oppfatning helt misvisende. De som har hatt tid til å reflektere, om enn bare lite grann, over det som jeg tidligere har skrevet om dette spørsmål, således i nr. 4 av «Meddelelsene» for 1938 vil nødvendigvis måtte innse dette.

Jeg tillater meg i denne anledning kort og godt å henvisse til den kurve jeg har gjengitt i fig. 19 på side 66 i nr. 4 av «Medd.» for 1938.

Av ovenfor nevnte fig. nr. 19 vil det fremgå at den leireforekomst som det passer å anvende i hvert enkelt tilfelle er avhengig av den grusforekomst som den skal tilsettes. Hvis veigrusen på forhånd inneholder meget «filler» passer det å bruke en meget fet leire. Hvis jeg på grunnlag av det som prof. Barth har anført på nevnte side 134 i «Meddelelsene» skulle regne ut «n» i ligningen

$$P \cdot T = n \cdot p$$

hvor  $P \cdot T$  er plastisitetstallet og  $p$  = prosentmengde leireforekomst, så ville jeg for en norsk leireforekomst som jeg selv har arbeidet med få  $n = \infty 0,6$ . For å få et plastisitetstall på 5 måtte der tilsettes ca. 8 % av nevnte leireforekomst som i parentes bemerket i seg selv inneholder en del

støvsand og finsand ved siden av den «filler» som veigrusen måtte ha. Siktekurven så vel for den komplette grusblanding som for leiremortelen ville for nevnte leireforekomst bli nær ideelle.

Prof. Barth anfører at siktekurven ville bli helt gal ved å tilsette 24 % leire til en veigrus, samtidig som han anfører som meget ettertraktelsesverdig å anvende bare 1,5 % leire.

Under henvisning til ovenfor nevnte fig. 19 vil jeg si at en tilsetning av 1,5 % også vil gi en meget lite ønskelig siktekurve, hvis grusen er så «filler» fattig som den vanligvis er i mange av våre grustak. Skal siktekurven bli god må der ved siden av den fete leire også finnes «filler» som, hvis den ikke finnes i grusen, må tilsettes. Derfor velger amerikanerne også helst leireforekomster med moderat kohesjon.

I Skandinavia bør en ikke bruke bare den fete leireforekomst med mindre grusen inneholder tilstrekkelig «filler». Ved siden av finleiren trenges også noe grovleire samt støvsand. Hva den feteste leire mangler herav kan skaffes til veie enten ved bruk av grovere leire eller også ved knusing av steinen i grustakene.

Prof. Barth skriver på nevnte side 134 bl. a.: «Hva plastisitetsforholdene angår står de norske leirer derfor nærmere diatome-leirene enn beidelit-leirene». Noe ovenfor skrev han: «All leire sveller jo ved vann og hvis hele 24 % av veigrusen består av leire, vil hele veibanen svulle sterkt i regnvær, og i tørt vær vil der opptre sprekker.» Disse setninger er helt misvisende. Av tabell I vil fremgå at de vanlige norske leirer i vesentlige henseender skiller seg fra diatome-leirene.

La oss nå allikevel i sakens anledning tenke oss at der var benyttet de omhandlede 24 % av norsk leireforekomst for å få en forønsket plastisitet. I så fall ville bare en del av dette materiale være leire og enda mindre ville være finleire under  $1 \mu$ . Hvis så nemlig ikke hadde vært tilfelle ville der ikke ha vært nødvendig å tilsette så meget som 24 %.

Nei, en kan nok gå ut fra at en meget stor del ville bestå av sand og støvsand.

Til belysning av svelningens størrelse skal hitsettes noen data hentet fra en amerikansk kilde som jeg tidligere har benyttet:

Tabell II.

| Leiremortelens fraksjoner | Ovnstørret leiremortel              |                                  |                                    | Leiremortel ved                  |   | Svelningsprosent |
|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|------------------|
|                           | Partikkelstørrelse<br>Diameter i mm | Kornstørrelsefordeling<br>Vekt % | Volum av kornene<br>% <sup>1</sup> | svinn-<br>grensen                | markfuktig-<br>hetsgrensen                    |                  |
|                           |                                     |                                  |                                    | Volum av korn + vann-<br>hinne % | Volum <sup>1</sup> av korn + vann-<br>hinne % |                  |
| Sand .....                | 0,42—0,05                           | 60                               | 40                                 | 40,5                             | 40,9  | 0,4              |
| Støvsand .....            | 0,05—0,005                          | 27                               | 18                                 | 20,1                             | 21,3  | 1,2              |
| Leire .....               | 0,005—0,001                         | 7                                | 5                                  | 9,7                              | 12,6  | 2,9              |
| Kolloider .....           | 0,001—0,0                           | 6                                | 4                                  | 29,7                             | 44,6  | 14,9             |
|                           |                                     | 100                              | 67                                 | 100                              | 119,4   |                  |

<sup>1</sup> Prosent av volum ved svinggrensen.

Som det sees tilsvarende siktekurven idealkurven for leiremortelen. En har antatt kulerunde korn i beregningen.

Enskjønt den kolloidale fraksjon utgjør bare 6 % av blandingen undergår den den største volumøkning. Av den 19,4 % svelning som hele blandingen får skyldes 14,9 % den kolloidale fraksjon og utgjør hele 50 % av denne selv.

«Under sådanne forhold er det rimelig at ingen materialblanding kunne forbli stabil,» sier den amerikanske forfatter.

Jeg har tatt med denne tabell for å vise hvilke vanskeligheter amerikanerne kan ha.

Til sammenligning med våre norske leireforekomster skal her i all korthet opplyses at den i tabell I oppførte leiremortel som hadde et ideelt mengdeforhold mellom sand og (støvsand + leire) hadde en svelning på 5,24 %. Samtidig hadde den en flytegrense på bare 19,9 og et plastisitetstall på

hele 7,1. Denne leiremortel hadde dog ikke det ideelle mengdeforhold mellom støvsand og leire, men hvis en forbedret den i denne retning ved blanding med magrere leire ville en få svelningen betraktelig redusert samtidig som en ville få et plastisitetstall som egnet seg bedre for våre værforhold i sin alminnelighet.

Som av meg ofte nevnt velger amerikanerne leireforekomster med moderat kohesjon, altså forekomster som hva plastisitetsforhold angår mer ligner flere av dem som kan oppdrives hos oss. Til belysning herav skal jeg medta en oppgave fra Michigan, en stat som jeg tidligere har opplyst ligner Norge i flere henseender hva veibyggingsproblemer angår.

Denne oppgave er angitt i tabell III, en tabell som jeg tidligere har satt opp for en av mine artikler, men som måtte sløyfes av hensyn til artikkelens omfang.

