

MEDDELELSER FRA VEIDIREKTØREN

NR. 6

Telehiving, dens grunnårsaker og botemidler. — Erfaringsresultater og andre veitekniske tanker. — Emulsjonsdekke ved Lillehammer nordre bygrense. — Bituminøs behandling av veikurver. — Den nye bro ved Vrengen. — Riks- og fylkesveier i Hedmark. — Mindre meddelelser. — Litteratur.

Juni 1932

TELEHIVING, DENS GRUNNÅRSAKER OG BOTEMIDLER

Av professor Kolbjørn Heje.

§ 1. *Telehivingen og dens virkninger.* Med de jordarter og de klimatiske forhold vi har å regne med, spiller *telehivingen* en overordentlig stor rolle både ved jernbaner og veier såvel i økonomisk henseende som med hensyn til driftssikkerheten. I mine forelesninger er problemet ganske kort behandlet. Nærværende tar sikte på å gi en noget mere utførlig fremstilling av saken, bygget på resultatene av de erfaringer og undersøkelser som hittil foreligger.

Som bekjent forstår man ved telehiving (teleskyting) den utvidelse av undergrunnen som frosten fremkaller og som ytrer sig i form av de såkalte *telekuler*. De kan forekomme mer eller mindre ujevnt og ha forskjellig størrelse. Man har eksempler på at ute i naturen (Alaska og svensk Norrland) kan der opstå telekuler av inntil 3–4 m. høide over terrenget, som på en måte flyter i myrene og som aldri tiner. Ved jernbaner og veier blir de heldigvis ikke så store men de kan godt gå op til en høide av 15–20 cm., undertiden mere. Når en telekul optrer f. eks. i en skinnegang og ganske særlig hvis den forekommer bare under én skinne er den meget farlig, da den lett kan lede til en avsporing. Derfor må man her ved *skording* jevne ut skinnegangen. Herom henvises til mine forelesninger. Ved siden av den fare for driftssikkerheten som således er tilstede vil der naturligvis ved disse telekuler under trafikken fremkalles støtvirkninger som fører med sig større påkjenninger i skinnegang og rullende materiell og også øker slitet og oevegelsesmotstanden. Disse ulemper stiger med økende hastigheter, og efterhvert som kjørehastigheten blir satt op blir det derfor stadig mere nødvendig å søke botemidler, hvorved telekuler i skinnegangen i størst mulig grad undgås. Derfor har man ved jernbanene allerede lenge måttet beskjefte sig med problemet og har erfaringsmessig utfornet visse metoder som finner anvendelse ved anlegget av banene eller senere under driften, og som har vist sig egnet til i alle fall å dempe telens virkninger.

Ved veiene er problemet av nyere datum. Så lenge man bare hadde hestetrafikk med mindre belastning og mindre hastighet og enklere veidekker, spillet telehivingen ingen avgjørende rolle om den enn brakte en del ulemper i teleløsingen. Men da bilene kom til, blev forholdet et helt annet. Nu er teleproblemet kanskje vel så viktig ved veiene som ved

jernbanene, i alle fall er det av en mer sammensatt natur. Med de store hastigheter som bilene har er naturligvis også i dette tilfelle støtvirkningene av betydning, selv om de i nogen grad dempes ved den dobbelte fjæring gjennom ringene og fjærene. Og alt i alt er en motarbeidelse av telehivingen også ved veiene på sin plass allerede av hensyn til støtvirkningene da man derved får behageligere kjøring, en mindre bevegelsesmotstand og et mindre slit av materiellet. Langt viktigere er dog her det forhold, at telehivingen kan bryte istykker kostbare veidekker eller skaffe en ujevn oplagring så mobillasten besørger ødeleggelsen, og at den i teleløsingen kan gjøre veiene helt ufarbare. Ved de undersøkelser som skal behandles i det følgende er det brakt på det rene at telen har evnen til ved hjelp av hårrørkraften å trekke til sig grunnvannet hvorved undertiden kan dannes store islag i telelaget. Når dette vann i teleløsingen frigjøres finner en oppløting av massene sted i en sådan utstrekning at undergrunnen mister den nødvendige bæreevne. Biltrafikken på veiene må derfor under disse forhold ofte stanses inntil massene ved vannets fordunsting eller annen torlegning har fått igjen den tilstrekkelige fasthet, og det er derfor ikke sjelden at trafikken på denne måte hindres både i 14 dager og 3 uker, og under ugunstige forhold endnu mer.

De foran skisserte forhold har gjort det nødvendig at teleproblemet har måttet tas op til en nøiaktigere undersøkelse for å bringe de avgjørende faktorer på det rene, og for å finne de hensiktsmessigste botemidler. Ganske særlig har svenskene her utført et grunnleggende forskningsarbeide gjennom Svenska Väginstitutet ved dr. Beskow¹⁾ og andre, men også i Amerika er der utført omfattende undersøkelser. Av litteratur henvises til: Svenska Väginstitutets Meddelanden nr. 2, 13, 15, 21, 24, 25, 26 og 30, hvor man også vil finne henvisninger til annen viktig litteratur.

Den følgende fremstilling er, forsåvidt angår telehivingen, bygget på de ovennevnte undersøkelser og på de erfaringer som vi i vårt eget land er i besittelse av på området.

¹⁾ Efter forslag av Svenska Vägöreningens styrelse er dr. Beskow nylig tilstått K. A. K.s jubileumspris (kr. 2500.—) for sine fortjenstfulle arbeider på teleforskningens område.

§ 2. Jordartenes inndeling på grunnlag av kornstørrelsen.

Som det vil fremgå av det følgende er kornstørrelsen en grunnfaktor såvel likeoverfor telehivingen som overfor jordartenes bæreevne ved oppløting. I den petrografiske jordlære bruker man nu (også internasjonalt) ved de mineralske jordarter gjerne følgende inndeling:

1. *Stein*, hvor kornstørrelsen overskrider 2 cm. En videre inndeling er *småstein* (2 cm. til 10 cm.), *kuppelstein*, *kampestein* og *blokker*.

2. *Grus*, med kornstørrelse mellom 2 cm. og 2 mm. Den groveste grus (med kornstørrelse over 10 mm.) kalles som bekjent *singel*.

3. *Sand*, hvor kornstørrelsen ligger mellom 2 mm. og 0,02 mm. Man skjeler her mellom *grov sand* (2—0,2 mm.) og *fin sand* (0,2—0,02 mm.). Tildels brukes også betegnelsen *flyvesand*, hvor kornstørrelsen er omtrent 0,2 mm. Den er som regel utsortert og satt i bevegelse av vind og er avlagret på lignende måte som snefonner, hvis den da ikke er blåst ut i vann og der avsatt som et sediment.

4. *Leire*, har en kornstørrelse som er mindre enn 0,02 mm. Den deles almindelig i *grovleire* (0,02—0,002 mm.) og *finleire* med mindre korn. Det er forøvrig her den forskjell at grovleira består mest av fine sandkorn med krystallinsk struktur, mens finleira vesentligst inneholder amørfе (kolloidale) bestanddeler. Disse dannes av limaktige stoffer (vassholdig aluminiumsilikat) som med letthet suger op vann under utvidelse. Ved tørking blir de hornaktige.

