

# MEDDELELSER FRA VEIDIREKTØREN

NR. 10

Stabilisering av vannbunnen grus med leir. — Noen veidekkstyper og deres økonomi. — Luftgummiringer på hestekjøretøier. — Mindre meddelelser. — Dødsfall. — Personalia. — Ingeniør Olaf Stang ridder av St. Olav. — Litteratur.

Okt. 1939

## STABILISERING AV VANNBUNNEN GRUS MED LEIR

Av professor Tom F. W. Barth.

### I.

I lange tider har veivesenets folk under sitt arbeide med vedlikehold av veibanen søkt å anvende det man i sin almindelighet kunde kalle en «god» grus. Det har imidlertid vært vanskelig å definere begrepet god grus. Den grustype som i visse strøk av landet blev betraktet som god, viste sig kanskje dårlig i andre strøk.

Før biltrafikken hadde tatt det veldige opsving vi har vært vidne til i de siste 20 år, var det en almindelig antagelse at man skulde legge bindfyll på veibanen. Da så bilene kom, og støvplagen blev helt uutholdelig, blev til slutt veivesenets ingeniører nokså samde om at tørr grus skulde tilføres veibanen. Dette var de første «grusveiers» tid. Denne grustilsetning virket utvilsomt meget heldig, så lenge der ennå var endel igjen av den gamle leir-substans, for denne virket stabiliserende på den nye grus. Men ofte blev disse grusveier for tørre, man kjente ennå ikke til teorien om «stabilisert» grus slik som den senere blev utformet — særlig i Amerika og i Sverige, med den praktiske følge at siktekurver for veigrus blev publisert. Man begynte nu å forstå at også gruspåfyllingen kunde drives for vidt; også i Norge har man derfor i de seneste år efter beste evne søkt å stabilisere grusen ved å passe på at den hverken blir for fet eller for tørr, det vil altså si at den såvidt mulig får en «korrekt» eller heldig siktekurve. Dessuten er nå også klorkalsium-behandlingen kommet til som et nytt og meget viktig ledd i vedlikeholdet av en god veibane. I den efterfølgende artikkel om forskjellige veidekkers økonomi er det påvist at det for oss i Norge ikke vil lønne sig å legge altfor meget arbeide på denne grusgradering — da blir grusen for dyr. Den fullkomne stabilisering efter amerikansk mønster kan vi derfor ikke tenke på; hvad vi må forsøke er med enklere midler å få i stand en tilnærmet stabilisering. I sin mest primitive form består dette simpelthen i å tilføre tørr grus hvis veibanen rent skjønsmessig ansees å være for fet, eller å tilføre et eller annet bindstoff hvis veibanen ansees for å være for tørr.

Men nu er det mange mellomting mellom et så primitivt vedlikehold og det kostbare amerikanske system, og det gjelder da i hvert enkelt tilfelle å finne en middelvei; hverken å gå for kort eller for langt.

Nu kan det imidlertid være mange måter å forbedre en veibane på, og en liten oversikt over de forskjellige faktorer som bestemmer grusens egenskaper vil kunne lette veiingeniøren i hans arbeide med å finne frem til de rådgerder som i hvert enkelt tilfelle skal til for å gi det heldigste resultat.

### II. Den tørre grus.

For nærværende utredning kan det være hensiktsmessig å betrakte veigrusen som bestående av *to komponenter*, nemlig tørr grus og bindstoff.

Foruten av bindstoffets art, som jeg skal komme tilbake til i et senere avsnitt, bestemmes veigrusens egenskaper av følgende tre faktorgrupper:

1. Kornenes størrelse (d. v. s. grusens gradering; siktekurven).
2. Kornenes form og fysiske egenskaper.
3. Kornenes kjemiske egenskaper.

Faktor 1. Grusens gradering er utvilsomt av overordentlig stor betydning. Jeg antar at en *heldig siktekurve er det viktigste av alt*, at altså de to efterfølgende faktorer i almindelighet ikke tilkommer så stor betydning som faktor 1. Det er da også denne egenskap ved grusen som hittil har vært studert, og som man nu i store trekk har klarlagt. Jeg skal derfor her ikke opholde mig lengere ved dette; det er nok å henvise til løpende utenlandske vei-tidsskrifter, særlig til amerikanske og svenske, hvor både den teoretiske og praktiske side av dette spørsmål har vært noie diskutert. Fra utenlandske, vel utstyrte laboratorier hører man stadig om nye fremskritt på dette felt.

Da de økonomiske og apparatmæssige midler som stod til min rådighet har vært så absolutt underlegne i forhold til hvad andre lands veilaboratorier rår over, har jeg ikke funnet det hensiktsmessig å sette i gang selvstendige undersøkelser over graderingsforholdenes betydning.

Jeg tør også gjenta at den sedvanlige fremgangsmåte til fremstillingen av veigrus med ideell siktekurve i almindelighet blir for dyr til å ha praktisk betydning i Norge. Jeg kan derfor her bare anbefale at man efter beste skjønn søker å holde veigrusen innenfor en rimelig graderingskurve, og jeg har også påvist at man ved å tilsette grus fra visse spesielle bergarter (f. eks. kalksten, klebersten o. a.) ofte vil kunne forbedre graderingskurven (se appendiks I, samt neste avsnitt).

Faktor 2. Kornenes *form og fysiske egenskaper* har i mange tilfelle stor betydning for et veidekkes godhet. Systematiske undersøkelser over dette har, såvidt vites, aldri vært gjort. En del studier blev derfor foretatt av mig.

*Formen:* I et grusdekke som består av runde, glatte korn, vil under ellers samme forhold den indre friksjon være mindre enn i et dekke hvor kornene er skarpkantet og uregelmessige i form. De enkelte korns form beror på mineralmaterialet og på hvordan grusen er opstått. Hos naturgrus er de enkelte korn i regelen kantrundet og glattet ved transport i elv eller bekk. Maskingrus er derfor som regel å foretrekke, for der er kornene alltid mere skarpkantet.

De enkelte mineralsorter har imidlertid sin karakteristiske måte å sprekke op på; gruskornenes form vil derfor være sterkt avhengig av mineralinnholdet. De almindelige mineraler opfører sig som følger:

1. Kvarts har hvad man i mineralogien betegner som et muslig brudd. Den har ingen spesiell spalteredning, men sprekker op omtrent som en klump av glass vilde sprekke op.

2. Feltspat sprekker op i firkantede stykker. De har nemlig to meget gode spalteredninger som står omtrent loddrett på hverandre.

3. Pyroxen (augit) ligner i denne henseende feltspat.

4. Hornblende har også to meget gode spalteredninger, men vinkelen mellom dem er ca. 60°, og de fremkomne spaltestykker får ofte nåleform.

5. Glimmer sprekker som bekjent op i tynne blader, idet den utmerker sig ved en meget god spalteredning.

Erfaringen har vist at grus som består mest av kvarts og feltspat (d. v. s. grus av granitt, gneis og lignende bergarter) ikke er så god som grus, hvor hornblende er en vesentlig bestanddel.

Denne erfaring har man gjort f. eks. i den sydlige del av Telemark fylke (i Bamle og ved Kra-gerø). Jeg kunde dessuten henviser til flere steder i Vest-Agder fylke hvor jeg har undersøkt hornblende-holdige bergarter (såkalte amfiboliter), som så er blitt brukt av veivesenet til grus og all- tid har vist sig bedre enn grus av de sedvanlige kvarts-feltspat-holdige gneisbergarter.

De heldige egenskaper man finner hos hornblende-holdig grus beror selvsagt på mange forskjellige faktorer, men av grunner som senere skal forklare er det rimelig å anta at de for en stor del beror på kornenes form. Under ellers like forhold vil grus bestående av fibrige eller nåleformede korn skape en bedre veibane enn grus av runde korn; for de fibrige og nåleformede gruskorn vil gripe fingerformet inn i hverandre og vil ved fuktighet veves sammen til en tett matte, mens grus av runde korn vil ha mindre indre friksjon, lettere ry fra hverandre og snart miste sin fuktighet, hvorved støv, rifledannelse og slag hull opstår.

Det er meget viktig å merke sig at stabilisering av veigrus som fornemmelig består av runde korn derfor lettes betydelig ved tilsetning av skarpkantet maskingrus.

Det kan derfor anbefales å bruke grus, helst maskingrus, av hornblende-holdige bergarter. Grus av de meget utbredte granitter og gneiser er derimot ikke så heldig. Hornblende-holdige bergarter har vi på flere steder i Norge.

På Sørlandet har vi meget utbredt amfibolit (= hornblende + plagioklas). Denne bergart finnes også i Østfold, Buskerud, nordlige deler av Akershus og i de sydlige deler av Hedmark fylke; dessuten delvis på Vestlandet, i Møre og Ut-Trøndelag. I våre høifjellsegner samt i Sør- og Inn-Trøndelag finnes endel hornblendeskifre.

En oversikt over endel av de undersøkte amfibolites godhet som veigrus og deres mineralogiske sammensetning gjengis i følgende tabell:

(God)	Amfibolit.	Støle, Randesund:	Plagioklas	42 %	hornblende	57 %	glimmer	1 %
(God)	„	Dolsvåg, Randesund	„	20 %	„	70 %	„	10 %
(Meget god)	„	Kjos, Vågsbygden	„	45 %	„	50 %	„	0 % <sup>1</sup>
(Løs)	„	Hanneviken	„	70 %	„	27 %	„	3 %
(Fast)	„	Gåsebakken, Snig	„	45 %	„	45 %	„	10 %
(Løs)	„	Torsvik, Randesund	„	60 %	„	30 %	„	10 %

<sup>1</sup> Dessuten: Epidot 4 %, kalkspat 1 %.

*Hårdhet:* En fysisk egenskap hos mineralkornene som kan være av stor betydning er hårdheten. Blandes nemlig hårde og bløte mineralkorn, vil de bløte korn knuses mellom de hårde; derved opstår et pulver som vil kunne presses inn i sprekker og hulrum, hvorved veibanen blir gjort mere kompakt, d. v. s. den får en bedre graderingskurve. Forsøk viser (se appendiks 1) at en tilblending av

10—12 % kalksten til en almindelig hård grus vil kunne virke heldig.

Man bør imidlertid bemerke at de fineste kornstørrelser ikke fremkommer ved en slik mekanisk opknusing, og det er derfor ofte å anbefale at man i tillegg til kalktilsetningen tilsetter 3—5 % av et kolloid-lignende bindstoff (leir). Men f. eks. i Trøndelag, hvor efter min erfaring de fleste veier

har et overskudd av fin-materiale, tror jeg at en tørr grus med 10 % kalkstenstilsetning (i form av grus eller grovt mel), vilde virke meget heldig.