Tabell III.  
Eksempel på materialblanding fra Michigan U. S. A.

| Prøve nr. | Materialets art              | Mekanisk analyse, vektprosent              |  |   |                                 |   |  |          |       | Fysisk analyse |                  |
|-----------|------------------------------|--|--|---|---------------------------------|---|--|----------|-------|----------------|------------------|
|           |                              | Grus                                       |  |   |                                 | Leiremortel                                   |  |          |       | Flytegrense    | Plastisitetstall |
|           |                              | Passert 1 tom<br>Rest på $\frac{3}{4}$ tom | Passert $\frac{3}{4}$ tom<br>Rest på $\frac{2}{5}$ tom | Passert $\frac{2}{5}$ tom<br>Rest på sikt nr. 4 | Passert nr. 4<br>Rest på nr. 10 | Grov sand<br>Passert nr. 10<br>Rest på nr. 40 | Fin sand<br>Passert nr. 40<br>Rest nr. 200 | Støvsand | Leire |                |                  |
| 1         | Leireforekomst fra leirtak.. | 0  | 0  | 0   | 0                               | 0   | 4  | 29       | 67    | 39             | 17               |
| 2         | Grus fra grustak .....       | 0  | 16   | 38  | 33                              | 10  | 3  | 0        | 0     |                | 0                |
| 3         | Utharpede materialer .....   | 0  | 0  | 0   | 14                              | 57  | 23   | 4        | 2     |                | 0                |
| 4         | Fin sand fra planeringen ... | 0  | 0  | 0   | 0                               | 2   | 91   | 6        | 1     |                | 0                |
|           | <i>Laboratorieblending.</i>  |  |  |   |                                 |   |  |          |       |                |                  |
|           | 79 % av nr. 2 .....          |  |  |   |                                 |   |  |          |       |                |                  |
| A         | 17 % av nr. 3 (vekts) ....   | 0  | 12   | 27  | 26                              | 17  | 16   | 1        | 1     |                | 0                |
|           | 11 % av nr. 4 .....          |  |  |   |                                 |   |  |          |       |                |                  |
|           | <i>Stabilisert blanding.</i> |  |  |   |                                 |   |  |          |       |                |                  |
| B         | A + 10 % av nr. 1 (vekts) .. | 0  | 11   | 25  | 24                              | 15  | 15   | 4        | 6     | 18             | 6                |

Det sees av denne tabell at amerikanerne i dette tilfelle bruker ikke mindre enn 4 materialforekomster for å lage den forønskede veigrus.

Hva leiremortelen angår sees den å ha det ideelle mengdeforhold mellom sand og (støvsand + leire), men mengdeforholdet mellom støvsand og leire er langt fra ideelt. I stedet for det ideelle ca. 2 : 1 er det 2 : 3. Plastisitetstallet er 6. En sådan blanding er det ingen sak å få i Norge. En kan til og med med letthet få en sådan, ja bedre også, vel å merke ved bare å bruke 2 materialforekomster, nemlig en grus- og en leireforekomst, mens amerikanerne som det sees brukte hele 4.

Disse opplysninger og bemerkninger må ikke misforståes. Artikkelen er ingenlunde ment som noen mannjevning mellom amerikanske og norske leireforekomster. Vi er vant til at Amerika er rikere både på godt og ondt i mange henseender.

Det tør også gjelde for leireforekomstene. *Hensikten med denne artikkel er også ad teoretisk vei å søke å vise at vi har mange brukbare leireforekomster også i Norge. I praksis ansees dette forlengst å være bevist.*

\*

Nå har prof. Barth i sine artikler først gått løs på glimmerinnholdet i våre leirer, derpå har han hevdet at våre leirer ligger skadelig nær diatomeleirene.

Det ligger nær å spørre hvorfor han ikke også har advart oss mot matjorden. Denne er da langt mer utbredt i Norge enn diatomejorden, og vi veiingeniører har virkelig syndet når det gjelder vår omgang med matjorden. Jeg har nå undersøkt en rekke leireforekomster, mest for Østfold, men også for mange andre deler av vårt land. Ingen av dem har inneholdt så meget diatomer eller

glimmer av skadelig kornstørrelse at det ikke har vært en forbedring av grusen å bruke dem.

Ved å innsende materialene til veilaboratoriet vil veiingeniørene kunne gardere seg mot å anvende ikke brukbare materialer.

På den annen side er der meget stor forskjell på de materialforekomster vi har. Det gjelder derfor å velge grus- og leireforekomster som passer for hinannen.

Av tabell I finnes gjengitt en rekke materialblandinger. Flere av dem er bedre enn den fra Michigan gjengitte i tabell III.

En av leiremortelene følger sogar helt idealkurven og enda har den en flytegrense på 17,2 og et plastisitetstall på 3,7 som ansees for å være velskikket under mange norske forhold.

Et av de spørsmål som veilaboratoriet arbeider med er hvor stor vekt skal en legge på plastisitetstallets størrelse i forhold til den vekt som skal legges på å få det ønskelige mengdeforhold mellom støvsand og leire. Dette vil variere etter klimatiske forhold i landet og være avhengig bl. av leiras

Derfor er det ønskelig å få innsendt til veilaboratoriet så mange grusveidekkprøver som mulig ledsaget av de mest fyldestgjørende om veibanens tilstand under forskjellige værforhold, klimatiske oppgaver, trafikkens størrelse

Av tabell I vil det med tilstrekkelig fremgå at de leirer veilaboratoriet har og kan anbefale anvendt alltid har plastisitet samtidig meget moderate flytegrenser, mens ikke ønskelige stoffer som veilaboratoriet ikke tilråder å bruke har høye flytegrenser og liten ingen plastisitet. Hva plastisitetstallet angår vil som tidligere ofte fremholdt kravet til

størrelse være i høy grad avhengig av de klimatiske forhold. Leser en amerikansk veiteknisk litteratur så kan en få inntrykk av at der råder atskillig divergens på dette område.

Dette er imidlertid ganske naturlig, for de klimatiske forhold kan jo være så høyst forskjellige og likeledes trafikken størrelse og art.

Bedømmelsen av en veibanens godhet er selvsagt i høyeste grad subjektiv.

Det hender således ofte at en får prøver av en veibane som innsenderen har gjort støvfri ved hjelp av klorkalsium og som han betegner som god. Ved analyse viser det seg at leirmørtelen ikke har plastisitet.

Bindstoffet har altså i alle tilfelle virket gunstig på den tidligere for magre grus. *Men jeg har også sett hvorledes veibaner med plastisitet i langt høyere grad har kunnet motstå trafikken sårdannende virkning.*

#### Konklusjon.

1. Det skadelige glimmer som amerikanerne sikter til i sin veitekniske litteratur er bøyelige glimmerskjell av sådan størrelse at de gir en meget uheldig elastisk tilbakegang og har høy flytegrense uten å oppvise plastisitet.

De av veilaboratoriet undersøkte leire- og sandforekomster har ikke vist skadelige glimmerskjell i ubrukbar mengde.

2. Hos en rekke amerikanske leireforekomster hvis plastisitet tidligere ofte antokes vesentlig å skyldes «ekte kolloider», viser det seg at plastisiteten i vesentlig grad skyldes glimmerartede (skjellformede) partikler akkurat som prof. V. M. Goldschmidt har påvist det for de norske leirers vedkommende.

Det er mer den fysikalske struktur enn kjemiske sammensetning som bevirker stor plastisitet. De glimmerartede partikler har ofte lignet glimmer i den grad at de er blitt forvekslet med dette.

3. Den glimmerartede (skiktgitter) struktur hos de ytterst finkornede leirer bevirker ved siden av høy plastisitet også med hensyn på joner absorpsjonsegenskaper som tidligere antokes å være knyttet vesentlig til «ekte kolloider».

4. I amerikansk veiteknisk litteratur betegner «kolloider» partikler som er mindre enn 0,001 mm = 1  $\mu$ .

Der er i virkeligheten ingen leirer som inneholder vesentlige mengder «ekte» kolloider.

Ifølge Proc. Am. Soc. civ., Eng. March 1922, side 540 var der ikke funnet høyere innhold av «ekte» kolloider enn ca. 3 % selv i de feteste av de undersøkte amerikanske leirer.

5. Finhetsgraden hos amerikanske, glimmerartede leireforekomster kan være meget stor.

Ifølge Public Roads juli 1931 inneholdt en undersøkt bentonitforekomst 85 % mindre enn 5  $\mu$ , 80 % mindre enn 1  $\mu$  og 79 % mindre enn 0,5  $\mu$ .