Man skjeler også mellom *skjør leirjord* (tysk: lehm, engelsk: loam) som er en grovleire med noget sand, og *stiv leire* (tysk: ton, engelsk: clay) som er en finleire med kun lite sand. Den stive leire er i fuktig tilstand så plastisk og sammenhengende, at den kan rulles mellom hendene til lange tynne tråder. I tør tilstand er den hård.

Mellom gruppe 3 og 4 (sand og leire) kan man imidlertid skyte inn en gruppe som har særlig betydning ved telehiving, nemlig de såkalte *mojorder* eller *støvsandgruppen* med en kornstørrelse av 0,05—0,01 mm. Den har stor evne til å ta op og mette sig med vann (vannkapasitet) og viser da liten gjennomtrengelighet (permeabilitet). Det er lite stabile jordslag, som lett renner ut og kalles derfor ofte *kvikksand* eller *kvikkleire*. Av andre navn som brukes må nevnes *kvabb*, *mjele*, *koppjord* og *kleimjord*. Alle disse er nærstående varieteter.

I Sverige benevnes denne gruppe almindelig for *jäslera*, fordi den ved frysing viser stor telehiving og ved metting av vann æser op (som en deig). På norsk måtte vi tilsvarende kunne bruke navnet *æslere*, som vilde være et karakteristisk teknisk fellesnavn for gruppen. I det følgende vil derfor denne betegnelse finnes anvendt. Æslere har i tør tilstand som oftest en løs melaktig struktur med så fine bestanddeler at de ikke kan skjernes med det blotte øie.

Ved bestemmelsen av kornstørrelsen brukes oftest *den mekaniske jordanalyse*, undertiden også *mikroskopisk analyse*. Sålenge kornstørrelsen er noget større (ned til 0,2 mm., grov sand) kan den bestemmes ved *sikter* (sold). Når den blir mindre må man bruke *slemming* i vann. Man har her forskjellige apparater: *Kühns* eller *Atterbergs* slemmingssylinder og *Kopeckys* apparat. Jfr. forøvrig professor *Bjørlykke*: *Jordlære*.

§ 3. Jordartenes forhold til vann.

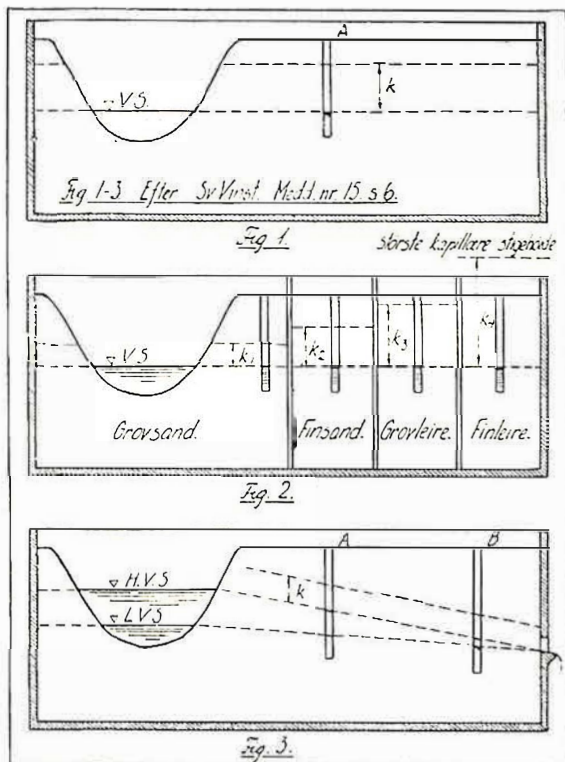
Vann kan forekomme i jorden på 5 forskjellige måter:

- som *kjemisk bundet vann*. Dette har her ingen interesse.
- som *hygroskopisk vann*, hvor fuktigheten opsuges fra luften.
- som *hydrostatisk vann*. Dette er oprindelig nedbørsvann (overflatevann) som synker ned og midlertidig fyller de større porer i jorden (*sigevann*) og tilslutt samler sig i årer eller lag som *grunnvann*.
- som *kapillært vann* som suges op gjennom de fine hårrør fra grunnvannet. I motsetning til sigevannet blir dette altså *sigevann*.
- som *absorpsjonsvann*. Dette danner en tynn hinde om de enkelte jordpartikler og fastholdes der av adhesjonen. Mengden blir proporsjonal med partiklenes overflate, hvorav følger at den er større ved finkornede enn ved grovkornede jordarter.

Det som blir bestemmende for det konstante innhold av fritt vann (uavhengig av sigevann og tele) i en jordart over grunnvasshøiden blir altså det kapillære vann og absorpsjonsvannet. Innholdet av kapillært vann er under ellers like forhold minst i overflaten på grunn av fordunstingen og fordi de grovere partikler i jordarten har en mindre kapillær stighøide. Den såkalte *vannkapasitet* (eller *mettingsgrad*) er således minst her og stiger mot dypet eftersom man nærmer sig grunnvannet. Forøvrig tiltar vannkapasiteten med jordpartiklenes finhet og innhold av kolloidale bestanddeler. For kvartssand har *Wollny* funnet følgende forhold:

Kornstørrelse	Volumprocent vann
2 —1 mm.	3,60
0,50—0,25 „	4,38
0,17—0,11 „	6,03
Æslere: 0,05—0,01 „	35,50

Jordartenes *gjennomtrengelighet* for vann (permeabilitet) er avtagende med tiltagende innhold av vann og dens minste verdi kan først bestemmes etterat jordlagene er helt vassmettet. Den henger også sammen med kornstørrelsen og minsker med denne. Ved de aller fineste jordarter er den lik 0, bl. a. fordi de kolloidale bestanddeler ved oppløting svulmer op og helt tetter porene. Derfor er leirene ved hel



vassmetting praktisk talt vasstette. Bevegelsehastigheten av sigevannet står naturligvis i forhold til gjennemtregeligheten og kornstørrelsen. Jo finere korn dess langsommere synker vannet ned.

Dette sigevann samler sig tilslutt på de ugjennemtregelige flater i undergrunnen og danner her som tidligere nevnt *grunnvannet*. Disse flater dannes som regel av stiv leire eller fjell. Tenker vi oss at vi har et kar med sand (fig. 1) og fyller på vann op til den viste grense (V. S.) så vil vannet innstille sig horisontalt på dette vassmål gjennom hele massen. Borer vi et hull ved A vil der vise sig fritt vann på denne høide, og dette er grunnvannet. Er sanden tilstrekkelig fin optrer imidlertid også hårrørkraften og trekker vannet op i massen i hoiden k over grunnvannet, og i denne høide vil altså sanden bli mettet med vann uten at der dog viser sig fritt vann i borhullet over grunnvannet. Grunnvannets beliggenhet kan altså bestemmes ved boring eller graving o.l. Når der viser sig fritt vann er grunnvassmålet nådd.

Deler vi kassen ved hullete vegger eller nett i rum og fyller disse med masser av forskjellig kornstørrelse (fig. 2) så vil massene bli vassmettet i forskjellig høide alt efter den kapillære stige høide, men grunnvannet ligger overalt i samme høide. I tilfelle av at den kapillære stige høide er større enn dybden til grunnvannet (jfr. rummet med finleire) vil sigevannet altså gå helt op til overflaten. Innholdet av vann i de øvre lag, bortsett fra innflytelsen av overvann og sigevann, blir da avhengig av forholdet mellem fordunsting og tilførsel av sigevann, altså mellem *fordunstingshastighet* og *kapillær stige hastighet*.