#### Faktor 3. Kornenes kjemiske egenskaper.

På mange måter har mineralkornenes kjemiske egenskaper stor betydning for veibanens godhet, men systematiske undersøkelser over dette mangler fullstendig. Her er derfor en mengde arbeide å gjøre før feltet blir tilnærmevis klarlagt.

*Hygroskopitet*: En egenskap som har vært meget omtalt særlig i forbindelse med bituminøse dekker er mineralkornenes hydrofile og hydrofobe egenskaper. Om dette egentlig kan sies å høre til de kjemiske egenskaper vil jeg imidlertid la stå hen; og om disse eller lignende egenskaper har noen betydning for vannbunnen grus er også et spørsmål. Men det kan likevel være verd, ganske kort, å se litt nærmere på disse forhold.

Når forskjellige bergarter blir opknust, egner de seg ikke like godt som veigrus. Som før beskrevet beror dette, foruten på kornenes størrelse, også på kornenes form og fysiske egenskaper. Hvis nå enkelte bergarter kunde vise en «hydrofili» som var av noen betydning for vannbunnen grus, så måtte det bero på at vannet kunde virke som et sterkere bindemiddel mellom visse mineralkorn enn mellom andre. Det var rimelig å anta at de forskjellige mineralers hygroskopitet her vilde spille inn. En del hygroskopitetsmålinger av mineraler blev derfor foretatt med det resultat at de almindelige bergartsdannende mineraler har meget nær samme hygroskopitet, og at egenskaper ved bruddflatens form og beskaffenhet — for ikke å snakke om kornstørrelsen — har langt større betydning for hygroskopiteten enn mineralets art.

I forbindelse med disse forsøk blev det også gjort en del målinger for å bestemme fordukningshastigheten hos våt grus bestående av forskjellige slags bergart- og mineralpulver. Også her blev det funnet at forskjellige slags grus innenfor målefeilen opviste samme fordukningshastighet. Den residualfuktighet som grusprøvene opviste, var også praktisk talt den samme for alle prøver. Igjen viste det sig at bruddflatens beskaffenhet hos mineralkornene var langt viktigere enn kornenes kjemiske sammensetning.

Man må efter dette anta at mineralenes kjemiske innhold neppe direkte øver noen innflytelse på vannets bindingsevne. Men selvfølgelig har det kjemiske innhold indirekte en stor betydning forsåvidt som mineralenes form og bruddflatens fysiske beskaffenhet for en stor del bestemmes derav.

Når således en amfibolit med en noe omdannet feltspat (såkalt sericitisert feltspat) synes å ligge bedre på veibanen enn amfibolit med frisk feltspat (et forhold som har vært påpekt av dr. Arne Bugge), skyldes dette ikke noen kjemisk egenskap, men beror antagelig på at spalteflatene hos en

slik feltspat er ru og urene i motsetning til de glatte spalteflater hos frisk feltspat.

*Oploselighet*: Av andre egenskaper har vannoploseligheten hos mineralene utvilsomt stor betydning for grusens beskaffenhet. Hvis nemlig veigruskornene er passende oppløselige i vann, vil regnvannet oppløse endel mineralsubstans, som ved forduknning i en tørrværsperiode vil avsette sig i sprekker og fuger og derved virke som en cement som konsoliderer hele veibanen.

Som det fremgår av de forsøk som er meddelt i appendiks 2, utlutes de forskjellige mineraler meget forskjellig av vann.

*Kvarts* er praktisk talt uangripelig, og *kalifeltspat* utlutes også i meget ringe grad. Disse to mineraler finnes som vesentlige bestanddeler i alle våre granitter og gneiser; de utgjør også de vesentligste bestanddeler i almindelig naturgrus (morénegrus, elvegrus etc). Uoploseligheten hos disse mineraler er da også utvilsomt en faktor som gjør granittisk grus relativt uskikket som veigrus.

*Kalkspat* er et mineral som angripes relativt meget av regnvann. Grus av kalksten skulde derfor også av denne grunn virke til å konsolidere veibanen.

Mineraler av kistypen (svovlkis o. a.) utlutes også meget lett, og hvor slikt materiale kan skaffes bør det ubetinget tilsettes veigrusen.

### III. Bindstoffets egenskaper.

Bindstoffets oppgave er sammen med vann å stabilisere veidekket. Bindstoffet selv består av leirer av forskjellig art. Det som i første rekke karakteriserer leirene og gir dem de typiske leir-egenskaper er at de enkelte partikler eller korn som et leir er bygget op av er meget små. Men den kjemiske og mineralogiske sammensetning av kornene har naturligvis også stor betydning. De fysiko-kjemiske egenskaper hos de forskjellige slags små leirpartikler har i lengere tid vært studert. Man kjenner til den spesielle evne disse små partikler har til å holde fast på adsorptivt bundet vann, likeledes at enkelte ioner adsorberes av de fineste leirpartikler, og at enkelte slags partikler, nemlig de hvis krystaller danner et såkalt skittgitter, bevirker at der til disse mineralers spalteflater vil være knyttet elektriske felter, hvorav vannmolekylene orienteres og bindes.

De fysiske egenskaper hos en leirart betinges derfor av (1) dens kjemiske sammensetning, (2) dens mineralogiske sammensetning, (3) dens sammensetning med hensyn til kornstørrelsen, samt (4) partiklenes orientering.

Sammen med vannet binder leiren veigrusen sammen. Plasticiteten hos en leirart er et mål for den kohesjon eller indre friksjon som den kan tilveiebringe i en grusblanding.

Efter amerikanske metoder som er beskrevet i mange vei-tidsskrifter kan man bestemme en leirs plasticitets-indeks, og derved få et begrep om hvor virksom leiret er som stabilisator i grus.

Har man en tørr sandgrus, kan dens kohesjon forhøies, den kan gjøres plastisk ved tilsetning av leir; men hvor meget leir som må tilsettes for å opnå en bestemt kohesjon, avhenger av leirens art.

Har man en nøytral sandgrus, vil den kunne få en bestemt plasticitets-indeks,  $PI$ , ved tilsetning av  $p$  procent leir. Tenker vi oss så først at vi tilsetter en spesiell leirart, som amerikanerne betegner diatome-leir, viser det sig efter amerikanske målinger at plasticitets-indeksen hos grus-leir-blandingen avhenger av mengden av leirtilsetningen efter følgende ligning:

$$PI = 0,21 p. \text{ (diatome-leir).}$$

Tilsettes derimot en heidellit-leir, vil grus-leir-blandingens plasticitets-indeks bestemmes av følgende ligning:

$$PI = 3,3 p. \text{ (heidellit-leir).}$$

Hvis man altså ønsker at en veigrus skal oppvise en kohesjon som svarer til en plasticitets-indeks av 5, kan man efter ovenstående formler opnå dette enten ved å tilsette 24 % diatome-leir, eller ved å tilsette 1,5 % heidellit-leir. Hvis man imidlertid virkelig skulde sette 24 % leir til en veigrus, vilde siktekurven bli helt gal og veigrusen av den grunn lite skikket. Man kan altså si at en så god plasticitets-indeks som 5 er uopnåelig, hvis man er henvist til å bruke en diatome-leir som stabilisator.

Jeg behøver heller ikke å komme nærmere inn på de mange andre fordeler det medfører å kunne benytte en liten leir-tilsetning istedenfor en stor. Mest iøynefallende er vel dette ved de uheldige svellingsforhold veibanen får når det er meget leir i grusen. All leir sveller jo ved vann, og hvis hele 24 % av veigrusen består av leir, vil hele veibanen svulle sterkt i regnvær, og i tørt vær vil der optre sprekker.

Men hvis bare 1,5 % av grusen består av leir, vil selvfølgelig denne lille tilsetning ikke kunne bevirke noen nevneverdig totalsvell av hele veibanen.

Nå skal vi se litt nærmere på hvordan våre norske leirer opfører sig i denne henseende. Jeg har tidligere i «Meddelelser fra Veidirektøren» skrevet endel om norske leir-arters geologi og mineralogi og nevnt litt om deres fysiske egenskaper. «Meddelelser» 1938, nr. 6, s. 122; 1938, nr. 8, s. 143.

Jeg behøver derfor ikke å komme nærmere inn på dette nu, og jeg skal bare gjenta at den almindelige norske leir er glacial-leir, som er lite plastisk sammenlignet med de forvittringsleirer som man finner i sydligere land. Hvad plasticitetsfor-

holdene angår står de norske leirer derfor nærmere diatome-leirene enn heidellit-leirene. Dessuten er glacial-leirene glimmerholdige, og amerikanerne gjør da også uttrykkelig opmerksom på at diatome-leirer og glimmerholdige leirer ikke er ønskelige for grus-stabilisering. Det er således av praktisk betydning å vite at man for å opnå gode kohesjonsegenskaper hos en veigrus må tilsette forholdsvis meget av den almindelige norske leir. Som oftest vil man vel i Norge ikke tilsette leir til en sandgrus, men heller søke å finne et leir-blandet grustak (f. eks. en moréne) hvor stoffet allerede fra naturens side er blandet. Leirsubstansen i en moréne er også av glacial opprinnelse og lite plastisk, hvilket altså betyr at morénegrusen må være forholdsvis «fet» før den besidder gode kohesjonsegenskaper.

Det er dette uheldige forhold ved alle almindelige norske leir-arter som har gjort det vanskelig for oss å få i stand godt stabiliserte veier. Vi er altså forsåvidt uheldigere stillet enn i store deler av Sambandsstatene hvor den optredende leir ikke er av glacial opprinnelse, men fremkommet ved kjemisk forvitring.

Vi bør derfor av all makt søke å finne et nasjonalt stoff som egner sig bedre til stabilisering av veigrus enn de almindelige glaciale-leirer.

Et slikt stoff har vi også virkelig i visse lite omdannede leirskifre -- gamle sedimenter som stammer fra kambro-silur-tiden. Med hell har enkelte av disse skifre vært benyttet f. eks. i Hedemark fylke. Disse sedimenter blev nemlig i sin tid delvis dannet av forvittringsleir. Leiren herdnet riktignok senere, men herdningsprosessen er på enkelte steder ikke gått lenger enn at ennu endel av de typiske leirminerale er bevart. Ved å knuse en slik leirskifer skulde man få et godt veimateriale, eventuelt en stabilisator som kunde tilsettes annet veigrus.

Leirskifre som man kunde håpe vilde egne sig hertil har vi flere steder i Norge: Hedemarken, Hardangervidda, Opland, Ringerike og flere steder omkring Oslofjorden, Trøndelag og Nordland.

Men det skulde kanskje være av ennu større betydning for veivesenet at vi også i vårt land faktisk har endel grusforekomster som inneholder ekte forvittringsleir, spesielt mineralet heidellit.