Av norske forekomster som veilaboratoriet har undersøkt kan eksempelvis nevnes en som inneholdt

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| ca. 86 % mindre enn 5 $\mu$ |  |
| » 77 % —»— 2 $\mu$          |  |
| og » 50 % —»— 1 $\mu$       |  |

Som det sees er den nevnte amerikanske forekomst rikere på partikler mindre enn 1  $\mu$ , o. s. v. nedover men

6. som ofte nevnt velger amerikanerne leireforekomster med moderat kohæsjon for stabiliserte veidekker. De feteste leirer kan jo ikke brukes alene ved siden av sand.

En finner således at plastisitetstallet for leireforekomster som sees anvendt til dels ligger meget nær opp til det som ofte kan finnes hos norske forekomster.

7. Med hensyn til innhold av diatomer viser våre «standard prøvemethoder» at de leireforekomster vi anvender for stabilisering av grusdekker ikke inneholder diatomer i påviselig skadelig grad. Sannsynligvis er innholdet ofte helt forsvinnende.

8. I det hele tatt må jordarter av organisk opprinnelse unngås for grusstabiliseringsarbeider.

De gir seg til kjenne ved høye flytegrenser, elastisk tilbakegang etc., mens de samtidig har forholdsvis liten eller ingen plastisitet.

9. Amerikanerne foretrekker for veibruk leirer med minst mulig volumforandring. «Kalileirene» har vist seg best i denne henseende. Disse leirer har atskillig mindre vanninnhold (ca. halvparten ved stuetemperatur) enn de leirer som viser utpregede «svetnings» egenskaper.

10. De norske leireforekomster har vanligvis relativt lite vanninnhold, hvilket selvsagt først og fremst skyldes de relativt grovere korn. Hvorledes vannhinnenens tykkelse kan variere med kornstørrelsen er tidligere meddelt.

For veibygging gjelder det om å finne leirer med tynne, minst mulig foranderlige vannhinner som kan bevares lengst mulig i tørke. Amerikanerne har tatt til hjelp en rekke kjemikalier. Det samme må vi gjøre. Vi har praktiske erfaringer for at vi har i massevis av bindstoff som kan forbedre våre nåværende, ofte bindstoff-fattige grusveier. Det gjelder ikke å flykte bort fra dette bindstoff, men å forbedre det.

Jeg har tidligere gitt anvisning på en rekke av de stoffer som amerikanerne forsøker seg med. Hvilket stoff som passer i hvert enkelt tilfelle vil avhenge av leiras beskaffenhet. I Norge er anvendt klorkalsium, klornatrium og sulfittut.

Jeg skal her i all korthet nevne et stoff som jeg selv har anvendt både i praksis og i laboratoriet, nemlig asfalt. I laboratoriet har vi vist hvorledes en tilsetning på 0,5 vektprosent asfalemulsjon til leirmørtelen har kunnet øke dennes plastisitet fra 7,3 til 8,9 og redusert svelningen med 15,0 % fra 6,47 % til 5,5 %. I et annet tilfelle benyttedes en

leiremortel som på forhånd ikke hadde plastisitet.

Ved å tilsette denne leiremortel 1,5 vektspersent asfalemulsjon beholdtes et plastisitetstall på 2,8.

Ved å tilsette 3,0 vektspersent asfalemulsjon beholdtes plastisitetstallet 4,8. Svelningen var her betydelig mindre.

Etter at en del av leiremortelen hadde stått noen dager til lufttørring ble der for denne del foretatt plastisitetstest med samme resultat.

Asfalttilsetningen var så liten og så jevnt fordelt at leiremortelen ikke med det blotte øye kunne skjernes fra rene leiremorteler. I alminnelighet utgjør leiremortelen bare ca. 30 % av den komplette grusblanding så asfalttilsetningen ville i hvert av de ovenfor nevnte tilfelle utgjøre bare en meget liten del av denne. Ved å velge en asfalt av passende hårdhetsgrad etc. og ved å bruke en moderat mengde har jeg den tro at våre stabiliserte grusveidekker f. eks. med sådan behandling skal kunne bli meget gode under alle årstider.

At der er store muligheter for å forbedre våre grusveier vil ha fremgått av mine tidligere artikler.

Hensikten med disse har vært å gjøre våre geologer og kjemikere oppmerksom på de problemer vi har å løse og hvilke muligheter der foreligger. I den anledning skrev jeg på side 71 i «Meddelelsene» for 1935 bl. a. følgende: «Når man så ofte ser svikt i veibyggingens knutepunkter kan dette delvis tilskrives det faktum at vei-byggerens arbeide delvis omfatter oppgaver for hvis løsning vei-byggerne ikke har spesialisert seg. Oppgaven kan nemlig ofte i like høy grad være en geologs, fysikers eller kjemikers. Skal resultatet bli godt trenges der et intenst samarbeid mellom geologen, kjemikeren, fysikeren og veiingeniøren.» Dette var altså et citat av meg selv fra 1935. Jeg skal slutte denne artikkel med et citat av prof. Barth fra 1938.

«Vi trenger herfor menn med evne og vilje til kritisk å sette seg inn i litteraturen, lære, interpretare, og derved nyttiggjøre seg de erfaringer videnskapen har høstet.»

På dette punkt er jeg enig med professor Tom. F. W. Barth.

## BOMVEIER OG FRIE VEIER

### UNDERSØKELSER I U. S. A.

Vei-projekter står høit i kurs i politiske kretser i U.S.A. som i mange andre land. Særlig har det i enkelte kretser vært syslet med tanken om et bilstamveinett å la de tyske Reichsautobahnen og de italienske autostradaer, som det opprinnelig var tanken skulle finansiere sig selv ved bompenger og hvis anlegg skulle gi beskjeftigelse for en mengde arbeidsløse.

Som bekjent er de italienske autostradaer ikke blitt noen forretning, tvertimot, staten har allerede måttet overtta flere av selskapene. I Tyskland blev tanken om bompenger oppgitt før den første strekning blev åpnet for trafikk, istedet anvendes bl. a. 4 Pfg. pr. liter av bensinavgiften til finansieringen.

I U.S.A. besluttet kongressen den 8. juni 1938, at det skulde utarbeides overslag over 3 øst-vest og 3 nord-sydgående hovedårer og den 27. april 1939 oversendte president Roosevelt resultatene til kongressen. Regnet efter en dollarkurs på 4,40 blir omkostningene i korte hovedtrekk for de 6 hovedruter:

|   |     |                |
|---|-----|----------------|
| Samlet lengde .....   | km  | 23 070         |
| Samlet kostende .....   | kr. | 12 759 120 000 |
| Gjennomsnittlig kostende pr. km ....                              | kr. | 553 000        |
| Største kostende pr. km .....                                     | „   | 3 167 000      |
| Minste kostende pr. km .....                                      | „   | 173 500        |
| Beregnet vedlikeholdskostende pr. år ..                           | „   | 787 148 400    |
| Beregnet gjennomsnittlig vedlikeholdskostende pr. km pr. år ..... | „   | 34 120         |
| Beregnet største vedlikeholdskostende pr. km pr. år .....         | „   | 181 980        |
| Beregnet minste vedlikeholdskostende pr. km pr. år .....          | „   | 15 580         |

U.S.A.s Bureau of Public Roads (Veidirektorat) har foretatt inngående beregninger over den sannsynlige trafikkmengde, som er anslått til 7 313 000 000 vognkm årlig. Herav busser og lastebiler 1 463 000 000 vognkm. Dette svarer til en gjennomsnittlig daglig trafikk av 669 private personbiler og 175 busser og lastebiler, men disse tall varierer mellom et maksimum på 5998 og 1500 nordenfor New York til 120 biler mellom Spokane, Wash. og Fargo Nord Dakota. For bomveiene er det regnet med en avgift på 9,57 øre pr. vognkm for busser og lastebiler og 2,73 øre pr. vognkm for private personbiler.