Fordunstingen tiltar med økende temperatur og innhold av vann og avtagende kornstørrelse, mens den kapillære stige hastighet minsker med kornstørrelsen. Da fordunstingen også gjør sig gjeldende inne i massene vil der altså overalt ved finere masser være en bevegelse av vann op mot overflaten, sålenge denne ikke opheves av forekommende sigevann eller fordunstingen er helt avbrutt. Denne bevegelse vil være størst i varme sommere, hvor nedbørmengden er liten, hvorav følger at grunnvannet under slike forhold synker. Grunnvassmålet er derfor lavest utover eftersommeren og i tørre år, og kan få en helling utover fra den kilde som mater grunnvannet, selv om det ellers er horisontalt.

En medvirkende årsak hertil kan også være at grunnvannet renner av uten å bli i tilstrekkelig grad fornyet. Fig. 3. Som det vil forståes av figuren vil grunnvassmålet i det i figuren angitte tilfelle bestandig få en helling, således at det synker jo lengere man kommer bort fra den åpne kilde, og hvis vassmålet i denne går ned ved at vannet renner av, vil grunnvassmålet også synke. Denne virkning kan økes ved fordunstingen. Da man om vinteren har liten tilgang på sigevann og grunnvannets helling i almindelighet følger terrenghellingen vil det annet lavmål i grunnvassmålet som regel være å finne om våren før snesmeltningen og teleløsingen, idet vassstanden i elver og sjøer da er minst og grunnvannet i stor utstrekning er rent av. Forskjellen i høieste og laveste grunnvassmål kan bli betydelig.

Grunnvassmålet følger som regel i en viss avstand tilnærmet jordoverflaten, men ligger høiere i forhold til denne i senkninger enn i hoidedrag. Dette kommer derav at ved senkninger og dalstrøk er en del av de oprindelige masser fjernet — som regel av overvann eller ved likevektsforstyrrelser. Lengst ned mot grunnvassmålet vil man derfor komme i skjæring, i almindelighet hvor disse har sin største høide, og derfor er man her også mest utsatt for telehivinger.

Undertiden kan grunnvannet samle sig i årer. Det vil fortrinnsvis forekomme i fjell, hvor man har sprekker. Men også i jord vil man ofte støte på vassårer, som er fremkommet derved at jordarten inneholder sprekker (leire) eller at vannet har vasket bort de finere bestanddeler således at det har dannet sig en kanal i det grovere materiale. Har man hellende terreng står vannet i disse årer vanlig under trykk og i senkningene kan de bryte op og danne *iler*. Vannet vil da her under forutsetning av at der ikke er avløp stige så høit at trykket i åren ved utløpet svarer til ilens trykk høide over utløpet. Det tilsvarende vil naturligvis bli tilfelle om man graver ned eller borer ned til en åre som står under trykk. (Jfr. artesiske brønner.)

I sand som besitter kapillaritet vil grunnvassmålet ikke betegne nogen grense med hensyn til fuktighetsgraden i materialet, idet massen også høiere er mettet med vann. Anderledes stiller dette sig ved leire, da den inneholder sprekker ned til den såkalte *såpe-*

leirehorisont (blåhorisont), som faller sammen med laveste grense av grunnvannet. Disse sprekker er fylt med vann op til grunnvassmålet, men ikke over, forsåvidt en del av dem ikke er så fine at de virker kapillært. I alle tilfelle forandrer derfor her fuktighetsgraden sig ved grunnvassmålet slik at den er mindre over dette.

§ 4. Jordartenes kapillaritet. Stigehøide og stige-hastighet.

Hårrørkraftens optreden er betinget av to faktorer:

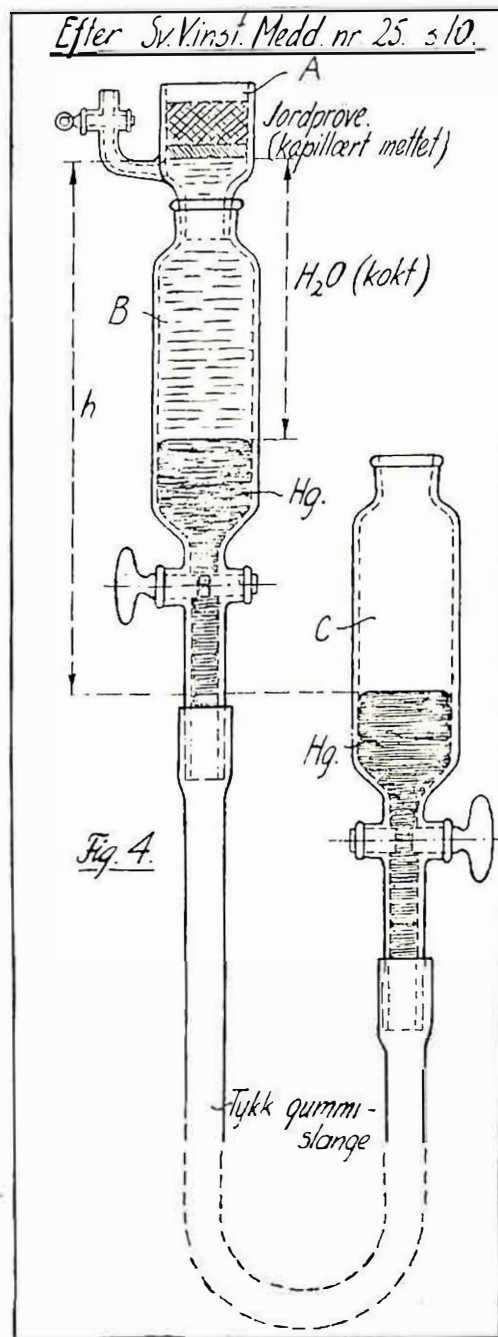
1. At man har et tilstrekkelig fint rønnett. For jordartenes vedkommende vil dette si, at kornstørrelsen må være så liten at porekanalene blir tilstrekkelig fine.

2. At vedkommende veske kan helt fukte materialet. Er dette tilfelle blir hårrørkraftens størrelse den samme uansett hvilken veske eller hvilket materiale man har, når bare porekanalenes størrelse (vidde) er den samme. Man vil altså kunne opheve hårrørkraften i f. eks. jord om man kunde tenke sig at jordarten fikk en tilsetning så den ikke kunde fuktes av vann. Slike tilsetninger vilde være fett, harpiks eller lignende.

Som bekjent formår hårrørkraften fra en vassflate å løfte vann op i en viss høide i en jordart, når der er berøring mellem jord og vann og således at jo finere jordart dess større blir denne såkalte *kapillære stigehøide*. Hårrørkraften er derfor en *hydrostatisk kraft* (eller trykk), hvis størrelse er bestemt ved stigehøiden d. v. s. ved høiden av den vass-søile som den greier å holde fast eller — om man vil — løfte op i jordarten.