Inntil for ca. 1 år siden var dette helt ukjent, men felt-undersøkelser på Sørlandet sammen med laboratorieundersøkelser ved Mineralog-Instituttet i Oslo har vist at der i kyststrøkene i Vest-Agder er overraskende mange grusforekomster som inneholder heidellit-leir. Kjemiske, fysiske og mineralogiske undersøkelser av dette stoff er blitt publisert av mig i Norsk Geol. Tidsskr. bd. 19, 1939, s. 300. Det viser sig at stoffet har de samme egenskaper som den ovenfor omtalte amerikanske heidellit-leir.

En annen og eiendommelig egenskap som beidelliten også har, tør være av interesse for dens anvendelse som veigrus og skal derfor nærmere omtales.

I motsetning til de andre leir-mineraler viser beidellit en eiendommelig egenskap som har fått navn av «sorpsjon» av vann.

I mange mineralers konstitusjon inngår der vann; det er f. eks. tilfelle med glimmer og hornblende; vannet hører altså til den kjemiske formel.

Også beidellit inneholder vann, men i motsetning til andre mineraler er vanninnholdet i beidelliten ikke konstant. Etter de undersøkelser jeg har ut-

ført med norsk beidellit er dens kjemiske formel:  $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot nH_2O$ ;  $n$  er her ikke konstant, men kan variere meget sterkt.

I luft mettet med fuktighet ved 20° er  $n$  ca. 6, d. v. s. mineralet inneholder da hele 90 vektprocent vann beregnet på tørr-substans. I tørr luft ved 20° er  $n$  ca. 2, og mineralet inneholder da bare 14 % vann.

Forsøk viser direkte at vanninnholdet varierer med temperatur og luftfuktighet. En prøve fra jernbanetunnelen ved Farvann (se side 136 nr. 8) avgir således ved ophetning gradvis sitt vann:

Temperatur	50°	90°	170°	300°	700°
Vannavgivelse (lufttørret stoff) .....	2,7 %	7,9 %	13,0 %	17,8 %	23,9 %

Vannavgivelsen kan også foregå ved konstant temperatur, hvis beidellit bringes i berøring med tørr luft:

Luftens fuktighet, d. v. s. damptrykk i mm kvikksølv: ..	5,7 mm	2,8 mm	1,4 mm	0 mm
Vannavgivelse: .....	1,0 %	2,7 %	8,5 %	10,2 %

Disse prosesser er reversible; ophetet beidellit vil således ved avkjøling atter opta vann fra luften, og lufttørret beidellit vil ved å bringes i kontakt med fuktig luft opta vann fra denne.

Beidellitens kjemisk bundne vanninnhold er således ikke konstant, men en funksjon av den omgivende lufts temperatur og fuktighetsgrad.

Hvis beidellit-holdig grus legges på veibanen, vil den under en kald og fuktig periode opta en del vann fra luften. Under en etterfølgende tørr og varm periode vil den så avgi en del av sitt vann. Man kan si at den svetter og således avgir fuktighet til sine omgivelser. Mens altså klorkalsium stadig optar mer og mer fuktighet og til slutt flyter hen, opfører beidelliten sig på en måte motsatt; i tørt vær avgir den sin fuktighet til omgivelsene mens den selv tørrer inn.

Det er trolig at disse «sorptive» egenskaper hos beidelliten også har betydning for dens anvendelse som veigrus.

Grunnen til at beidellit finnes i Norge er følgende: Før istidens begynnelse hadde vi her i landet et varmt klima. I denne tid forvitret de norske bergarter sterkt kjemisk, ofte til dyp av 30—50 m. Forvittringsproduktet som derved dannet sig var formentlig beidellit. Da istiden kom og hele landet blev liggende under breen, blev det meste skuret bort; men det har altså vist sig at en del ennu ligger igjen. Man finner det derfor gjerne under almindelig moréne og oftest på sydsiden av øst-vestgående tverrdaler hvor isen, som beveget sig mot syd, ikke hadde så stor makt til å grave sig dypt ned.

Man finner her at selve det faste fjell under det overliggende moréne-materiale er gjennomvevet av utallige fine sprekker, ofte av mikroskopiske dimensjoner, som er fylt med en leiraktig substans.

Fjellet er på grunn av dette blitt helt løst så det kan tas ut med hakke og spade og faller derved sammen til en grus som foruten faste sten- og mineraler også inneholder noen få procent beidellit-leir.

Denne grus har vist sig utmerket skikket som veigrus. (Se etterfølgende artikkel side 139.) Og den store fordel er at den kan brukes direkte uten ytterligere gradering eller tilblending av noe fremmed stoff (frasett klorkalsium). Har man derfor en slik forekomst i nærheten kan man for en billig penge skaffe sig en førsteklases grusbane som formentlig er så godt stabilisert som praktisk mulig under norske forhold.

Hittil er slike forekomster bare funnet innen Vest-Agder fylke, for det er bare der vi har lett efter dem. (Dessuten har finske geologer påvist forekomster ved Enaresjøen i finsk Lappland). Men det neste som bør gjøres er at veivesenet ved geologisk assistanse søker å finne flest mulige av disse forekomster. Efter min mening vil man derved kunne spare store summer på vedlikeholdsbudgettet.

Hosstående kart viser hvor beidellit-holdig grus finnes. (Fig. 1).

1. *Ullgjell på Lista*. I et par tidligere artikler har denne forekomst vært beskrevet («Meddelelser fra Veidirektøren» 1938, nr. 6 og 8). Grusen finnes her i bunnen av en moréne; den har vært benyttet som veigrus. Et billede av grustaket gjengis i fig. 2; utseendet er eiendommelig og karakteristisk også for alle etternevnte forekomster (undtagen nr. 8 og 9).

2. *Oftedalskleiva i Lyngdal*. Også denne forekomst har før vært nevnt og undersøkt («Meddelelser fra Veidirektøren» 1938, nr. 6 og 8). Den finnes også under almindelig morénegrus.

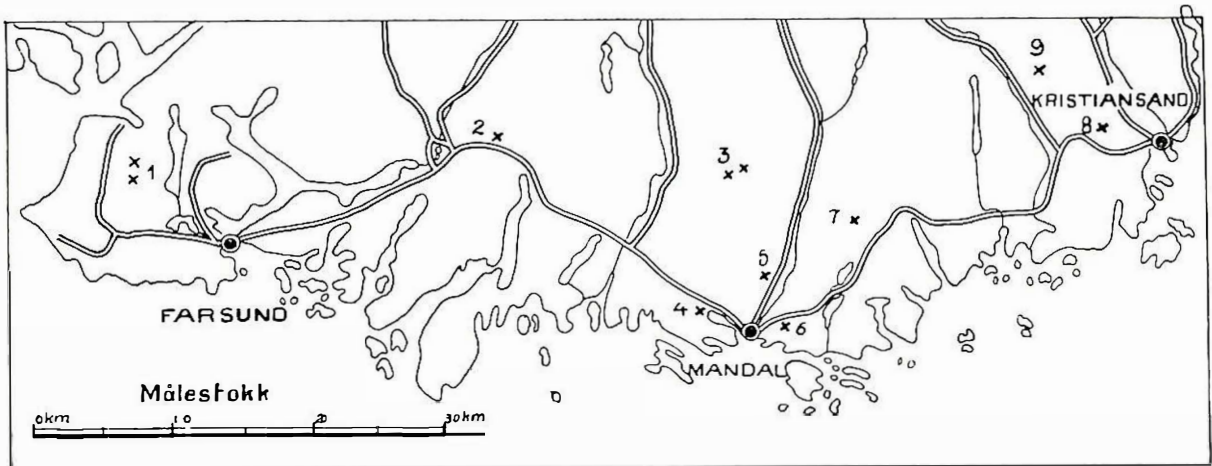


Fig. 1. Finnsteder for beidellit-holdig grus på Sørlandet (x). Hovedveien er inntegnet.

3. *Skarstad* på «Østheia» mellom Fuskeland i Mandalen og Skofteland i Audnedal. Ved Skarstad er en liten forekomst som strekker sig flekkvis østover mot Eikeland, blandet med bunnmoréne, hele tiden på sydsiden av dalen.

4. *Skogsfjords vestende* (5 km vest for Mandal). Det beidellit-holdige gruset ligger her under leirblandet moréne i et stort grustak like ved veien (Reibakken).

5. *Spetland* gårds syd-ende, på sydsiden av en tverrdal under bunnmoréne. Denne forekomst strekker sig østover mot *Hadetand*. Dessuten finnes en forekomst ved *Urdal*.

6. *Berge sag*, 3 km øst for Mandal tett ved hovedveien på sydsiden av dalen under bunnmoréne.

7. *Systad ved Røyslandsveien*, på sydsiden av tverrdalen. I bunnen av moréne finnes også her

beidellitgrus med røde og gule farver; nu er det overdekket, men det blev påvist da Røyslandsveien bygdes.

8. *Østenden av Farvannet* i jernbanetunnelen ca. 9 km vest for Kristiansand. Under tunnelbygningen kom man her inn på noen svære sprekker og svakhetszoner i fjellet. Disse soner er fylt med nesten ren beidellit. Store mengder er kjørt ut av tunnelen. Denne forekomst skiller sig ut fra de 7 andre forekomster derved at ikke alt beidellit-materialet ligger som et fint vev i selve moderbergarten, men at det delvis finnes som rene, plastiske masser presset inn i åpne sprekker. Hvis dette materiale skulde brukes på veibanen, kunde det, i motsetning til det før omtalte beidellit-holdige grus fra de andre forekomster, ikke anvendes direkte. Det måtte derimot anvendes som en ganske liten tilsetning til tørr sand eller moréne-grus.



Fig. 2. Beidellit-holdig grustak ved Ullgjell, Lista. ● over den beidellit-holdige grus ligger almindelig morénegrus.

9. Tallrike forekomster av almindelig leirholdig morénegrus har vært undersøkt uten at det har vært mulig å påvise spor av beidellit-lignende mineraler. Den eneste undtagelse danner en morénegrus ved Utsognveien i Greipstad.

En kornstørrelsesanalyse av denne grus gav følgende resultat:

Større enn 2 mm	.....	= 26,00 %
2 mm til 0,02	.....	= 70,00 %
0,02 til 0,006	.....	= 3,50 %
0,006 til 0,002	.....	= 0,30 %
mindre enn 0,002	.....	= 0,02 %

I den fineste kornstørrelsesfraksjon (mindre enn 0,002 mm) kan man med sterk forstørrelse under mikroskopet påvise korn av et beidellit-lignende mineral. I de andre fraksjoner finnes det ikke. Man må derfor gå ut fra at en ganske liten procentsats av morénegrusen ved Utsognveien består av beidellit.

Efter opplysning fra Vest-Agder veikontor regnes denne veigrus for å være den beste morénegrus de kan skaffe i fylket.