Resultatet er at i perioden 1945—1960 er det ikke en eneste parsell som vil kunne bære sig selv økonomisk sett.

I 1960 blir det tilfellet med 2 parseller mellom Philadelphia, Pa. via New York og New Haven, Conn. ialt 277 km og ytterligere 5 parseller på ialt 1071 km nærmer sig økonomisk lønnsomhet. Inntekt = 83,2 til 91,8 % av de beregnede utgifter. På ytterligere 19 parseller ialt 5100 km ligger de beregnede inntekter over 50 % (50,5 til 76,1) av de beregnede utgifter. Dette forhindrer ikke at enkelte strekninger spesielt noen tunneler og broer vil kunne vise sig å være utmerkede forretninger. Når forholdet ligger slik an i bilenes Eldorado, så er det lett å skjønne at utsiktene for bomveiers rentabilitet i andre land ikke kan bli særlig lyse.

De foretatte trafikkuundersøkelser viser at den overveiende del av biltrafikken i U.S.A. (som visstnok i alle andre land) består av lokaltrafikk mellom byene og deres opland. I de 11 stater Vermont,

Kansas, Pennsylvania, Louisiana, Utah, Wisconsin, Minnesota, Washington, Florida, New Hampshire og Syd Dakota varierte således den gjennomsnittlige kjørelengde mellom 15 og 25,6 km for landdistriktenes og mellom 28,2 og 55,9 km for byenes vedkommende, gjennomsnittlig mellom 18,8 og 30,1 km.

Med byenes voksende størrelse vokser i almindelighet den gjennomsnittlige kjørelengde, for byer med over 100 000 innbyggere lå den mellom 36,7 og 119,3 km, men selv for New York City var trafikken over Hudsonelven minket med  $\frac{4}{5}$  i 32 km avstand fra byen og bare 3,77 % av trafikken skulde lengere enn til nabostatene.

Fig. 1 viser forholdet mellom turenens lengde og antall turer.

Fig. 2 viser forholdet mellom gjennomsnittlig årlig trafikk pr. døgn, og den maksimale trafikk en dag og gjennomsnittlig pr. døgn i den måned som har den største trafikk. Fig. 3 viser forholdet mellom maksimal trafikk i en time og døgnet totale trafikk. Fig. 4 viser relasjonen mellom trafikkmengden og kjørehastigheten for veier med 2 og 4 kjørebener.

Fig. 5 er kanskje særlig interessant; den viser hvorledes hastigheten minker — med andre ord kødannelsen vokser fort med trafikøkningen, særlig gjelder det veier med bare 2 kjørebener.

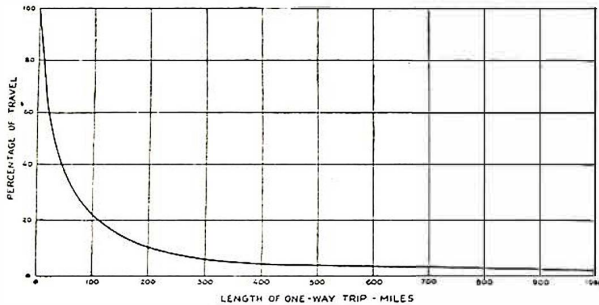


Fig. 1. Forholdet mellom turenens lengde og antall turer. Kurven er basert på oppgaver som ikke har tatt med kjøring innen byer.

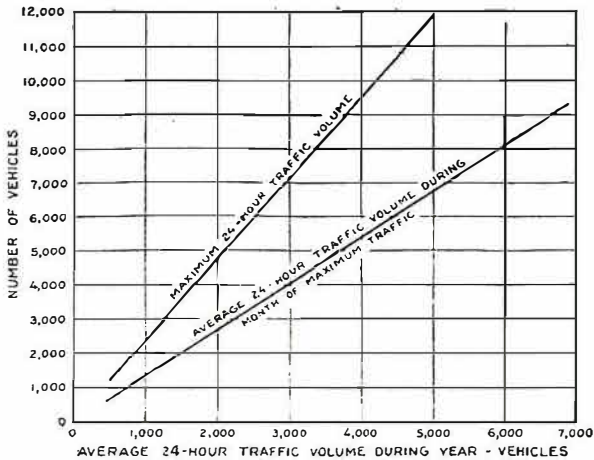


Fig. 2. Forholdet mellom gjennomsnittlig trafikkmengde pr. døgn og den maksimale trafikk en dag og gjennomsnittlig pr. døgn i den måned som har den største trafikk.

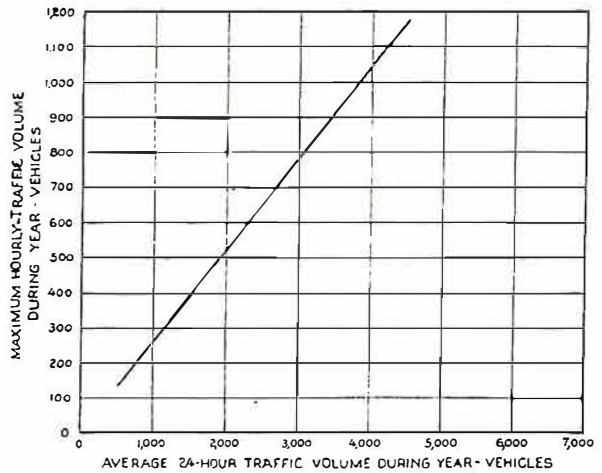


Fig. 3. Forholdet mellom maksimal trafikkmengde pr. time og gjennomsnittlig 24 timers trafikkmengde.

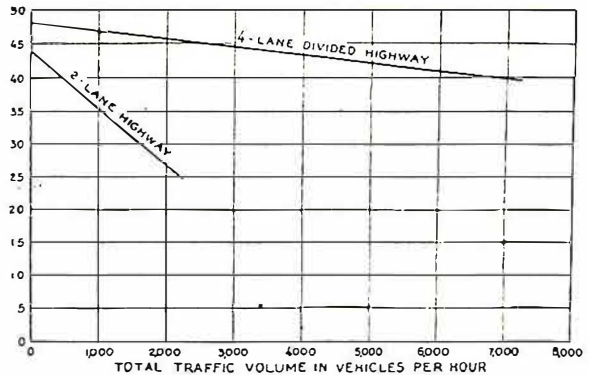


Fig. 4. Forholdet mellom midlere hastighet og trafikkmengde pr. time for veier med 2 og 4 kjørebener.

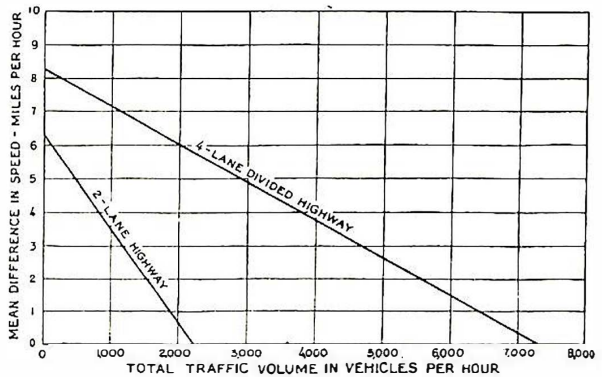


Fig. 5. Forholdet mellom trafikkmengde pr. time og midlere forskjell i hastighet mellom forangående og etterfølgende vogner.