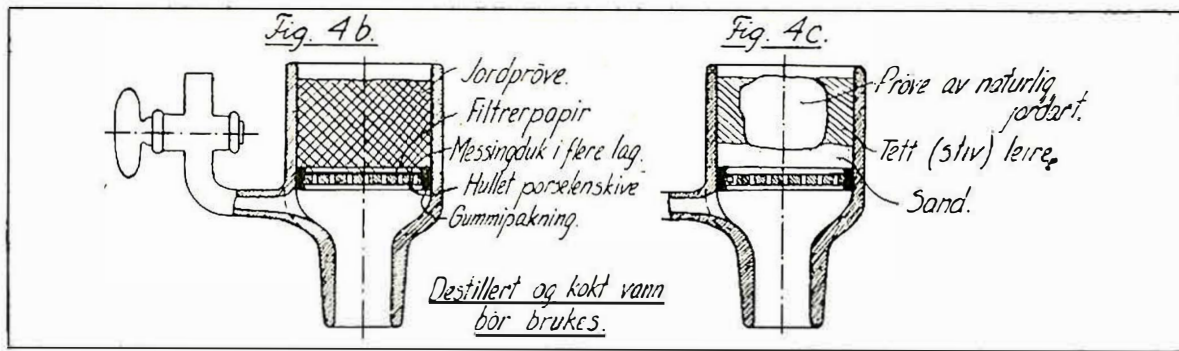
På grunnlag herav har man da også bestemt stigehøiden ved direkte måling, men den har måttet være mindre enn 2 m. Den største stigehøide som man *med sikkerhet* har kunnet endelig måle på denn måte er 1 m., hvilket svarer til en ensartet kornstørrelse av 0,06 mm. (finsand). Stigetiden gikk her op til 72 døgn. Ved finere materiale tar det så lang tid før den største stigehøide er opnådd, at stigehøiden ikke kan bestemmes på denne vei.

Imidlertid har dr. Beskow konstruert et apparat hvormed man på meget kort tid kan undersøke stigehøiden i en jordart også ved de finere kornstørrelser. Fig. 4. Jordprøven som er kapillært mettet med vann anbringes i en metallbeholder A som er 2,5 cm. i diameter og 2—3 cm. høi. Beholderen, som avsluttes av en messingduk kan dekkes i bunnen av et sandlag og oppå dette enten filterpapir eller meget fin messingduk i ett eller flere lag, hvorpå jordprøven hviler. Beholderen tettes mot røret ved en gummiring. Prøven kan også utføres uten sandlag som vist i fig. 4 b. Ved prøvning av naturlig jordart innretter man sig som vist i fig. 4 c. Beholderen B er fylt med vann helt op til prøvens underkant og ned til en viss dybde, hvorefter kommer kvikksølv. Beholderen C er også fylt med kvikksølv og de to



beholdere er forbundet med en tykk gummislange. Tenker man sig at beholderne først holdes i en sådan innbyrdes høide at der ikke er nogen trykkehøide-differans og man derefter sakte senker C så vil det kapillære vann i jordprøven etterhvert trykkes nedover på grunn av trykkforskjellen. I det øieblikk trykkforskjellen blir så stor at den overskrider hårrørkraftens hydrostatiske trykk vil luften bryte gjennom jordprøven og vannet vil senke sig under prøvens bunn. Herav bestemmes den kapillære stigehøide. Jfr. forøvrig Svenska Väginstitutets meddelande nr. 25.

Ved hjelp av dette apparat har dr. Beskow utledet følgende lover:



1. For en *enssortert jordart* (konstant kornstørrelse) er den kapillære stighøide omvendt proporsjonal med kornstørrelsen. Kalles denne *d* (korndiameteren) er altså:

$$h = c \frac{1}{d}$$

Koeffisienten *c* er for kuleformet materiale (hagl) = 0,053 for jordmateriale = 0,060. Når korndiameteren innføres i mm. fås stighøiden i meter.

Denne regel er eksperimentelt fastslått op til en stighøide av 70 meter. Ved ennu finere materiale gjør imidlertid absorpsjonsvannet sig gjeldende, idet det merkbart øker korndiameteren og således til en viss grad nedsetter stighøiden.

Grafisk fremstillet vil altså diagrammet for stighøiden innen oven nevnte grenser danne en rett linje (stighøiden ordinat, $\frac{1}{d}$ abscisse).

2. For naturlige jordarter kan man finne et sammenligningsgrunnlag ved å bestemme det såkalte *kornstørrelsetyngdepunkt* eller om man vil middelstørrelsen. Kaller man dette verdi *T* er

$$T = \frac{p_1 \cdot \log d_1 + p_2 \cdot \log d_2 + p_3 \cdot \log d_3 + \dots}{100}$$

hvor *p*₁, *p*₂, *p*₃ o. s. v. er prosenttallet av de enkelte kornstørrelser og log *d* er logaritmen av kornstørrelsens diameter. For en *enssortert jordart* er tilsvarende:

$$T_e = \log d \left(\frac{100 \cdot \log d}{100} \right)$$

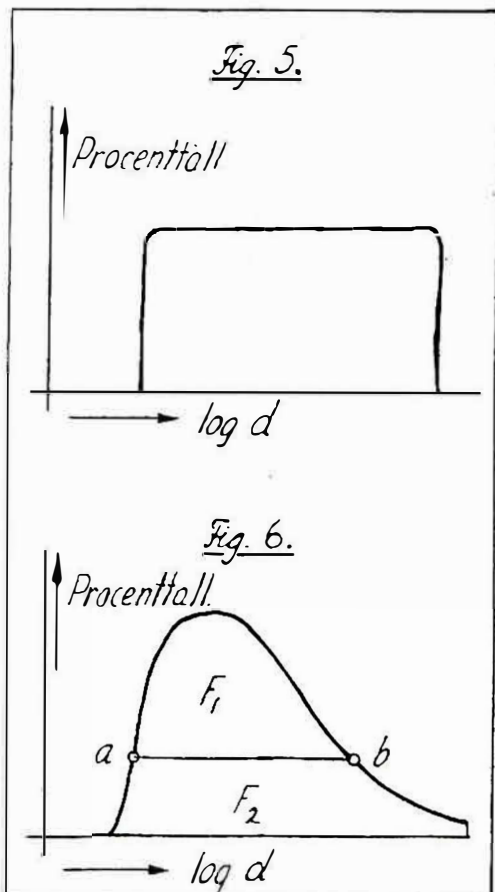
For en naturlig jordart ligger kurven for stighøiden (når den konstrueres med *T* og *T_e* som abscisser) *over* kurven for *enssortert masse* og dess mer jo mer *usortert jordarten* er. Den mest *usorterte jord* er *morenejord*.

3. For en *kontinuerlig blanding* med sterkt avvikende grenseverdier av kornstørrelse gjelder den regel at *stighøiden er middeltallet av ytterfraksjonenes stighøide*. Er altså den groveste del av jordarten ikke kapillær blir *stighøiden halvparten av stighøiden for den fineste del av jordarten*.

Denne regel gjelder for alle jordarter hvor *sorteringskurven* er omtrent rektangulær. Jfr. fig. 5. Er dette ikke tilfelle som ved sterkt *usorterte jordarter*, hvor *sorteringskurven* kan få en form som i fig. 6, kan *ytterfraksjonenes* midlere størrelse bestemmes av *kurvens* middelbredde *a—b*, idet *F₁* må være lik *F₂*. Den ovennevnte regel synes da å gjelde når man tar midlet av stighøiden for fraksjonene ved *a* og *b*.