*Appendiks 1.*

*En metode til å opnå en heldig graderingskurve.*

Det er ofte meget vanskelig og kan være forbundet med store utgifter å skaffe grus med en heldig graderingskurve. Noen forsøk som i det følgende skal beskrives viser imidlertid at man ved passende blanding av dertil egnet bergarts-materiale i visse tilfelle kan skaffe sig et veidekke med en heldig graderingskurve. Som bekjent får man en heldig graderingskurve når det er minst mulig hulrum mellom de enkelte korn som utgjør veidekket. Idéen ved de nye forsøk var at for å få alle hulrum mest mulig tettet, burde man til en sterk, hård grus tilsette endel *mineralkorn med liten hårdhet*. Når en slik blanding blir lagt på veien uten på forhånd å være gradert, vil den konsolideres av trafikken på den måten at de lite hårde og svake mineralkorn knuses mellom de hårde gruskorn og derved danner et mel som presses inn i alle åpne hulrum.

Forsøk på å vise dette blev gjort i Vest-Agder. Det blev anvendt almindelig maskingrus av hård amfibolit fra veivesenets stenbrudd i Randesund og i Kjos. Det best egnede mineral med liten hårdhet her i Norge er kalkspat. Til grusen blev det derfor tilsatt 10 % til 20 % mergel eller kalksingel. Siktekurven for denne grusblanding blev først bestemt, derefter blev blandingen utlagt på veibanen og utsatt for trafikk på den Sørlandske hovedvei fra september til mai (dessverre kunde det ikke ligge lenger da veistykket på denne tid blev forsynt med et permanent dekke), grusen blev da skrapet av veien og igjen siktet.

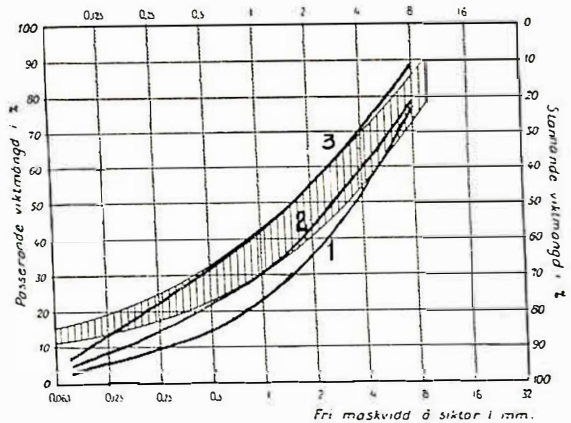


Fig. 3.

Forskjellige siktekurver som viser trafikken innflytelse på kalkstensholdig grus.

10 % mergel	}	1 = for utlegningen
40 % amfibolit subbus		2 = neste vår
50 % amfibolit singel		
20 % kalksingel	}	1 = for utlegningen
40 % amfibolit subbus		2 = neste vår
40 % amfibolit singel		3 = neste vår

(Det skraverte område angir ideell gradering efter svenske opgaver).

Som det fremgår av fig. 3 har altså trafikken bevirket at siktekurven automatisk har nærmet sig mot idealkurven.

Imidlertid skal man legge merke til en avvikelse i siktekurvens forløp mot venstre, altså mot små kornstørrelser. Det er tydelig at det er for lite finmateriale i grusen, at trafikken altså ikke har kunnet produsere de minste kornstørrelser. Dette henger antagelig sammen med den fra sediment-petrografen kjente lov at mekanisk nedslitning av grus og sand, f. eks. ved rulling i en elv, bare går ned til en viss minimalstørrelse; for å komme under denne størrelse må der kjemiske prosesser til. Det er altså vanskelig ad mekanisk vei å skaffe sig en grusblanding med tilstrekkelig innhold av det aller fineste materiale. For å opnå dette må man tilsette forvitret finstoff (leir) — og helst da en bestemt type leir hvorom der er redegjort i hovedavsnittet.

Efter dette kan man anbefale at det gjøres fortsatte forsøk med grus som inneholder 10—20 % av lite hårde mineraler eller bergarter. Foruten kalkspat (kalksten, marmor) kunde man tenke på leirskifer, talk og serpentin.

Det tilføies at det utvilsomt beste mineral til å frembringe denne effekt vilde være gips. Nå finnes dessverre ikke gips i Norge, (men f. eks. på Svalbard); prisen internasjonalt er visstnok ca. kr. 10 pr. tonn, så det kunde altså være spørsmål om å kjøpe gips for å blande det i almindelig veigrus. Man vil utvilsomt på den måten ved trafikken hjelp få realisert et veidekke med en meget heldig graderingskurve.

### Appendiks 2.

#### Utlutningsforsøk.

For å få et inntrykk av i hvor sterk grad de forskjellige bergartsdannende mineraler angripes av regnvann igangsatte jeg følgende forsøk:

Av forskjellige slags bergarter og mineraler blev 75 g knust ned til pulver som passerte sikt nr. 60 (0,25 mm fri maskevidde).

Pulveret blev plasert i en trakt med dobbelt barytfilter og 4 liter destillert vann blev dryppet på filteret med omkring 10 dråper i minuttet. Vannet var således i likevekt med luftens kullsyreinnhold, og dets surhetsgrad svarte til  $pH = 6,5$ . Etter at alt vannet på denne måten langsomt hadde passert mineralpulveret, blev det opsamlet i en kautsjukflaske og analysert.

Som eksempel på hvor selektiv denne oppløsningsprosess er, gjengis først et forsøk med almindelig granitt, (dette forsøk har vært publisert av I. K. *Rosenqvist* i Norsk Geolog. Tidsskrift, Bd. 19, 1939):

Man ser herav hvorledes enkelte av granittens bestanddeler, f. eks. kalk, er sterkt anrikt i ut-

	Frisk granitt	Utlutet materiale	Anrikningsfaktor
	%	%	%
$SiO_2$ . . . . .	71,10	7,35	0,103
$Al_2O_3$ . . . . .	13,24	1,21	0,091
$Fe_2O_3$ . . . . .	1,21	2,11	0,470
$FeO$ . . . . .	3,00	2,11	0,470
$MgO$ . . . . .	0,58	3,25	5,620
$CaO$ . . . . .	1,70	22,10	13,000
$Na_2O$ . . . . .	2,27	6,39	2,820
$K_2O$ . . . . .	5,53	19,32	3,500

lutningsproduktet mens andre bestanddeler, f. eks. alumina trer sterkt tilbake. Dette beror delvis på at de forskjellige mineraler som granitten består av utlutes i forskjellig grad, delvis på at også mineralene selv oppløses selektivt.

Følgende tabell gir en oversikt over hvorledes de enkelte mineraler forholder sig ved utlutning:

75 g plagioklas gav . . . . .	0,150 g utlutet substans	
75 g kalifeltspat gav . . . . .	0,015 g	—»—
75 g kvarts gav . . . . .	0,002 g	—»—
75 g kalkspat gav . . . . .	0,363 g	—»—

## NOEN VEIDÉKKSTYPER OG DERES ØKONOMI

Av professor Tom. F. W. Barth.

Svenske veikyndige har funnet at en grusvei bør gå over til lettere asfaltbane når trafikken øker til 200 biler pr. døgn, likesom tynne høverdige asfaltbelegninger ansees økonomisk berettiget ved en trafikk av 300 biler, idet man da regner med den besparelse i bensinforbruk, slitasje på gummi og maskin som asfaltdekkene betyr. Denne trafikkvinning har man anslått til årlig kr. 2600,— pr. km vei ved en trafikk av 1000 biler pr. døgn. Man har derunder sammenlignet med grusbaner av middels godhet. Jeg henviser i denne forbindelse til det meget interessante foredrag som sivilingeniør Nils *Wibeck* holdt ved den svenske veiforenings årsmøte i Gøteborg 12. juni 1936, se «Svenska Vægföreningens tidskrift» 1936. Det som hos oss ikke minst vanskeliggjør en undersøkelse av de konkurrerende veidekkstypers økonomiske berettigelse på de forskjellige veipartier, er kanskje den ting at man i Norge ikke foretar noen systematisk trafikkteiling, iallfall ikke på de svakt trafikerte veier. Trafikkmengden må derfor på enkelte undtagelser nær foreløbig bedømmes skjønsmessig.

Imidlertid kan man visstnok gå ut fra at våre riksveier, og til dels fylkesveier, bør i større utstrekning enn hittil antatt behandles med et eller annet tjære- eller asfalthelegg. Da der i vårt land finnes pålag 15 000 km riksveier og fylkesveier, hvorav en stor del har en trafikk av 200 biler og mer pr. døgn, vil det forstås at det må være av

stor økonomisk betydning at man så snart som mulig avløser de gamle grusbaner på de strekningene, hvor økonomien tilsier mer tidsmessige dekker. Man bør også være opmerksom på at trafikken vil stige raskt ennå i mange år, så det ikke vil være noen stor risiko ved å flytte grensen mellom grus- og asfaltbaner nokså langt ned.

Allikevel vil der ennå finnes en alt overveiende del av vårt lands 40 000 km offentlige veier, som har så beskjeden trafikk at de må vedlikeholdes ved hjelp av naturgrus, som det derfor gjelder å velge så god som mulig under samtidig hensyntagen til økonomien.

Disse for vårt land så viktige spørsmål skal i det følgende behandles, idet jeg har konsentrert mig om den statistikk som finnes i Vest-Agder, hvor man nå i 10 år har utført betydelige asfaltarbeider ved veivesenets egen foranstaltning, hvorfor man også der sitter inne med adskillig erfaring på dette område foruten vanlig erfaring ved grusningsarbeider. — Ved velvillig utlån av den ved Vest-Agder veikontor forhåndenværende statistikk har jeg derav kunnet sammenstille etterfølgende opgaver både for grusveier og asfaltveier:

#### Grusveier.

1. Den Sørlandske hovedvei (riksvei). (Aust-Agder grense—Kristiansand—Flekkefjord—Tron-åsen.) Ca. 130 km grusvei har gjennomsnittlig for



hele lengden i 1937/1938 kostet å gruse og høvle inkl. klorkalsium, redskap, arbeiderforpleining og regnskap ca. 14 ore pr. m<sup>2</sup>/år.

Imidlertid skifter trafikkmengden antagelig mellom 200 og 600 biler etter veipartiets beliggenhet, så utgiften til grus og høvling måskje varierer mellom 10 og 25 ore pr. m<sup>2</sup>/år.

2. *Lyngdal—Farsund* (riksvei). 17 km grusvei har i 1937/1938 inkl. høvling, klorkalsium, redskap, arbeiderforpleining, opsyn og regnskap kostet ca. 22 ore pr. m<sup>2</sup>/år.

Trafikkmengden antas å være 2 å 300 biler pr. døgn.