Undersøkelsene viser for veier med 2 kjørebener, at så snart trafikken vokser til over 200 biler i en retning pr. time eller 1500 pr. døgn, begynner den å bli generende.

Man er derfor gått ut fra at alle parseller som i 1960 får en beregnet trafikk større enn 1500 biler pr. døgn (i U.S.A. er det praktisk talt ingen hestetrafikk lenger), bør det anvendes veier med 4 kjørebener.

baner delt op i 2 og 2 som på de tyske bilstamveier (Reichsautobahnen). Disse regnes som tilstrekkelige for 1300 biler pr. time i en retning, hvilket svarer til en samlet trafikk i begge retninger av 7500 biler pr. døgn.

De foreslåtte traseringsgrunnlag er:

Bredde av grunnerhvervelse 91,5 m på landet, 48,8 i forsteder o. l. En kjørehastighet av 177 km/time legges til grunn for beregningene.

|                                | Alm. terreng | Fjell  | Særlig vanskelig (ialt bare 248 km) |
|--------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------|
| Minste kurveradius m           | 582          | 437    | 291                                 |
| Største stigning . . . .       | 1 : 33       | 1 : 25 | 1 : 16,7                            |
| Minste frie synslengde overalt | 187,5 m.     |        |                                     |

Undersøkelsene viser enn videre at lastebilenes og bussenes hastighet minker sterkt i lengere stigninger. Det er derfor ofte nødvendig å legge inn en ekstra kjørebane for opovertrafikken, hvis man ikke vil

|  |         |         |        |
|--|---------|---------|--------|
| Kupert terreng, m <sup>3</sup> . . .   | 47 500  | 85 000  | 95 000 |
| Sterkt kupert terreng m <sup>3</sup>   | 95 000  | 166 000 | —      |
| Fjellterreng, m <sup>3</sup> . . . . . | 166 000 | 240 000 | —      |

Masseprisene dreier sig i gjennomsnitt om 1,08 pr. m<sup>3</sup> og varierer mellem kr. 0,54 og 3,46 pr. m<sup>3</sup>. Veidekksprisene ligger mellem kr. 2,40 og 12,20 pr. m<sup>2</sup>.

For gjerder og rekkverk er det regnet kr. 8200,00 pr. km og for veivisere og varselsskilter 2730,00 kr. pr. km.

For tilsåning, plantning o.s.v. for å skaffe pene omgivelser av fyllings- og skjæringssider, midtpartier mellem de delte kjørebaner o.s.v. er det regnet

nær byene .. kr. 13 700 — 21 900 pr. km  
 på landet .. ,, 8 200 — 16 400 ,, ,,

Som nevnt foran gir undersøkelsene det resultat at projektene ikke kan betale sig som bomveier.

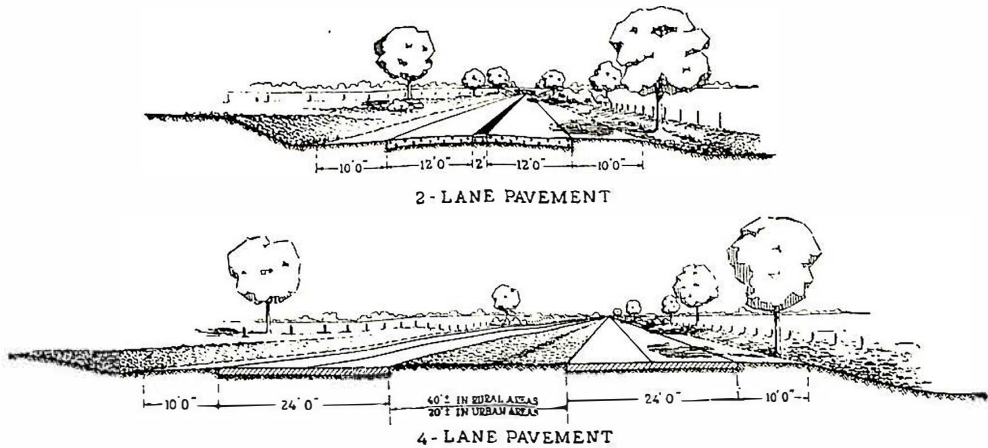


Fig. 6. Typiske tverrsnitt for det foreslåtte bomvei-system.

skape et nytt og særlig farlig risikomoment idet erfaring viser at personbilene ikke vil finne sig i den store hastighetsreduksjon som stigningene innebærer for lastebilene. I Norge er man ennå neppe tilstrekkelig opmerksom på dette moments overordentlige viktighet, men i Tyskland kjenner man til det f. eks. fra det sørgelig beryktede såkalte Kilometerberg ved Wannsee — (i Norge vilde det vært en ganske almindelig stigning og vært gunstig bedømt, da veien her er helt rettlinjert) hvor det stadig hender ulykker av denne grunn.

Tverrseksjonene er vist i figur 6.

Kryssninger i plan er undgått overalt både med veier og jernbaner. Avstandene mellom tilknytningspunktene varierer mellom 0,8 og 225 km.

Massene pr. km vei dreier sig i gjennomsnitt om

|   | Antall kjørebaner |        |        |
|---|-------------------|--------|--------|
|   | 2                 | 4      | 4      |
| Bredde av gressland mellom disse, m . . . . . | —                 | 6      | 12     |
| Flatt terreng, m <sup>3</sup> . . . . .       | 14 000            | 24 000 | 28 500 |
| Litt kuppert terreng, m <sup>3</sup>          | 24 000            | 42 500 | 47 500 |

Nest etter en forbedring av trafikkforholdene i byenes hovedårer, er det som trenges mest i U.S.A. idag ringveier rundt byene, respektive omkjørselsveier forbi disse. Men skal disse nytte noe, må de være *fasadefri*; d.v.s. ikke tjene som adkomst for de tilliggende eiendommer, ellers blir disse straks tett bebygde.

Likeledes er trafikkforholdene i de fleste byer meget vanskelige.

Enn videre er en mengde veistreknninger i U.S.A. overbelastet. Overskrider den gjennomsnittlige trafikk i døgnet 2000 biler, bør veien ombygges til 4 kjørebaner. Må veiene også opta hestetrafikk og sykler, blir dette tall 2000 vel å merke meget betydelig mindre.

Tilslutt kommer rapporten inn på grunnerhvervelsesspørsmålet, og det foreslås at den amerikanske Forbundsstat (ikke de enkelte stater) skal ta sig av dette spørsmål og ved nyanlegg sikre sig så meget jord at staten får nyde godt av grunnverdistigningen, ikke private spekulanter.

O. K.

*Bompenger*

Det fremgår av foranstående at bompenger ikke anbefales for de omhandlede veier.

For å undgå misforståelse, tilføies at bompenger for broer og veitunneler er meget brukt i U.S.A.,

idet dette system her ansees for å være meget praktisk. En hel del av de amerikanske store broer og tunneler som er blitt verdensberømte ved sine dimensjoner og trafikkmengder er finansiert ved bompenger.

*Red.*

**LEIRGRUSDEKKE**

PÅ RIKSVEIRUTE NR. 195, KM 22,0 — KM 23,0 VED HAUG I BRANDBU

*Rapport fra Vest-Opland veiavdeling.*

Veibredde 5,0 m. Lengde 1,0 km. Maks. stigning 1 : 21,5.