For *enssorterte jordarter* er stighøiden følgende:

	Kornstørrelse	Stighøide
Grov sand	2 — 0,2 mm.	0,03— 0,3 m.
Finsand	{ 0,2 — 0,06 „	0,3 — 1,0 „
	{ 0,06 — 0,02 „	1,0 — 3,0 „
Grovleire	{ 0,02 — 0,006 „	3,0 — 10,0 „
	{ 0,006 — 0,002 „	10,0 — 30,0 „



Som foran fremhevet er stighøyden ved usorterte (naturlige) jordarter større (gjennomsnittlig ca. 20 %), og dess større jo mer usortert jordarten er. Et stort antall kapillaritetsbestemmelser ved teleskytende jordarter i Sverige har vist at stighøyden her ligger mellom grensene 2—10 m. De verste teleskytende jordarter (æsleirene) har en stighøyde 3—7 m.

Med disse resultater for øie kan man i praksis med letthet identifisere teleskytende masser ved å bestemme stighøyden med Beskows apparat. Dette er så billig og så enkelt i behandling at det synes å måtte kunne få stor praktisk anvendelse.

Ved telehivingen er det nu ikke bare stighøyden som har betydning men også stighastigheten, idet telehivingens størrelse (og massenes oppløsting etter teleløsingen) i høi grad er avhengig av den vassmengde som i tidsenheten kan bli ført op i telelaget og der omdannes til is. Her kommer da massenes permeabilitet (gjennemtregelighet) i betraktning.

Som tidligere nevnt avtar gjennemtregeligheten med kornstørrelsen, og efter anstillede forsøk er den proporsjonal med kornstørrelsen ophøiet til en eksponent som kan settes lik 1,6. Jordartens spesifikke motstand mot vannets bevegelse setter man lik den resiproke verdi av gjennemtregeligheten, altså:

$$m = c_1 \left(\frac{1}{d} \right)^{1,6}$$

hvor d er kornstørrelsen (diameter) og c_1 en koefficient. Den optransporterte vassmengde pr. flateenhet beregnes av følgende uttrykk:

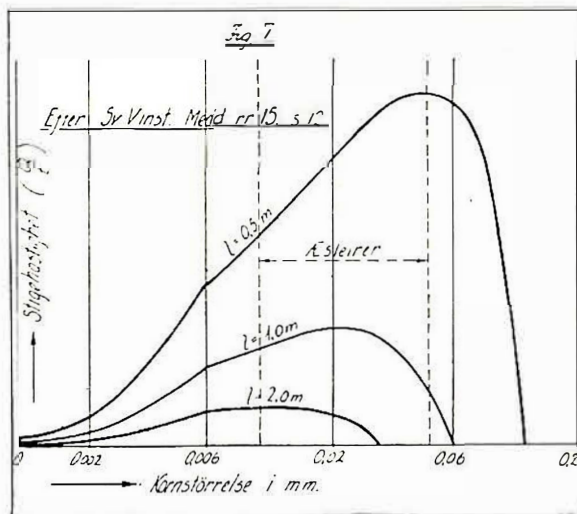
$$Q = c_2 \frac{h-l}{m \cdot l} \cdot t$$

Her betegner h stighøyden, l pillarhøyden d. v. s. avstanden fra vedkommende punkt ned til grunnvassmålet, t tiden, c_2 er en koefficient som varierer mellom 1 og 0 og som er dess mindre jo grovere jordarten er. Følgelig kan vassmengden pr. tidsenhet som også gir uttrykk for stighastigheten til vedkommende punkt bestemmes ved:

$$v = \frac{Q}{t} = c_2 \frac{h-l}{m \cdot l} = c_2 \frac{c \frac{1}{d} - l}{c_1 \left(\frac{1}{d} \right)^{1,6} \cdot l}$$

idet $h = c \frac{1}{d}$. Jfr. foran. Som det vil sees avtar såvel den optransporterte vassmengde som hastigheten med stigende pillarhøyde. Formelens gyldighet er eksperimentelt bekreftet.

I fig. 7 er grafisk fremstillet stighastigheten for tre verdier av $l=0,5, 1$ og 2 m. beregnet av ovenstående uttrykk. Som man ser har alle kurver et utpreget maksimum og dette faller overalt innenfor æsleirenes gruppe. Av den grafiske fremstilling fremgår også at stighastigheten (og dermed den optransporterte vassmengde i en viss tid) avtar meget hurtig med økende pillarhøyde, og dermed også størrelsen av



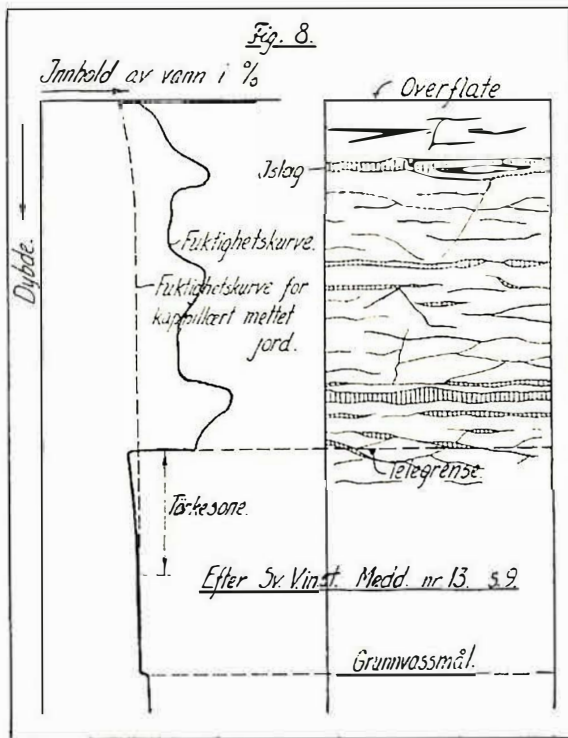
den dannede ismasse i telelaget. Dette forklarer hvorfor en relativt liten senkning av grunnvassmålet ved drenering ofte ophever eller i alle fall minsker telehivingen i høi grad. Omvendt kan en stigning av grunnvannet om vinteren (f. eks. ved linnvær) plutselig skaffe ny telehiving eller sterk øking av den man har da jordtemperaturen forandrer sig meget langsomt og en kortere tøværperiode derfor ikke øver en større innflydelse på temperaturforholdene ved telehorisonten. Denne foreteelse kjenner alle som i vårt land har hatt med vedlikeholdet av skinnegangen ved jernbaner å gjøre, uten at man dog kanskje har hatt årsaken helt på det rene.

§ 5. Telehivingens mekanikk.