3. *Daleveiene i Audnedalen, Kvinesdal, Fjotland* (fylkesveier) koster for tiden å gruse inkl. prosenter 7 å 8 ore pr. m<sup>2</sup>/år.

Trafikkmengden antas å være henimot 150 biler pr. døgn.

4. *De øvrige fylkesveier i Vest-Agder* koster for tiden å gruse inkl. prosenter 6 ore pr. m<sup>2</sup>/år.

Trafikkmengden antas å være under 100 biler pr. døgn.

5. *Herredsveiene i Vest-Agder* koster å gruse gjennomsnittlig og inkl. prosenter 3 ore pr. m<sup>2</sup>/år.

Trafikkmengden er visstnok under 25 biler pr. døgn.

Ved alle disse grusveier er grusen vesentlig tatt samfengt fra forhåndenværende grustak med til dels ganske lange transporter fra de steder hvor man har funnet særlig god grus. På lange strekninger av den Sørlandske hovedvei har man således benyttet den tidligere<sup>1</sup> omtalte forekomst ved Oftedalskleiva i Lyngdal. Dette forvitningsstoff har vist sig å være blandt de aller beste grusmaterialer i Vest-Agder. Det har ikke så lett for å danne rifler eller slagghuller som annen grus enten denne er tørr eller leirholdig. Stoffet har også med held vært benyttet til midlertidig plombering av asfalthuller, men det må dog som annen grus, gis noe klorkalsium, hvis støvdannelsen helt skal hindres. På henvendelse til den veivokter som passer veien mellom Mandal og Lyngdal har han under 3. april 1939 bl. a. svart mig følgende:

«Jeg bruker Oftedalsgrus som rifledemper. På tørt terreng med sandmettet kultlag finner jeg at vanlig leirgrus støver først og mest. Oftedalsgrusen støver sist og minst, og da den ved trafikkens valsning danner en meget fast bane, som nesten ikke blir påvirket av regnvær, kan vi nå tross den sterkt økende trafikk høvle sjeldnere.» Veivokteren tilføier at denne grus klarer sig lenge uten klorkalsium, når den benyttes på gammel grusvei, likesom den anvendt til utfylling av bruddhuller eller under teletøsning bringer veibanen snarere til å

tørke enn ved anvendelse av den vanlige tørrgrus. En nærmere analyse av dette forvitningsstoff er omtalt i forrige artikkel side 135.

#### *Maskingrus.*

Foranstående opgaver gjelder utelukkende anvendelse av naturgrus. Imidlertid har også maskingrus vært forsøkt på kortere strekninger. Knust gneisgranitt har ikke vist sig videre bra like overfor riffeldannelse selv om klorkalsium benyttes. Den er dog bedre enn sedvanlig naturgrus. Derimot har statsgeolog Bugge gitt anvisning på visse omvandlede bergarter (amfibolitter), som har vist sig gunstige som maskingrus anvendt i vannbundet grusbane. Da de også er hydrofobe i forbindelse med asfalt, har de med meget godt resultat vært anvendt for knusning av singel til asfaltarbeider. Sådanne singelfabrikasjon kan derfor foregå i forbindelse med fabrikasjon av grus til grusveiene så intet av det knuste materiale går til spille. Både singel og subbus kommer til anvendelse.

Det er imidlertid av særlig interesse for veivesenet om mulig å få nærmere fastslått hvilke mineraler er ønskelige for anvendelse til vannbunden grus, og hvilke ikke er ønskelige. Man har derfor foretatt flere laboratorieundersøkelser av så vel fast fjell som grusforekomster. Kfr. for øvrig foregående artikkel.

6. *Maskinsubbus av amfibolit* har i Vest-Agder vært nedlagt på kortere strekninger for en trafikk av ca. 800 biler pr. døgn med en tykkelse av 4—5 cm for en pris av 75 ore pr. m<sup>2</sup> medregnet redskap, arbeiderforpleining, opsyn og regnskap. Regnes en årlig løpende rente derav, stor 4 %, fåes et årlig renteutlegg av . . . . . 3 ore pr. m<sup>2</sup>/år

Årlig lapping, høvling, fornyelse av subbus og klorkalsium er iberegnet ovennevnte prosenttillegg oppgitt å koste . . . . . 37 —»—

Amfibolit subbus tilsammen . . . . . 40 ore pr. m<sup>2</sup>/år

*Stabilisert grus ved gradering* efter amerikanske metoder kan ikke egentlig sies å være anvendt i Vest-Agder. For fabrikasjon av stabilisert grus kombinerer amerikanerne som regel 2 å 3 og til dels flere materialtak, hvorav et tilveiebringer det mest koloide stoff (leire), et tilfører sandstoff og et tilfører knust singel under ¾". Av hvert materialtak tas da så meget at blandingen tilfredsstillende idékurven. Av apparater bruker amerikanerne en knuser, en sållemaskin, en leirpulveriseringsmaskin og en blandingsmaskin. Grusen kan dog også blandes med veihøvl. Dertil må man som ved almindelige, sterkt trafikerte grusveier anvende klorkalsium, jevning med høvl og valsning. Imidlertid vil antagelig sånt gradert grusdekke koste mer enn det dekke av maskinsubbus som ovenfor

<sup>1</sup> Tom Barth: Meddelelser fra Veidirektøren 1938, side 143.

er beskrevet fra Vest-Agder som nr. 6. Visstnok kan fremgangsmåten varieres betydelig, men den vil formentlig alltid bli for kostbar for norske forhold. Etter foranstående må man derfor anta, at en fullkommen stabilisering etter amerikanske metoder ikke passer for norske forhold. Derimot har man vistnok i de fleste fylker i lengere tid forsøkt etter beste skjønn å fremkalle en stabilisering ved med enkle midler å tilføre en for sådant øiemed skikket grus.

#### Asfaltdekker.

Kostende opstillet etter opgaver fra Vest-Agder.

7 a. *Asfatemulsjon* på den Sørlandske hovedvei. Trafikk antagelig fra 300 til 800 biler pr. døgn. Arbeidsmåte:

2 ganger asfatemulsjon tilsammen 5 å 6 liter pr. m<sup>2</sup>. 3 ganger singel ialt 30 å 40 liter pr. m<sup>2</sup>. Ingen impregnering av underlaget.

Gjennemsnittskostende av 157 000 m<sup>2</sup> iberegnet redskap, arbeiderforpleining, opsyn og regnskap samt pussing og opretting av veibanen kr. 1,80 pr. m<sup>2</sup>.

Vedlikehold:

4 % løpende rente uten amort. . . . . 7,2 øre pr. m<sup>2</sup>/år  
 Årlig lapping + overflatebehandling hvert annet eller tredje år, inkl. prosenter . . . . . 20 —»—

Asfatemulsjonens gjennomsnittlige årskostende i Vest-Agder . . . . . 27,2 øre pr. m<sup>2</sup>/år

8 a. *Essenasfalt* på Den Sørlandske hovedvei. Trafikk antagelig op til 800 biler pr. døgn.

Arbeidsmåte:

Emulsjonsunderlag som foran . . . . . 1,80 pr. m<sup>2</sup>  
 Slitelag med essenasfalt 20 kg pr. m<sup>2</sup> 2,10 —

Sum anlegg av essenasfalt . . . . . 3,90 pr. m<sup>2</sup>

Vedlikehold:

Slitelaget av essenasfalt (kr. 2,10) forutsettes å være utslitt om 15 år og likeså  $\frac{1}{3}$  av emulsjonsunderlaget (0,60) tilsammen en slitasje stor kr. 2,70 pr. m<sup>2</sup>. Dette beløp forrentes og amortiseres etter 4 % annuitetsskala med en årlig utgift av . . . . . 24,3 øre pr. m<sup>2</sup>/år

Legges dertil en stadig løpende 4 % rente av 1,20, som er emulsjonsunderlagets blivende rest, fåes et tillegg av . . . . . 4,8 —»—

Sum essenasfalt . . . . . 29,1 øre pr. m<sup>2</sup>/år

For den østlige del av de asfalterte partier på Den Sørlandske hovedvei (ca. 70 km) kan der regnes med 800 biler pr. døgn i barmarkstiden, og på den vestenfor liggende strekning et synk-

ende antall ned til ca. 300 biler pr. døgn på enkelte partier.

Etter de svenske sakkyndiges opgaver kan man visstnok regne en årlig vinning for trafikken av 35 øre pr. m<sup>2</sup> ved 800 biler og 13 øre ved 300 biler, når veibredden er 6 m. Dette vil si at man ved å anvende et av forannevnte asfaltdekker på de sterkest trafikerte partier på Den Sørlandske hovedvei i Vest-Agder vil få en trafikkbesparelse som mer enn opveier veidekkets hele kostende. Ved å anvende disse asfaltdekker på de svakest trafikerte strekninger av samme vei, vil man med fradrag av trafikkvinningen få et årskostende for

7 b. *Asfatemulsjon* (se nr. 7 a.)

av . . . . . 14,2 øre pr. m<sup>2</sup>/år  
 og for

8 b. *Essenasfalt* (se nr. 8 a.)

ovenfor) av . . . . . 16,1 —»—

hvad der ligger nær gjennomsnittsprisen for grusning på Den Sørlandske hovedvei for tiden (se grusvei nr. 1 ovenfor).

For Lyngdal—Farsund (nr. 2 ovenfor) vil et asfaltdekke som beskrevet under nr. 7 a. og 8 a. bli billigere enn grusning, når trafikkvinningen føres i regningen. Likeså vil asfaltdekkene bli billigere enn amfibolitt subbus (nr. 6).