*Materialer:*

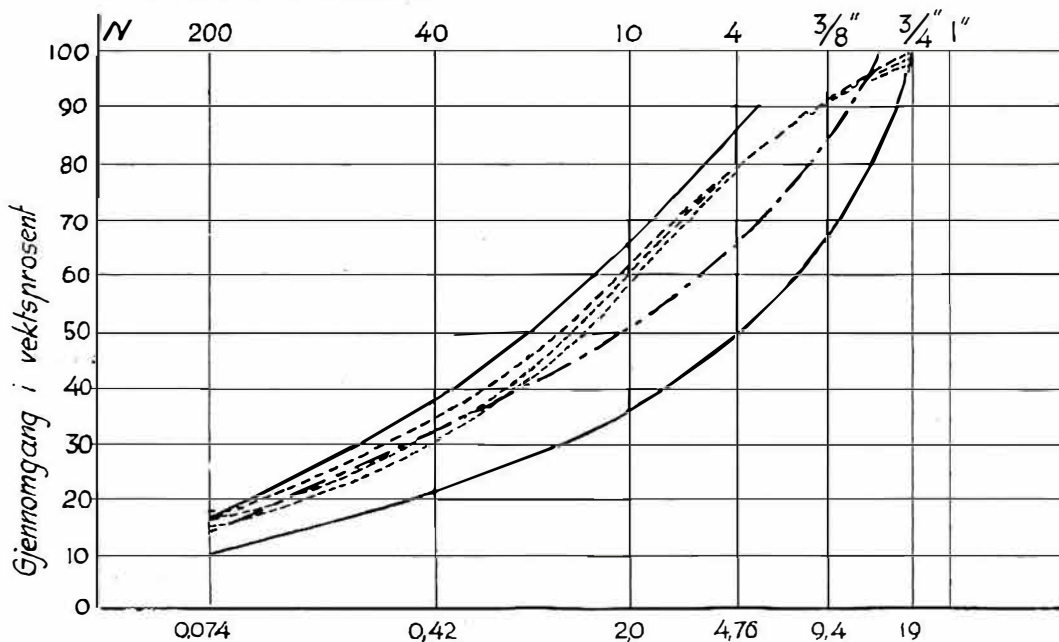
|                                    |        |                   |
|------------------------------------|--------|-------------------|
| Grus på veibanen fra før . . . . . | ca. 10 | l/m <sup>2</sup>  |
| Grus (0—20 mm) tilført . . . . .   | 32     | l/m <sup>2</sup>  |
| -----                              |        |                   |
| Tils. . . . .                      | 42     | l/m <sup>2</sup>  |
| Leire (stolpeleire) . . . . .      | 5—6    | l/m <sup>2</sup>  |
| Klorkalsium . . . . .              | 0,5    | kg/m <sup>2</sup> |

Veibanen ble først høvlet, hvoretter 32 l grus 0—20 mm pr. m<sup>2</sup> ble utspredd. Deretter ble leira lagt ut på toppen og trafikken gikk på dette ca. 8 dager, så alle leirklomper ble knust. Materialene ble så blandet ved flere ganger høvling og spredning med motorhøvel til man fikk en ensartet blanding. Denne ble så høvlet utover veibanen i riktig tykkelse og valset lett med lastebil med tvillinghjul. Klorkalsium, 0,5 kg/m<sup>2</sup>, ble spredd på, og til slutt ble dekket valset med en 2½ tons lastebil med tvillinghjul og fullt gruslass.

L. Jnr. 101      Grus fra riksvei nr. 195 Haug, Brandbu.

**Stabilisert grus.**

U.S. standard sifter □



□ Fri maskeåpning i sikt m.m.

- "Idealgrus"
- Tillatte grenseverdier
- Sikteprøver for 3 prøver fra veibanen



*Erfaring.*

Dekket ble lagt i begynnelsen av juli i år (1939). Tross kraftig regnvær i sommer tok dekket ikke skade. *Det er ikke høvlet før midt i november 1939.* Det var da utsatt for regnvær, deretter 2 ganger frost og opptining. Dekket ble da endel hullet på de flateste partier. Hvor dekket ligger i stigning sterkere enn 1:30 er det overhodet ikke tegn til huller.

Den strekning det her gjelder var tidligere den verste m. h. t. vaskebrett mellom Brandbu og Jevnaker. Der har siden dekket ble lagt ikke vært tegn til vaskebrett.

*Omkostninger.**Materialer:*

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Leire 28 m <sup>3</sup> fremkjørt | kr. 112,00  |
| Grus 184 m <sup>3</sup> —»—       | » 663,30    |
| Klorkalsium 3000 kg               | » 279,00    |
| Tils.                             | kr. 1054,30 |

*Arbeidspenger:*

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| Grusuttaing, spredning m. v. | kr. 415,86 |
| Spredning klorkalsium        | » 16,40    |
| Høvling                      | » 79,00    |
| Valsning med bil             | » 16,00    |
| Tils.                        | kr. 527,26 |

Ialt kr. 1581,56. Pr. m<sup>2</sup> ferdig dekke kr. 0,32  
Pr. l/m —»— » 1,58

Brandbu, 5. desember 1939.

*Egil Abrahamsen.*

Ovenfor omhandlede strekning ble besiktiget av undertegnede i sommer 2 ganger under og like etter regn, nemlig i juli og august. Veibanen var meget god og skilte seg tydelig ut fra tilstøtende strekninger som ikke var leirebehandlet. Under besiktigelse midt i november var veibanen som nevnt i rapporten fremdeles meget god der hvor veibanen hadde godt fall, således at vannet ikke ble stående på veidekket.

På steder hvor der ikke var så godt avløp for vannet var der som nevnt i rapporten oppstått en del huller som var blitt fylt med grus. Hullene opplystes å ha vært ganske grunne, hvilket jeg også kunne konstatere. Veilaboratoriet har fått innsendt 3 prøver fra veibanen, tatt henholdsvis på nordre, midtre og søndre del av veien.

Siktekurven viser seg å være nær den samme for alle tre prøver.

Det samme gjelder hydrometeranalyse og plastisitetstestene. Disse ga følgende resultat:

| Grusens material-sammensetning | Nordre del Vektprosent | Midtre del Vektprosent | Søndre del Vektprosent |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Grus og sand                   | 83,0                   | 85,9                   | 84,0                   |
| Støvsand                       | 10,0                   | 8,3                    | 8,7                    |
| Leire $\angle$ 5 $\mu$         | 7,0                    | 5,8                    | 6,3                    |
| Leire $\angle$ 2 $\mu$         | 5,3                    | 4,6                    | 5,2                    |
| Vanninnhold                    | 4,3                    | 4,6                    | 4,5                    |

| Leiremortelens plastisitetsforhold | Nordre del | Midtre del | Søndre del |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| Flytegrense                        | 18,9       | 19,0       | 18,9       |
| Plastisitetsgrense                 | 14,9       | 14,8       | 14,3       |
| Plastisitetstall                   | 4,0        | 4,2        | 4,6        |

Fra det benyttede leirtak har veilaboratoriet fått innsendt 3 prøver. Analysene av disse ga som resultat et plastisitetstall på 9,1—9,3. Disse prøver hadde alle et større innhold av leire enn støvsand. Prøvene fra veibanen må derfor være tilført støvsand fra grusen og ved slitasje. Som det sees er den anvendte leireforekomst forholdsvis mager.

Resultatet må betegnes som meget godt og er oppnådd til tross for at innholdet av steinmateriale over sikt nr. 4 er bare ca. 22 % mens idealkurven foreskriver ca. 35 %. Hvis en altså tok utgiftene med å knuse steinen i grustaket således at steininnholdet ble ideelt samtidig som grusen fikk større indre friksjon, er det grunn til å tro at resultatet ville kunne bli enda bedre, ennskjønt det oppnådde resultat må betegnes som meget godt og tjener Vest-Opland veikontor til all ære.

Det var å ønske at mange ville følge eksemplet.