Den gamle antagelse at telehivingen hovedsakelig skriver sig fra den utvidelse som fremkalles ved at det i jordarten (så å si statisk) inneholdte vann går over til is har måttet oppgis. En del av telehivingen vil dog komme herav. Tenker man sig en finkornet jordart som er helt mettet av vann, hvor dette altså fullstendig fyller porene, så vil naturligvis frysingen bevirke en utvidelse av massen, og denne går i retning av den minste motstand, d. v. s. mot overflaten. Denne telehiving blir dog aldrig av større dimensjoner da den i og for sig ikke er stor og den delvis kompenseres av massenes krymping i den såkalte tørkesone. Se senere. Efter iakttagelser fra svensk Norrland kan den gå op til 1 a 2 cm. ved en teledybde av 1—1,5 m., når jordarten på forhånd er vassmettet. Hadde man imidlertid ikke større telehivinger vilde telehivingsproblemet ikke ha så stor praktisk betydning, men som tidligere nevnt kan telekulene få en høyde av 15—20 cm. og mere, og da blir man nødt til å søke andre forklaringer på problemet.

Efter dr. Beskows inngående forsøk og undersøkelser skulde man kunne anse følgende som fastslåtte kjensgjerninger:

De forskjellige jordslag fryser når de er mettet med vann på forskjellig måte. Den grovere jord



fryser temmelig jevnt, mens de finere jordslag (kornstørrelse 0,06 mm. og nedover) etter frysingen viser islag av større eller mindre tykkelse og i større eller mindre avstand. Jo finere jord dess tykkere lag og dess større avstand. I virkelig leire får man derfor tykkere islag og større avstand mens man ved æsleirene har stadig finere og tettere lag ved stigende kornstørrelse, tilslutt lag av 0,1 mm. tykkelse i 1 mm. avstand.

Forøvrig er islagenes tykkelse og beliggenhet avhengig av hvordan telen trenger ned. Går den hurtig blir islagene tynne. Står den på noget punkt midlertidig stille får man her et tykkere islag. Undertiden kan man ha flere tykke islag ned mot dypet, som da hver for sig betegner en stilstand under telens nedtrengen. Jfr. fig. 8 og Public Roads vol. 12, 1931.

Disse islag inneholder store mengder av vann hvorav bare en del skriver sig fra den naturlige metting. Tar man en jordprøve og tiner op får man rikelig fritt vann som ikke kan tas op av jorden ved metting. Rører man rundt får man en suppe eller velling. Dette er årsaken til at man ved teleløsingen om våren får den kjente opbløting som gjør veiene ufarbare og som frembringer de såkalte „telesår”. Her er det ofte rystelsene fra trafikken som besorger omrøringen.

Bestemmer man vassinnholdet ved fuktighetsanalyser i forskjellige dyp i en telet og teleskytende jord og tegner op profil og snitt får man en fremstilling som vist i fig. 8. Som man ser er innholdet av vann ned til telegrensen vesentlig større enn det som opnås ved almindelig kapillær metting. Dette *overskudd av vann bringes op i telelaget fra grunnvannet av hårrør-*

kraften. Profilet viser imidlertid også et annet karakteristisk forhold. Ved telegrensen synker fuktighetsgraden plutselig slik, at den et stykke nedover er mindre enn den naturlige kapillære mettingsgrad. Man har derfor her en såkalt *tørkesone*, som synes å spille en avgjørende rolle ved den hele telehivingsprocess således som i det følgende vil bli forklart.

Tenker man sig forholdet i en teleskytende masse ved innledningen av frysingen må man anta at der her finnes fine sprekker i den ufrosne jord, således som tidligere påpekt for finkornede jordslag. Isdannelsen begynner nu i disse fine sprekker og den foregår erfaringsmessig ved en temperatur som ligger noget under 0°, efter forsøk inntil 0,5° under 0°. Iskrystallene står loddrett på sprekkens vegger og deres plane endeflater støter mot den noget mere ujevne sprekkevegg, som er overtrukket med en hinde av absorpsjonsvann. Man får altså her uendelig små tomrum og da der består en trykkforskjell i vassdamp mellem is og vann allerede ved 0°, som stiger ved avtagende temperatur, innledes en diffusjon av vassdamp gjennom vasshinden fra jordveggen som kondenseres og fryser på isveggen. Herved vil altså islaget stadig vokse i tykkelse sålenge som telegrensen står stille og temperaturen er tilstrekkelig lav. Til den ved diffusjonen uttørkede jordvegg skjer en tilstrømning av vann fra nærmestliggende jordlag som derved uttørkes, dog i noget mindre grad, og dette fortsetter på tilsvarende måte nedover således at tørkesonen får en viss tykkelse. På denne måte kommer altså hårrørkraften i sving, og når i det hele tatt en tørkesone kan opstå er det *fordi den kapillære stige-hastighet er vesentlig mindre enn diffusjonshastigheten.* I virkeligheten blir det altså hårrørkraften som besorger foringen av vannet, men den settes i virksomhet av diffusjonen. Ved uttørkingen minskes den tidligere påpekte trykkforskjell i vassdamp og dermed også diffusjonshastigheten, og uttørkingen fortsetter derfor inntil den grense da diffusjonshastighet og stige-hastighet er blitt like og likevekt er inntrådt.

Sammenholder man den her skisserte process med hvad foran er anført om kapillær stige-høide og stige-hastighet kan man nu danne sig et godt bilde av de avgjørende forhold ved telehivingen. Det vil bl. a. fremgå at en hastig teling d. v. s. en hurtig nedtrengen av telen ovenfra vil minke tykkelsen av de dannede islag da der blir mindre tid til transport av vann op til telelaget på hvert punkt. Den i telelaget ophopede vassmengde blir derfor mindre i de øvre lag og opbløtingen av massene i teleløsingen minskes i overoverflaten. Samtidig skulde optiningen på grunn av de mindre ismasser skje hurtigere i den øvre del av profilet. Efter dette skulde altså en snerydding om vinteren som holder liten snedybde på veien være gunstig, når man samtidig sørger for at ikke overflatevann besorger opbløtingen d. v. s. sørger for en hurtig avledning av smeltevannet og nedbørsvannet

om våren. På den annen side må man erindre at en hurtig teling skaffer en større teledybde hvorved avstanden til grunnvassmålet blir mindre, så at isdannelsen på dypet kan bli vesentlig større og således bevirke en totalt større telehiving. Således er det en almindelig erfaring at barfrostperioder om høsten skaffer større telehiving. Dette forhold vil være av

størst betydning for jernbanene, omenn nok også her det først nevnte forhold under visse omstendigheter kan være av interesse likeoverfor dannelsen av vasssekker i formasjonsplanet. Dessuten vil naturligvis en større teledybde under ellers like forhold forlenge teleløsningstiden alt i alt.

(Fortsettes).

ERFARINGSRESULTATER OG ANDRE VEITEKNISKE TANKER

Av ingeniør Holger *Brudal*.

1. *Undersøkelse av planeringsmassene.*

Betydningen av at en vei er drenert er vel innsett av en hvilken som helst vei-bygger, men jeg har inntrykk av at ikke alle nærer særlig tillit til en drenert veibane, hvis ikke veidekket hviler på et stenlag av større eller mindre tykkelse.

I „Meddelelser fra Veidirektøren” 1926, side 161 og 1927 side 32 er inntatt et par artikler hvori jeg forsøkte å påpeke at man kunde greie sig langt med en drenert grusvei uten stenlag selv i teleløsningen, når man passer på å fjerne sneen fra veibanen. Da jeg imidlertid den gang ikke baserte mine uttalelser på resultater fra Norge, vil jeg i nærværende artikkel tillate mig å forsøke dette.