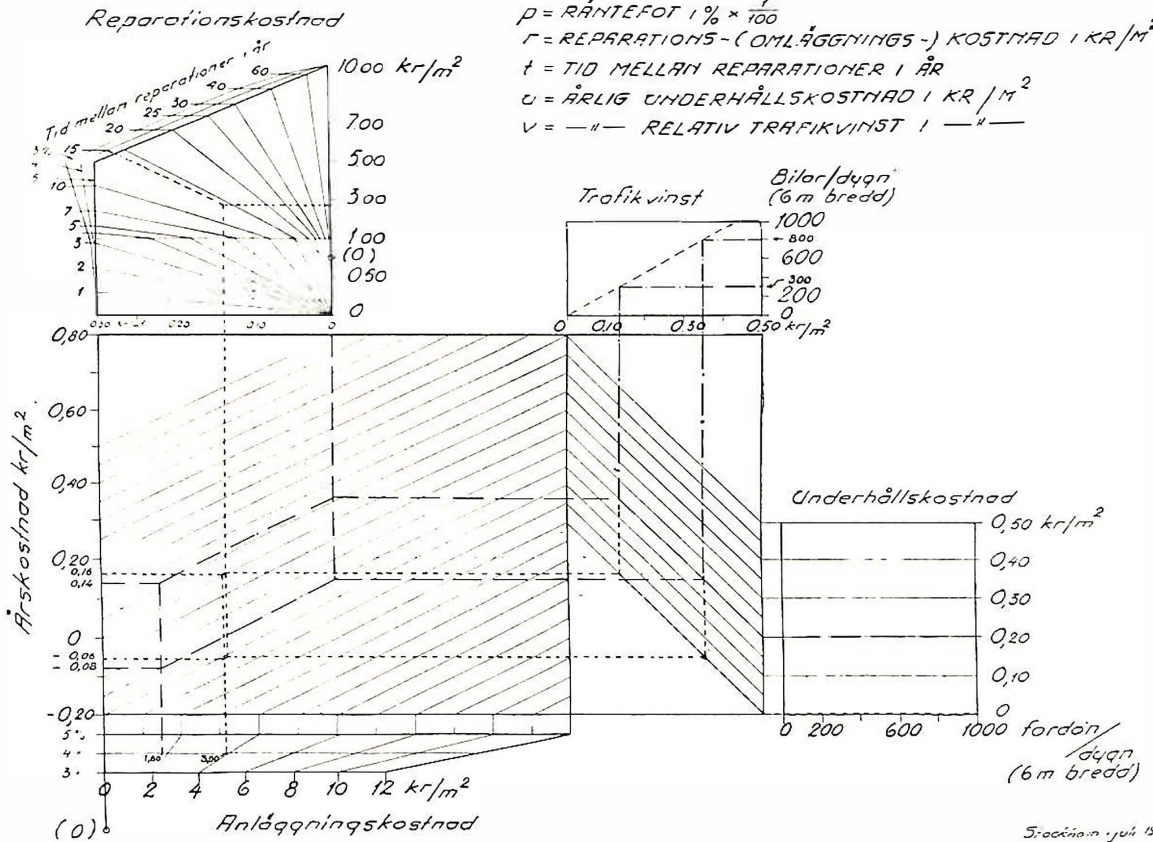
I Vest-Agder har man funnet det praktisk på de mere trafikerte veier først å nedlegge på foran beskrevne måte et emulsjonsdekke (se nr. 7 a.) på godt drenert og med sandmettet stenlag godt fundamentert veibane. Etter 1 å 2 års trafikk har man så utbedret mulige svakheter og derefter pålagt et tynt lag essenasfalt, som man har erfaring for er meget holdbart. Som underlag kan jo også et tjæredække brukes, men det har hittil lite vært benyttet i Vest-Agder. Som foran vist vil de billige emulsjonsdekker i vedlikehold og forrentning koste ca. 2 øre mindre pr. m<sup>2</sup> enn essenasfaltdekker ved en for dette antatt varighet av 15 år. Man har da regnet en gjennomsnittsutgift ved trafikk fra 300 til 800 biler. Men i virkeligheten krever emulsjonsdekkene ved sterk trafikk et forholdsvis dyrere vedlikehold enn essenasfalt. De svenske fagfolk har da også, som før nevnt, satt grensen for anvendelse av høverdige tynne belegninger ned til 300 biler pr. døgn.

Hvis en gammel grusvei er dårlig avgrøftet og dårlig fundamentert, så den er utsatt for teleskytning, bør den ikke behandles med asfalt før veilegemet er bragt i ordentlig stand. I Vest-Agder hvor der er lett adgang på billig stein, faller det naturlig og mest økonomisk å fundamentere med sandfylt steinlag. I denne sandfylling må der ikke finnes leire. Hvor derimot stein er vanskelig å skaffe, kan kanskje et fundament av tettpakket, omhyggelig gradert grus gjøre tjeneste istedenfor steinlag. I hvert fall må bekostningen ved en betryggende drenering og fundamentering komme i

# VÄGBELÄGGNINGARS ÅRSKOSTNAD

DÅ RÄNTA OCH AMORTERING FÖRDELAS LIKA UNDER ALLA ÅR,  
BERÄKNAD ENLIGT FORMELN:  $K = aP + rP \frac{1}{(1+P)^t - 1} + U - V$ , DÄR:

$K$  = ÅRSKOSTNAD I KR/M<sup>2</sup>  
 $a$  = ANLÄGGNINGSKOSTNAD I KR/M<sup>2</sup>  
 $p$  = RÄNTEFOT I %  $\times \frac{1}{100}$   
 $r$  = REPARATIONS- (OMLÄGGNINGSKOSTNAD I KR/M<sup>2</sup>)  
 $t$  = TID MELLAN REPARATIONER I ÅR  
 $u$  = ÅRLIG UNDERHÅLLSKOSTNAD I KR/M<sup>2</sup>  
 $v$  = " " RELATIV TRAFIKVINST " " "



Skeddin juli 1937  
 ...

tilllegg til foran nevnte enhetspriser både for asfaltveier og grusveier.

Men selv om trafikken på mange steder gjør asfaltveiene økonomisk fordelaktige, er det rimelig at man av budsjettmessige hensyn ikke vil ha adgang til å utføre alle fornødne asfaltbaner på så kort tid som ønskelig kunde være. Man vil fremdeles bli henvist til å anvende grusdekker, både der hvor trafikken berettiger bruk av asfalt, og der hvor trafikken er liten, så grusveier er det mest økonomiske.

### Nomogram.

Civilingeniør Nils Wibeck har opstillet et såkalt nomogram, som videre er utdypet av civilingeniør H. Bernhard, for å sammenligne de forskjellige veidekkers årskostende, anleggskostende og vedlikeholdskostende under forskjellig trafikk, kfr. svensk Teknisk Tidskrift 23de oktober 1937. For helt sikkert å kunne betjene sig av denne grafiske

metode, må der foretas trafikkteiling, hvad vi som før sagt, i det vesentlige ennå mangler. Men selv om trafikkmengden for tiden må bedømmes mer eller mindre skjønsmessig, vil dog dette nomogram være til veiledning. Idet jeg vedlegger et sådant, bemerkes at jeg derpå har innlagt linjer som gir det årskostende der stemmer med de av mig foran anstilte beregninger, se nr 7 a. og 7 b., 8 a. og 8 b. En nærmere forklaring derav skal gis i det følgende:

Strekete linjer vedkommer emulsjonsdekket på Den Sørlandske hovedvei både for 300 hiler og for 800 hiler.

Med fradrag av trafikkinningen viser nomogrammet ved 800 biler, som før beregnet, et årskostende av under 0, og ved 300 hiler et årskostende av 14,2 øre pr. m<sup>2</sup>. Ved innlegning derav er, likesom ved foranstående beregning nr. 7 a., hovedreparasjonene hvert annet eller hvert tredje år inngått i de årlige vedlike-

holdsomkostninger med tilsammen 20 øre pr. m<sup>2</sup>, således at nomogrammet «reparationskostnad» bortfaller for emulsjonslagets vedkommende.

Prikkede linjer vedkommer *essenafalten* på Den Sørlandske hovedvei for 300 biler og for 800 biler.

Her er gått ut fra samme forutsetning som ved beregningen under nr. 8 a.: at essenafalten ikke trenger noe årlig vedlikehold. Innføres 2 à 3 øre pr. m<sup>2</sup>/år til sådant vedlikehold, vil naturligvis de samlede årsmkostninger: + 16,1 øre eller ÷ 6 øre stige tilsvarende. Imidlertid følger av det allerede foran anførte, at nomogrammet ikke gir pålitelig sammenligning mellom de forskjellige veidekkstyper medmindre man innsetter vekslende vedlikeholdsomkostninger etter trafikkenes størrelse. Hvis således eksempelvis emulsjonsdekket i vedlikehold krever en utgift av 22 øre pr. år for 300 biler istedenfor gjennomsnittsprisen 20 øre, mens essenafalten for samme trafikk ikke trenger noe vedlikehold i 15 år, da vil essenafaltdekket i det lange løp bli like billig som emulsjonsdekket — nemlig 16 øre pr. m<sup>2</sup>/år — og

ved ennå større trafikk vil et dekke med høiverdig slitelag bli billigere enn et emulsjonsdekke.

Eksempler:

1. Hvor stor trafikk må det være på Den Sørlandske hovedvei forat et emulsjonsdekke med et anleggskostende av kr. 1,80 pr. m<sup>2</sup> og et antatt vedlikehold av 20 øre pr. m<sup>2</sup>/år skal kunne konkurrere med en grusning som har et kostende av 14 øre pr. m<sup>2</sup>/år ved 4 % rente?

Svar: 300 biler pr. døgn.

2. Hva kan man spandere på anlegg av et høiverdig dekke som varer i 15 år, hvis man har en trafikk av 300 biler pr. døgn, og årskostende ikke skal overstige 14 øre pr. m<sup>2</sup>/år?

Svar: Kr. 3,40 pr. m<sup>2</sup> (4 % rente).

3. Hva årskostende får et essenafaltdekke som varer i 15 år for en trafikk av 200 biler, og som i anlegg koster kr. 3,90 pr. m<sup>2</sup>?

Svar: 20 øre pr. m<sup>2</sup>/år.

Altså 2 øre mindre enn grusningens kostende ved veien Lyngdal—Farsund.

## LUFTGUMMIRINGER PÅ HESTEKJØRETØIER

Da vognmaker *Graupmann* i Waren — Mecklenburg — begynte med luftringer på bøndenes lastevogner — ikke lastebiler — lo man ham ut; massive gummiringer på flotte herskapslandauere,

det kunde man begripe, men luftringer på almindelige lastevogner, det var da meningsløst.

Men da man fikk se hvilke lass man kom frem med, fikk pipen en annen lyd, så meget mer som

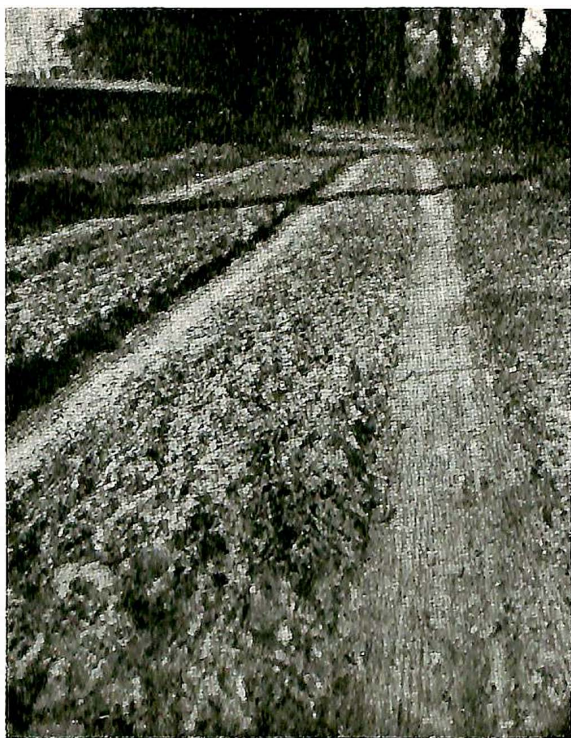


Fig. 1. Sandvei med gummihjulspor etter kjøring av 1000 tonn poteter.