I omkostningene er det ett punkt som det kan være grunn til å feste seg ved. Høvlingsarbeidet, d. v. s. selve blandingsarbeidet, kostet kr. 79,00 for ca. 5000 m<sup>2</sup>, hvilket utgjør ca. 1,6 øre pr. m<sup>2</sup>, et meget beskjedent beløp. Leira var tilført i klumper som ble knust av trafikken. Hvis leira ble tilført i en mer hensiktsmessig form er det grunn til å tro at høvlingsomkostningene kunne bli enda mindre, samtidig som det ikke ble til så megen gene for trafikantene.

At resultatet i dette tilfelle allikevel ble så jevnt og godt antas å skyldes at leira var av en sådan beskaffenhet at den lett lot seg knuse av trafikken.

Oslo, 22. desember 1939.

*H. Brudal.*

## DET INTERNASJONALE HANDELSKAMMERS 10. KONGRESS, KØBENHAVN, JUNI 1939

På kongressen blev bl. a. vedtatt følgende resolusjoner om veibygging og veitrafikk m. v.:

*Resolusjon nr. 18.*

### *Biltransport på landeveiene.*

#### I

#### *Modernisering av veisystemet*

Det Internasjonale Handelskammer er av den mening at før man begynner på anlegg eller omlegning i større stil av et veisystem, bør det foretas undersøkelser av den nuværende og antatte største trafikk, og samtidig av de økonomiske forhold. Ved planlegningen burde man også ta i betraktning nødvendigheten av å sammenføie de nasjonale veiruter ved internasjonale grenser. Erfaringen har vist at omhyggelig planlegning og adskillelse av forskjellige typer av trafikk er meget effektiv og derfor ønskelig, sett ut fra ønsket om større sikkerhet. Handelskammeret anbefaler at eksisterende hovedveiruter blir forsynt med særlige sikkerhetsforanstaltninger og adskilte kjørebanner, som passer for trafikken i den bestemte landsdel.

Før å opnå øket sikkerhet, effektiv trafikkstrøm, før å undgå trafikkophopninger og av almindelige økonomiske grunner anbefales det å bygge hovedveiruter som bare kan trafikeres av motorkjøretøier. Fordelene ved disse hovedveiruter vil til en viss grad opveie de store anleggsomkostninger. I alle tilfelle bør slike hovedveiruter bygges når de blir billigere enn andre typer.

#### II

#### *Sikkerhet på veiene*

På grunn av den store betydning, både socialt og økonomisk som sikkerheten på landeveien har, legger det Internasjonale Handelskammer særlig vekt på de følgende punkter som inneholdes i den resolusjon som i denne forbindelse blev vedtatt på Berlin-kongressen i 1937:

#### *Undersøkelser:*

- Studier over trafikkophopninger og de forhold som bevirker ulykker og klassifikasjon av disse forhold.
- Studier over effektiviteten av de sikkerhetsforanstaltninger som er foretatt.

#### *Lovgivning:*

- Internasjonal kode over alle kategorier av vei-trafikanter.
- Ensartete tegn, signaler og merker.

#### *Lovoverholdelse:*

- Tilstrekkelig store og riktig utstyrte veipatroljer.
- Moderne trafikkpoliti i byer og landdistrikter.

- Man bør ta nødvendige skritt for å hindre at veiene benyttes av kjøpere som er farlige for sikkerheten. Dette bør skje ved kjøretillatelse eller på annen måte.

#### *Oplæring:*

- Undervisning i trafikkisikkerhet i folkeskoler og middelskoler, og når det gjelder øvelseskjøring.
- Trafikanter opplæring ved hjelp av aviser, plakater, konkurranser, møter o.s.v.

*Oplæring av personale* som er spesialisert i spørsmål vedr. trafikkontroll.

#### *Teknikk:*

- Anvendelse av de prinsipper som inneholdes i ovennevnte resolusjon angående modernisering av veisystemet.
- Hvad angår selve motorkjøretøiene er det av viktighet at de ikke holdes gående eller selges når de er i en forfatning som gjør dem farlige for trafikkisikkerheten.

Handelskammeret er så meget mere for et slikt program som der har vist sig at tiltak i den retning satt i gang i forskjellige land, allerede har brakt tilfredsstillende resultater. Det gleder Handelskammeret at det private initiativ samarbeider med offentlige myndigheter i kampen mot trafikkulykker, og understøtter den aksjon som er tatt av ansvarlige organisasjoner, i særdeleshet når det gjelder den internasjonale ensretning av lover og statistikk over trafikkulykker.

#### III

#### *Motorkjørerens civile ansvar*

Det Internasjonale Handelskammer har med stor interesse merket sig de foreløbige utkast til ensartede lover som er utarbeidet av det internasjonale institutt i Rom for sammenarbeidelsen av privat lov i spørsmål om civilt ansvar og tvungen forsikring av motorkjøpere.

Det uttaler som sitt synspunkt at motorvognførerens civile ansvar og etableringen av garantier mot denne risiko i hovedsaken for tiden er spørsmål av nasjonal karakter og at løsningen av disse spørsmål derfor avhenger av de myndigheter som behandler disse spørsmål i de forskjellige land. Handelskammeret antar derfor at det for tiden ikke er nødvendig for det å uttale noen mening om denne sak.

Handelskammeret har også bemerket at takket være samarbeidet mellom viktige automobilorganisasjoner og assuranceselskaper er de vanskeligheter av rent internasjonal karakter, som er opstått i forbindelse med motorvogners passering fra det ene land til det annet, blitt betraktelig mindre, og anbefaler at de ansvarlige private organisasjoner fortsetter dette arbeide for å overvinde slike vanskeligheter.

heter som ennå måtte være til stede, hvis de da ikke kan bli helt eliminert.

Når det gjelder dekningen, det være sig frivillig eller tvungen, av den risiko som oppstår på grunn av civilt ansvar, vil Handelskammeret anbefale — i overensstemmelse med sine tradisjonelle prinsipper — at de nødvendige garantier alltid skulde bli stillet ved privat initiativ.

Endelig beslutter Handelskammeret å følge utviklingen av disse forskjellige spørsmål både nasjonalt og internasjonalt, og hjelpe til med å utveksle erfaringer for å lette disse spørsmåls løsning, og å støtte det arbeide som er tatt av ansvarlige organisasjoner for å overvinde de vanskeligheter som ennå måtte være til stede i internasjonal motorvognkjøring.

*Resolusjon nr. 20.*

*Sideordning av bil og bane*

De prinsipper som skulde lede organiseringen av landtransport er allerede angitt i en resolusjon, vedtatt av det Internasjonale Handelskammer på Pariserkongressen i 1935. Disse prinsipper har vist sig å være vel underbygd. I særdeleshet vil Handelskammeret igjen fastholde at en trafikant skal ha rett til å kjøre sitt eget gods i sine egne kjøretøier. I de fleste land arbeider nu regjeringene på forskjellig måte for å sideordne transporten. Men de forholdsregler som er tatt har bare vært en begynnelse, og kunde neppe være mere. Nye bestemmelser, hvorav en del er nokså vidttrekkende, blir stadig satt i verk på alle hold, en ting som beviser at man ennå ikke noe sted har nådd frem til en permanent løsning av spørsmålet om sideordning av bil og bane. Handelskammeret er av den mening at skjont man ved løsningen av dette problem nødvendigvis må ta i betraktning de spesielle geografiske, økonomiske og sociale forhold i hvert land, er det også i hvert land problemer som kan behandles ut fra almindelige prinsipper.