Professor ved Ohio universitet, Frank H. Eno fremla i 1927 en redegjørelse om „fremgang i undersøkelser av planeringsjordarter” hvor forfatteren blandt annet omhandler betydningen av størst mulig avstand fra veibanen til grunnvannstands-nivået, fremsetter teorien om grunnvannets forhold under telens nedtrengen og forøvrig henviser til en rekke forskere som har syslet med undersøkelser av planeringsjordarterne og omhandlet de forskjellige klassifikasjonsmetoder som var bragt på bane og delvis benyttet i de forskjellige land. Å komme til enighet i dette spørsmål synes dog å ta tid. I Norge er der heller ikke såvidt jeg vet blitt opstilt og vedtatt en endelig betegnelse og gradering for de forskjellige jordarter, da denne jo såvidt mulig bør få en internasjonal norm til lettelse under arbeidet og under lesning av utenlandsk litteratur.

Imidlertid avgjøres mange viktige planleggelser uten ønskelig kjennskap til hvad de forskjellige jordarter kan prestere i retning av å yde en god og brukbar veibane for den trafikk som ennå er den overveiende i de aller største deler av landet. Den progressive vei-bygning synes dessverre og merkelig nok ikke å ha vunnet den forståelse som den i praktisk anvendelse burde vært møtt med. Jeg mener ikke hermed at man til fordel for raskere utvidelse av landets veinett skal forsømme anbringelse av permanente veidekker hvor trafikken størrelse med avgjort vekt tilsier det, men jeg tenker her på de veier som helt fra sin fødsel av forsynes med et unødvendig solid utstyr.

Resultatet må nødvendigvis bli at enkelte bygder blir liggende uten vei i årtier, mens andre får veier med et utstyr som ikke engang er nødvendig for

å sette dem i stand til å ta en trafikk, som er større enn den de i overskuelig fremtid vil få.

Man har i Østfold en rekke grusveier som er uten stenlag og som ved trafikktelling i 1931 hadde en daglig trafikk på op til ca. 280 hester og 400 biler i teleløsningstiden og ca. 200 hester og 1000 biler i den tørre årstid. En del av disse veier har tidligere vært bunnløse i teleløsningen og det har vært tanken å forsyne dem med stenlag, men så blev man for et par år siden enig om først å prøve bare med drenering og resultatet har vært over forventning godt. Den betydelige trafikk er blitt formidlet uten vanskeligheter i hele teleløsningstiden. Der blev benyttet 4" og 6" drenerør alt efter lengden, og rørene blev lagt 1,50—1,25 m under veibanen. Ennskjønt en større dybde enn 1,25 m var ønskelig var den på grunn av vanskelige avløpsforhold ikke alltid gjennomførbar.

Når man derfor ved hjelp av drenering kan få en gammel vei uten stenlag forbedret fra bunnløs søle til en utmerket vei selv under forholdsvis sterk trafikk, hvorfor skal da en ny vei som delvis går gjennom øde trakter straks fra bygningen av i sin helhet forsynes med stenlag når trafikken for lengere tid må ventes å bli ganske minimal. Og selv om trafikken også til å begynne med skulde vise sig betydelig, vilde det selv i det tilfelle ikke være bedre at denne trafikk til å begynne med fikk en mindre god vei, som i løpet av et par års tid nok vilde bli god, enn at trafikken skal vente i 10—20 år for å få en vei som er bare litt bedre? Man kunde det første år sette op et skilt med påskrift f. eks. „Nybygget vei, mindre god i regnvær”. Et års trafikk sammen med intens høvling og passe grusning vilde gjøre underverker. Skal man legge stenlag er det ikke nok med at selve stenen og dens anbringelse koster meget, men der går med en mengde grus. Riktignok kan der benyttes sand for metning av stenlaget, men det samme kan sies om veier uten stenlag, idet man til å begynne med kan elte sand inn i planeringsmassen. Veien uten stenlag vil dessuten i den tørre årstid, altså i den tid trafikken er størst, i de første år fremover som oftest være jevnere enn stenlagsveien.

Dreneringen kan utføres ganske enkel og naturligvis uten stenfylte grøfter, hvis ikke andre forhold tilsier disse, alt med henblikk på å kunne bygge så hurtig som mulig. Kanskje er veibanen endog drenert fra naturens side.

Disse spørsmål er viktige spørsmål som man må ha full klarhet over når veiens omkostningsoverslag skal settes op. Jeg tillater mig derfor i nærværende artikkel å foreslå at der igangsettes et inngående studium av jordarter fra gamle veier som man vet hvordan arter sig under de forskjellige årstider.

En av de viktigste sider ved studiet av drenering og telens virkninger er å skaffe sig mest mulig kunnskaper om hvordan jordartene virker og det kan skje ved at alle fylker sender inn til Veidirektøren prøver således:

1. Prøver av jordarter i gamle grusveier som aldri har vist telesårdannelse. Hvis lagene er varierende sendes prøver av alle lag.

2. Prøver av jordarter i veier som tidligere har vist telesårdannelse, men som ved riktig utført drenering har vist sig å bli gode veibaner.

3. Prøver av jordarter fra veier som tross riktig utført drenering har vist sig hjulspordannende og sølete i regnvær og teleløsning. Ved å sammenligne disse med de under punkt 1 og 2 nevnte vil man antagelig i mange tilfeller erfare at dette nærmest er jordveier som man ved en riktig utført grusning vil kunne forsyne med en god veibane.

Når man sender inn prøver beholder man selv en kopi, mens der sendes inn en så stor mengde at der av denne kan bli nok til å sende alle de andre fylker en kopi.

Hensikten er at alle de innsendte prøver hos Veidirektøren skal bli analysert og få sin standardbetegnelse som meddeles samtlige fylker, idet samtidig opplyses om hvordan jordartene har „opført” sig hele året rundt. Der bør samtidig så nøie som mulig meddeles nedbørsmengden til de forskjellige tider av året og selvsagt trafikkens omtrentlige størrelse. På denne måte vil man litt etter hvert få et inngående kjennskap til alle de jordarter man arbeider med.

Når en ny vei skal bygges må det være et ufravikelig krav at der under stikning og nivellement tas et tilstrekkelig antall jordprøver så man har drenerings-spørsmålet helt på det rene. For undersøkelse av grunnvannstandens bevegelse må en ikke bruke for små rør.

Ved de siste grunnvannstandsundersøkelser har undertegnede benyttet 4" gamle kjelerør av ca. 2 m lengde, så disse står helt telefritt. For å være gardert mot at jorden omkring røret under frysningen løfter dette er der omkring røret fylt singel og likeledes under røret så dette ikke så lett tettes. For at vannet i røret ikke skal fryse er det enn videre blitt godt tildekket.

I forbindelse hermed finner jeg det av interesse å nevne at man, om det på steder hvor der er utført drenering skulde vise sig enkelte helt lokale telesår, ikke straks må fordømme dreneringen, da man kan stå overfor spesielle årer, hvad jeg fikk et slående bevis for under grunnvannstandsundersøkelser siste vinter. I et av de 4" rør stod vannet, altså det antatte „grunnvann” adskillig høiere enn bakken omkring røret.