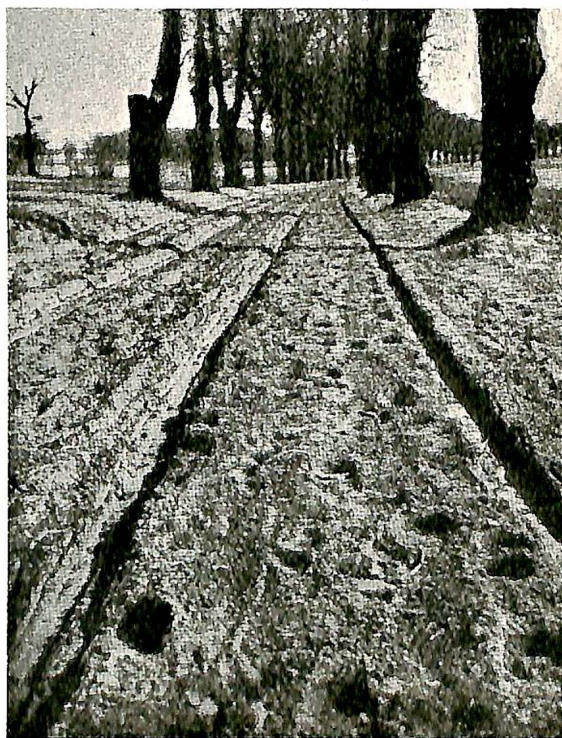


Fig. 2. Spor etter vanlig lass med jernfelg på den samme vei.

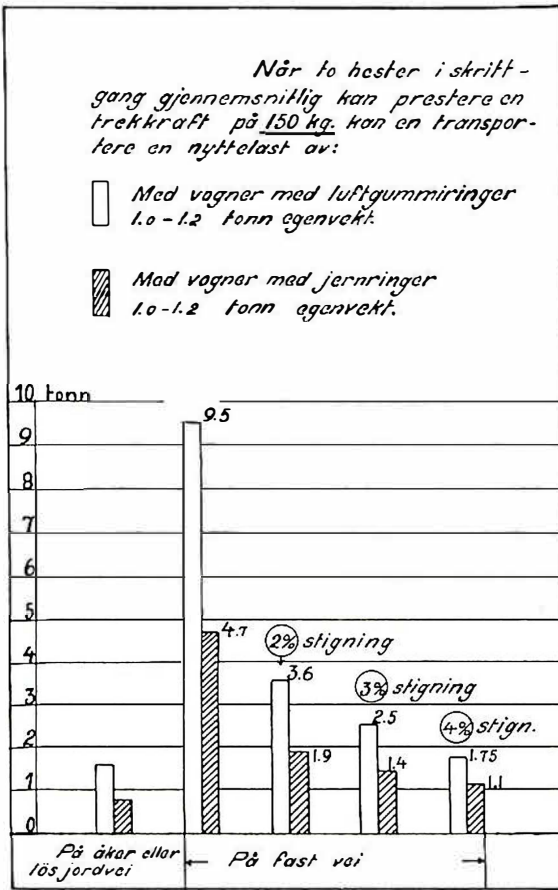


Fig. 3.

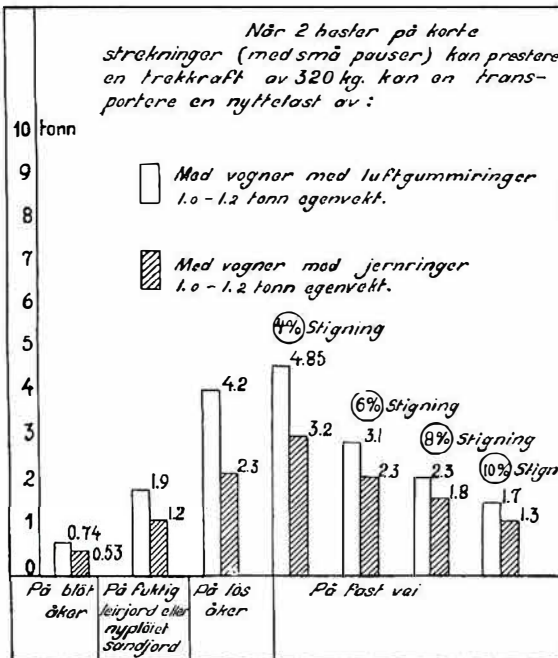


Fig. 4.

det viste sig at veiene blev meget bedre. Fig. 1 viser således en sandig markvei som det er kjørt 1000 tonn poteter over i lass på 3 tonn på heste-



Fig. 5. Vogn med luftgummi er særlig skikket når kuer brukes som trekkraft.



Fig. 6. Traktor med spesial-tilhenger.

vogner med luftringer. Fig. 2 viser sporene etter en hestevogn med 3" jernfelger og halvparten så tungt lass, 1½ tonn.

Men all begynnelse går gjerne tregt, luftringene var dyre og heller ikke så gode som idag, betenkelighetene var mange og bøndenes konservatisme stor. Først 1933 begynte luftringene å vinne større utbredelse i Nord-Tyskland, og det blev da foretatt inngående forsøk for å bestemme trekkraften med vanlige jernfelger og med luftringer.

Forsøkene (fig. 3 og 4) gav det forbløffende resultat at på horisontal vei kan de samme hester trekke praktisk talt dobbelt så tungt lass på luftringer som på jernfelger.

I stigning minskes denne overlegenhet hurtig, men selv på 4% (1:25) kan det kjøres en halv gang til så stort lass på luftringer som jernringer.

Det er derfor all grunn til nøie å overveie å bruke luftringer på hestekjøretøier her hjemme hvor terrenget er rimelig flatt. Erfaringen viser envidere at luftringer som har sett sine beste dager som bilgummi ofte kan fåes meget billig og varer lenge på hestekjøretøier. Nye ringer har efter 8 års hårdt bruk ennå ikke mistet dekkeprofilen, så levetiden er stor.

Almindelige vognaksellagere<sup>1</sup> brukes ikke i Tyskland, men praktisk talt bare kulelagere. Almindelige hestevognsbremses ødelegger gummiringene så å si med det samme. Det må anvendes egne bremsetromler som for biltillhengere med bremses.

Fig. 5 viser en lastevogn med luftringer og 2 kuer som forspann, karosseriet er gammeldags. Fig. 6 viser en traktor med spesialtillenger.

Foranstående opplysninger er et kort utdrag av et hefte som er utkommet i serien «Arbeiten des Reichsnährstandes», Band 47: «Schlepper und Gummiwagen im Bauernbetrieb» av professor dr. Ludwig Wilhelm Ries.

## DÖDSFALL

Forhenværende överdirektör og chef for Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen i Sverige, Fredrik Enblom, er avgått ved døden 4. september 1939, 74 år gammel.



Överdirektör Enblom var utdannet som vei- og vannbyggningsingeniør ved den tekniske høyskole i Stockholm. Efter å ha innehatt forskjellige stillinger blev han i 1926 utnevnt til chef for Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen og stod som sådan til han tok avskjed i 1932.

Han var en av stifterne av Svenska Vägföreningen, hvor han i mange år var medlem av styret og et par år dets viseordfører.

## OVERINGENIØR OLAF STANG RIDDER AV ST. OLAV

Forhenværende overingeniør og chef for Veidirektørkontorets bruavdeling, Olaf Stang er utnevnt til ridder av St. Olavs orden for fortjenester av norsk brubygningskunst.

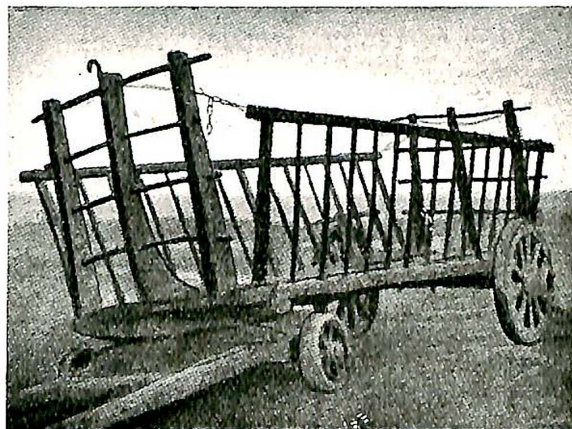
Det er en vel fortjent påskjønnelse hr. Stang har fått. Vi har tidligere i nr. 11 for 1934 og nr. 1 for 1939 redegjort for hans virksomhet som brukonstruktør og hans store fortjeneste av norsk veibrugging. Vi vil derfor ved denne anledning innskrenke oss til å henvise hertil. Han har tidligere fått Kongens fortjenstmedalje i gull.

<sup>1</sup> Se veivesenets forsøk vedk. tappfriksjon og vognakslar, Medd. fra Veidirektøren nr. 7, som utkom i 1905.

## MINDRE MEDDELELSER

### HØIVOGNEN

I «Aftenposten» for 11. juli 1939 finnes nedenstående bilde av en tom høivogn og bladet forteller samtidig at konservator Hilmar Stigum vilde f. eks. kunne holde en hel kulturhistorisk forelesning på grunnlag av dette bilde. Vogntypene i bygdene og i landsdelene forteller oss nemlig ofte grunnleggende ting om bygden og menneskene.



Vogntypene forteller oss f. eks. at trønderne og folk her på Østlandet ikke bare er forskjellige i språk og i sitt syn på trønderer og østlendinger, men at de oprindelig tilhører hver sin vidt forskjellige kulturkrets, trønderne den tohjulede kjerres kulturkrets, østlendingene den firehjulede vogn. Kjerren og vognen er nemlig ikke forskjellige utviklingsstadier av en felles type, men vidt forskjellige i hele sin opprinnelse. Kulturen med to hjul er kommet over Finnland — Nord-Sverige — Uppland til Trøndelag, den med fire hjul over Danmark — Syd-Sverige til Østlandet.

I Bohuslen viser helleristingene firehjulede vogner, i Trøndelag tohjulede.

Den høivognen som er avbildet her, vil alle uten betenkning kalde firehjulet. Men å være firehjulet er ikke så enkelt som bare å ha fire hjul. Denne vognen er i virkeligheten adskillig tohjuls-påvirket. I tohjulsstrøkene utviklet de nemlig lassvognen med å sette hjuldrag under forenden på tohjulsvognen. Og denne stille, verdige høivognen er påvirket av den skikken. Den er et produkt av den store norske kulturutjevning, som sliper kantene av alle dialekter og river sølvspennene av alle sko. Det er en norsk vogn.