Da en riktig organisering av landtransporten er av største betydning for handelen i det hele tatt, beslutter Handelskammeret at en spesialkomite skal bli valgt for å studere de forhåndenværende praktiske vanskeligheter, og komme med forslag om hvordan disse kan bli overvundet ved bruk av de almindelige prinsipper. Denne komite skal bestå av like mange representater for jernbane- og veitransport.

**MINDRE MEDDELELSER**

**NYE VEINORMALER I DANMARK**

Det danske trafikministerium har opnevnt et utvalg på 11 mann med overveinspektør T. J. Helsted som formann, som skal utarbeide forslag til almindelige regler for bygging av nye veier og for ombygging og utvidelse av eldre veier.

Utvalgets arbeide vil ifølge «Børsen» formentlig komme til å omfatte bl. a. fastsettelse av normaler for veienes tverrprofil, kurveradier, standardisering av veidekker m. m.

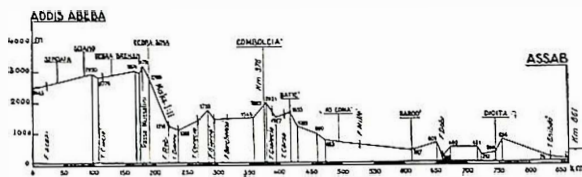
**EN GAMMEL VEI SOM ER MODERNE**



Denne vei mellom Mexico City og Cuernavaca, som ble bygget av spanjerne for 400 år siden, er helt moderne, idet endog den hvite trafikstripe ikke mangler. The American Automobile.

**VEIEN ADDIS ABEBA — DET RODE HAV ER ÅPNET FOR TRAFIKK**

Den italienske arbeidsminister har avgitt en rapport om byggingen av den nye store veiforbindelse fra Assab ved Det røde hav gjennom ørkenen Danakil til Addis Abeba. Veien er bygget som en

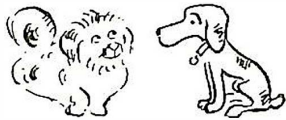
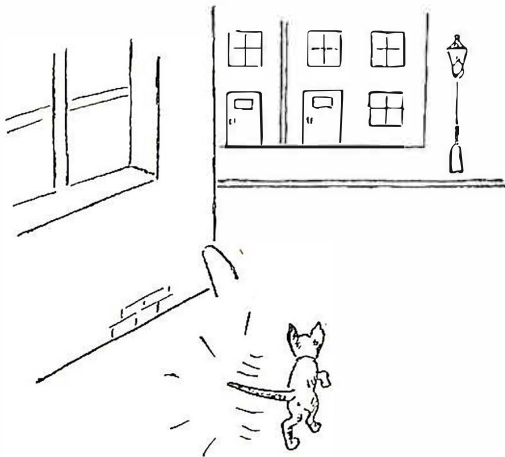


Oversiktsprofil og partier av veien Addis Abeba—Det røde hav.

helt moderne bilvei beregnet for de største lastebiler med tilhengere, hvorved frakten fra hovedstaden til Det røde hav vil kunne reduseres til det halve av hvad den var før veien kom istand. Byggingen av denne store og viktige vei har tatt  $2\frac{1}{2}$  år med en arbeidsstokk på gjennomsnittlig 32 000 mann. 80 store og ca. 1500 mindre bruer inngår i veianlegget. — Veien som er 861 km lang blev i august måned trafikert av 100 laste- og 28 personbiler gjennomsnittlig pr. dag.

Automobil-Revue.

### RETTNINGSVISEREN



Han kjenner trafikkreglene, han viser retningen, når han skal gå om hjørnet.

*Motor und Sport.*

### BILEN OG EPLENE

Ifølge «Akers Vel» fikk herredsgartner *Morstøl* i Bærum i høst istand en sådan ordning at de haveiere som ville ha et større eller mindre parti epler presset til most kunne melde fra til herredsgartnerens kontor, hvoretter en lastebil kom og hentet eplene og kjørte disse til Løiten Brenneri (ca. 160 km) til presning. Det ble i alt kjørt 38 400 kg svarende til 30 700 flasker most. En stor del, kanskje størsteparten, av den frukt som ble presset ville ellers ha råtnet opp. For å få satt opp en praktisk kjørerute fra den ene ende av bygden til den annen, måtte hver haveier på forhånd opgi hvor mange kilo ønskedes sendt til presning, og betaling for presningen måtte betales på forskudd ved fruktens avhentning. To dager før hver tur fikk hver enkelt bestiller beskjed om at frukten måtte stå ferdig en bestemt dag pakket i sekker med merkelapp med avsenderens navn. Det ble også oppgitt hva de hadde å betale når kjøreren kom.

Alt var således gjort klart på forhånd. Og når så bilen kom var det bare å lesse på sekkene og å kassere inn pengene mot kvittering.

Så gikk turen rett til Løiten hvor eplesekkene omgående ble byttet med tilsvarende flasker most (80 flasker pr. 100 kg epler).

Senere gikk turen tilbake, og mostflaskene deltes ut der hvor eplene tidligere på dagen var hentet. Hver enkelt kvitterte for mottagelsen av flaskene. Det endelige oppgjør med Løiten Brenneri og kontroll ble så foretatt av herredsgartneren.

Med transport, flasker og presning kom det hele på 58 øre pr. flaske.

I ca.  $2\frac{1}{2}$  måned var en 3 tonns lastebil med 2 mann helt opptatt med denne kjøring.

### NYTT MATERIALE FOR BILKAROSSEIER

I det hekjente Forest Products Laboratory, tilhørende The Forest Service, U. S. Departement of Agriculture, har der lenge vært eksperimentert med å kunne overføre ved til varmpress formbare kunstprodukter, og det har lyktes ved hydrolyse å kunne fremstille produkter som bl. a. kanskje vil bli fremtidens materiale for bilkarosserier m. m.

Interesserte henvises til et foredrag som d'hr. *Sherrard, Beglinger* og *Hohf* nylig holdt og som kan fåes ved henvendelse til laboratoriet.

Det synes som om der er spesielle grunner for oss til å følge nøye med i utviklingen på dette område, selv om materialet neppe enda er modent for en industriell anvendelse i større stil.

(Etter Automotive Industries). O. K.

### LITTERATUR

*Statens Väginstytut, Stockholm. Meddelande 60.*

Faktorer, som innverka på bituminøsa beläggningars vattenbeständighet. Av Sten Hallberg.

*Meddelelser fra Vejlaboratoriet, København, nr. 17.*

Maalinger af Vej- og Gadebeläggningers Jævnhed (Viagrafmaalinger). Foretaget af Dansk Vejlaboratorium.

*Dansk Vejtidskrift, nr. 6, 1939*

Innhold: Minister for offentlige Arbejder Axel Sørensen. Den franske Touring-Clubs VI. internationale Konkurrence for Snepløve Februar—Marts 1939. Færdselslovbetænkningen. Meddelelser. Fra Ministerierne. Automobilafgifterne i April og Juli Kvartal 1939.

*Svenska Vägföreningens Tidsskrift, nr. 10, 1939.*

Innhold: Det svenska huvudvägnätet. Normalsektioner för rikets huvudvägar. Utdrag ur föredrag vid Svenska vägföreningens vägtekniske möte (gemensamt med Svenska teknologföreningens avdeling för väg- och vattenbyggnadskonst) i Stockholm den 23. oktober 1939. Automobilskattemedlen 1938/1939. Person-notiser. Föreningsmeddelanden. Notiser.

*Statens Väginstytut, Stockholm, Rapport 9. Maskinblandning av grusvägbana Södra Åsbo 1938-1939. Av Gunnar Beskow.*

### UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSL ●

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

$\frac{1}{4}$  side kr. 20,00.

Ekspedisjon: Ingeniørenes Hus. Telefoner: 20701, 23465.