## BEKJEMPELSE AV ARBEIDSLØSHETEN I GRANITT-INDUSTRIEN

Til bekjempelse av arbeidsløsheten i granittindustrien har den svenske riksdag hevilget 3 mill. kr. til Statens stensetningsarbeider. Den sammenlagte vei- og gatelengde som skal stensettes i hele landet måler 78 773 m, hvorav 7715 m i byer; det hele areal blir 513 660 m<sup>2</sup>, herav i byer 75 230 m<sup>2</sup>. Dessuten har Staten bestilt 15 000 tonn granitt fra Bohuslän til Svinesund-broen. (Tekn. Ukeblad.)

## STOCKHOLM FJERNER SPORVEISLINJENE

Ifølge «Svensk Motor Tidning» skal det i 1943 finnes igjen bare en sporveisløst, nemlig linje 4. I 1940 omlegges linje 11 til trådbusdrift og halvdelen av linje 2. I 1941 omlegges linjene 3, 5 og 9

til bussdrift og i 1942 resten av linje 2, hvorhos linje 1 deles i to busslinjer. I 1943 omlegges linjene 6, 10 og 14. Den siste sporveisløp, linje 4, kommer bort i 1944, hvis sporveiens sjef, Hellgren, får det som han vil.

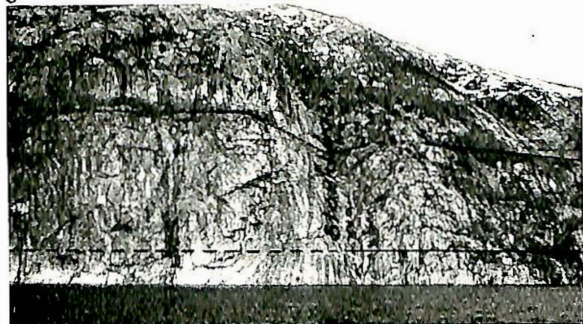
### TO ALTERNATIVER

En veiforbindelse til Nordlandsbanen er for tiden under oparbeidelse fra Nyland i Leirfjorden til Stuvland i Drevja i en lengde av ca. 25 km.

2



3



På en strekning av anlegget er det spørsmål om valg mellom to alternative linjer, en nedre linje langs sjøen og en høiereliggende øvre linje. Den nedre linje har meget bedre stignings- og kurveforhold enn øvre linje, men den blir kr. 28 500 dyrere, 80 m kortere og får en tunnel på 450 m lengde.

Hosstående bilder illustrerer formentlig på en oversiktlig måte hvilke vanskeligheter vårt land byr for veibyggingen.

### TUNNELARBEIDER I JAPAN

Den 1,3 km lange undervannstunnel mellom Shimonoseki i Japan og Kiushuøya, som går 50 m under havflaten, nærmer seg nu etter tre års arbeide sin fullførelse. Det foreligger allerede nu planer for en tunnel under Tsuschimasundet til Korea. (Svensk Motor Tidning.)

### TRAFIKKUTVIKLINGEN PÅ DE TYSKE BILSTAMVEIER — REICHAUTOBAHN

Gjennomsnittlig driftslengde km. 1. halvår 1938: 2050. Året 1938: 2200. 1. halvår 1939: 3060.

Trafikk i vognkm pr. dag og km vei. 1. halvår 1938: 1253. Året 1938: 1555. 1. halvår 1939: 1610.

Trafikk i perioden i millioner vognkm. 1. halvår 1938: 465. Året 1938: 1218. 1. halvår 1939: 890.

Fra 1. februar 1938 til 1. februar 1939 er trafikken altså øket med 91 %. *Die Strasse.*

### DEN NYE BRU I HAUGESUND — RISØYBRUA

En mindre del av Haugesund by ligger på Risøya, som er skilt fra fastlandet ved Smedsundet, som har en bredde av 50—100 m og hvor byen har sin havn. I nesten 80 år har det vært planer



fremme om å forbinde Risøya med fastlandet ved hjelp av en bru, men først i år er planen blitt til virkelighet, idet brua blev innviet og tatt i bruk 14. mai d. å.

Vi bringer her et par bilder av brua, som er en jernbetongbru med ca. 95 m spennvidde. Da det gjennom Smedsundet foregår betydelig skibstrafikk måtte høiden under brua være så stor at denne trafikk fremdeles kunde foregå uhindret, nemlig 22,4 m. Kjørebanelen har en bredde av 6,0 m med et 1,5 m bredt fortau på hver side. Brua er bygget for byens regning efter veivesenets belastningsklasse 2.

Foruten hovedspennet er det på begge landsider en rekke sidespenn på 13—14 m, således at bru-anleggets samlede lengde er 361,7 m.

En nærmere beskrivelse av bru-anlegget ved prof., dr. techn. *Brandtzæg* er inntatt i Teknisk Ukeblad for 28. september 1939.

### LANDETS RYGGRAD

kalder Englands bilister seg — og vistnok med rette efter den på grunn av oprustningen foretatte skatteforhøielse. Til en bilskatt i Sverige på 50 kroner, svarer i England en minimumsskatt av 200 kroner. Ialt beregnes Englands bilister neste år å måtte betale 104 millioner pund (over 2 milliarder kroner) i bilskatt.

(Svensk Motor Tidning.)

## SYKKELLEN HAR FÅTT STRØMLINJE



Ved en utstilling i Sveits blev denne modellen demonstrert. Den unge damen optrer i nasjonaldrakt fra kantonen Appenzel.

(III. Familieblad.)

EN STOR HENGEBRU PÅ RIKSAUTOBANEN  
KØLN—RODENKIRCHEN

(Etter Felten & Gulleaumes, «Rundschau», mai 1939.)

Riksautobanen Aachen—Køln overskærer syd for Køln ved Rodenkirchen Rhinen, for på høire Rhinbredd å tilsluttes riksautobanen til Frankfurt a/M. I dette øiemed bygges en hengebru med et midtspenn på 378 m. Hermed får Køln sin tredje hengebru og sin femte bru i det hele. Midtåpningene for de tre hengebruer er:

Hengebru Deutz 180 m (kjedebbru).  
Hengebru Mülheim 315 m (kabelbru).  
Hengebru Rodenkirchen 378 m (kabelbru).

Begge de førstnevnte bruer er som kjent ikke forankret i grunnen som våre almindelige hengebruer, men avstivet i sig selv, d. v. s. at de tunge kasseformede bæriere på landsidene optar de horisontale strekkrefter fra hengegurten, mens hele bruas vekt overføres som vertikalbelastning på tårnpillarene. Ved Rodenkirchenbrua optas hengegurtkraften av kraftige vederlagere som begynner 94 m bak strømpillarene.

Brua hvis utførelse blev overdratt firmaet Aug. Klønne, Dortmund, får to hver 9 m brede kjørebener for autobanen, to utenomliggende 2,5 m brede fotgjengerbaner og mellom de to kjørebener en 2,3 m bred sykkelsti. Stålpylonene som bærer kabelbuntene får en høide av ca. 60 m. Hver av de ca. 700 m lange kabelbunter består av 61 kabler med hellukket konstruksjon og 65 mm diameter. Kablernes trådopbygging er følgende:

37 rundtråder på	.....	150 kg/mm <sup>2</sup>
1 lag kiletråder på	....	145 »
1 —»—	....	145 »
2 lag profiltråder	.....	135 »

Metervekt 24,9 kg, virkelig bruddlast minst 366 400 kg. Kjørebener er ophengt i kabelgurtene ved «hengestenger» av kabler som er slynget over kabelklemmene. Disse «hengestenger» har 80 mm

diam. og er spunnet av flere lag flatlisser, alle av runde galvaniserte tråder med 150 kg fasthet pr. mm<sup>2</sup>. Avslitt over kabelklemmene er «hengestangens» (2 kabelverrsnitt) bruddbelastning ca. 710 000 kg.

Til vårt norske veivesens brukabler benyttes nøiaktig samme trådopbygging og med bløtere trådkvalitet i de ytre lag, således som foran anført for den nye brus bærekabler.

Interessant er hengestengenes utførelse av spesialkabler.

## PERSONALIA

Bilsakkyndig i Halden distrikt, O. *Haugestad*, har tatt avskjed fra sin stilling fra 1. oktober 1939. Hr. *Haugestad* er født 1869 og har vært bilsakkyndig i Halden siden 1927.

Som fullmektig II i Rogaland fylke er ansatt fullmektig i Opland fylke Paul K. *Stangeland*.

Teknisk assistent i Møre og Romsdal fylke, Ole H. *Tjønnas*, er ansatt i samme stilling i Telemark fylke. Forøvrig er følgende ansatt som tekniske assistenter:

Jan *Hanekamhaug* i Møre og Romsdal fylke.  
Edv. *Overvik* i Sør-Trøndelag fylke.  
Bernt G. *Flikke* i Nord-Trøndelag fylke.  
T. J. *Drageset* i Troms fylke.  
Arvid O. *Efskin* i Finnmark fylke.  
Som kontorist I i Aust-Agder fylke er ansatt Trygve *Lyngdal*.

Som kontorist II er ansatt:

Asmund *Johnsen* i Opland fylke.  
Eugene *Ringen* i Vest-Agder fylke.  
Torstein *Holen* i Sogn og Fjordane fylke.

## LITTERATUR

*Svenska Vägforeningens tidskrift* nr. 8 — 1939.

Innhold: F. d. överdirektör Fredrik Enbloms frånfälle. — Bergolja. — Ett modernt omnibusgarage. Nybyggnad av garage, verkstad och kontor i Enebyberg för Stockholms läns omnibusbolag. — Föreningsmeddelanden. — Notiser.

*Dansk Vejtidskrift* nr. 5 — 1939.

Innhold: Amsraadsmedlem J. Dalsgaard. Formand for Amsraadsforeningen Vejbro til Møn. — Fredskovpligt og Ekspropriation. — Nogle Betragtninger om, hvem der bærer Motorafgifterne, samt om Spørgsmaalet, om en Forhøjelse ikke er naturlig og velbegrunnet. — En interessant Betænkning om Anvendelsen af Stenmaterialer til Veje. — Forholdet mellem Naturfredningen og Vejvæsenet. — Fra Naturfredningsnævnene. — Fra Domstolene. — Fra Ministerierne. — Automobilafgifterne i April Kvartal 1939.

## UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSLO

Abonnementspris: kr. 10,00 pr. år. — Annonsepris: 1/1 side kr. 80,00, 1/2 side kr. 40,00.  
1/4 side kr. 20,00.

Ekspedisjon: Ingeniørens Hus. Telefoner: 20701, 23465.