Det var under inntredende mildvær i januar og det lå naturligvis nær å gjette på at overvann hadde seget ned langs røret eller at noen simpelthen hadde heldt vann ned i dette. Intet av dette var tilfelle. For å bringe klarhet i spørsmålet blev der satt ned et nytt rør ca. 3 m fra det nevnte. Det har vist sig at „grunnvannstanden” i det første rør har ligget ca. 130—140 cm høiere enn i det annet rør, *gjennem lengere tid* også i tørrvær og frost. Når man står overfor den slags årer må disse selvsagt ledes ut i drengroften.

Den store mengde humper og svanker som er så generende i vårhalvåret kunde også elimineres ved større kjennskap til planeringsjordartene. Likeledes de „lave” stikkrenner. Det har hendt at man har forsøkt å gjøre veivesenet ansvarlig for knekkede bilaksler grunnet svankene over stikkrennene når telen har hevet veidekket på begge sider av disse.

Den hurtiggående biltrafikk har medført at man også av denne grunn må ofre mere tid og arbeide på studiet av planeringsmassenes rette bruk.

2. Sekundær bekjempelse av telesårdannelsen.

Til bekjempelse av telegrop, åpning av gjenfrosne stikkrenner, optining av frosne støpemasser e. l. blev der ifjor besluttet innkjøpt en dampkjele.

Der blev først gjennom avtissement undersøkt en rekke brukte dampkjeler, men ingen fantes hensiktsmessig. Da enn videre de disponible midler var knappe blev innkjøpet utsatt til iår.

Efter innhentet anbud bestiltes kjelen hos Glommens mek. Verksted, Fredrikstad.

Den har et ruminnhold av ca. 200 liter og har sertifikat for et arbeidstrykk av 7 kg pr. cm² = 100 pund pr. kvadrattomme. Heteflaten er 2,5 m². For fyring kan benyttes såvel ved som kull.

Pris for dampkjel med utstyr var tilsammen kr. 1300,00, hvorav for selve dampkjelen kr. 1000,00.

Da kjelen skal transporteres omkring fra sted til sted blev den delvis utstyrt med støpejernsforinger til beskyttelse av den ildfaste sten i skorstenschelvet.

Fig. 1 viser dampkjelen med utstyr slik som den er monterert på en tilhenger under bruken. Det er av betydning at kjelen er lav bl. a. på grunn av den

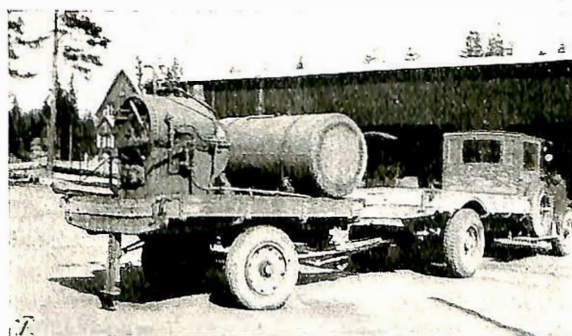


Fig. 1. Dampkjel til bekjempelse av telegrop, åpning av frosne stikkrenner m. v.

ringe fri høide under mange jernbaneunderganger. På tilhengeren er også anbragt en vannbeholder hvorfra kjelen mates ved hjelp av en injektor. Dessuten er der en håndfødepumpe. Brensel etc. fraktes på selve bilen. Dampen ledes gjennom et 1" rør av flere deler så den passende lengde fåes. I enden av røret blev skrudd på en hette med mindre tverrsnittåpning. Røret er derved blitt så tilspisset at det kan bankes ned gjennom veidekket når man ikke treffer på stenen.

Da våren var så langt fremadskredet at der ikke var noget nevneverdig nattefrost lenger, begynte dampkjelens arbeide idet man tinte huller gjennom telen på steder hvor man erfaringsmessig praktisk talt hadde årvisse televanskeligheter. På riksvei nr. 3 i Degernes blev der således i første halvdel av april efter veivokterens anvisning innen en veilengde av 4 km boret ca. 300 huller. Da hullene blev boret hadde telen gått ut i en dybde av ca. 25 cm. Hvis man ikke påtraff sten blev røret drevet gjennom det resterende telelag på mindre enn $\frac{3}{4}$ minutt, kanskje bare $\frac{1}{2}$ minutt når jorden var ren og damptrykket 6—7 kg. Det resterende telelag var da ca. 40—50 cm tykt. Det største antall huller som blev boret på en dag var 113. Antall huller som kan bores vil dog være avhengig av øvelse, veibanens beskaffenhet, avstand mellom hvert sted som skal behandles, o. s. v.

Under befaring den 19. april erfarte jeg under konferanse med veivokteren at der ikke hadde vært televanskeligheter ved noen av de borede 300 huller. Smeltevannet var foruten å renne gjennom hullene ned i den uttørrede undergrunn også blitt presset op gjennom hullene og sivet utover veibanen hvorved det hurtig fordampet i det tørre vårvær. Hvis det var forblitt innestengt i jorden vilde det ha holdt denne bløt i ukevis.

Den 19. april var veibanen ved de fleste huller helt fast og tørr. Ved noen av dem var den ennu fuktig men dog fast. Kun ved et par av hullene var veibanen svampet, dog bare ubetydelig og der tørt litt gjørme op.

Nu må det medgis at våren i år var mere enn almindelig gunstig med hensyn til teleløsningsvanskeligheter og således, ugunstig sett fra et forsøksstandpunkt men samtidig kan også anføres at der på et par steder,

innen de nevnte 4 km i Degernes, hvor der ikke tidligere hadde vist sig telesår i år var bløtt. På et sted hvor veivokteren hadde glemt å la bore huller var der også telesår med våt og svampet veibane. De borede huller virket på et par steder avtørrende bare ca. 3 m til siden. Denne lengde vil jo avhenge av og variere med planeringsmassenes beskaffenhet.

Dampkjelen blev brukt på mange steder spredt over store deler av fylket og man har inntrykk av at resultatet over alt var godt.

Som nevnt blev kjelen også benyttet for optining av gjenfrosne stikkrenner. Til tross for at disses inn- og utløp blir godt tildekket senhøstes, er det ikke til å undgå at enkelte fryser allikevel når forholdene er ugunstige. De få stikkrenner som siste vår var tette på grunn av frost blev åpnet på et par minutter, men så var også bare endel av rennen full av is.

Analog dampkjelens bruk for bekjempelse av telegrøp blev også benyttet klorkalsium. Av tidligere artikler i „Meddelelsene” synes det å fremgå at saltet er benyttet på den måte at det er spredt utover veibanen.

I Østfold gikk vi ivår frem på den måte at vi spettet et hull ned til telen og fylte dette med en halv skuffe klorkalsium hvorpå blev godt tildekket med stener og grus, så der ingen farlige huller blev for hester eller annen trafikk.

Ved at saltet tinte vei gjennom telelaget skulde virkningen bli analog med dampkjelens, dog med den forskjell at der under like forhold vil medgå lenger tid. Ved selvsyn og konferanse med veivokterne mener jeg å ha erfart at fremgangsmåten i hvert fall i enkelte tilfeller har gitt gunstig resultat. På et av stedene har der efter veivokterens utsagn *alltid* vært slemme telegrøp, men i år var det fint. På samme tid som dette *kan* skyldes en gunstig vinter og vår vil jeg dog samtidig bemerke at der i år har opstått slemme telebrudd hvor der *aldri* før er observert dette, således på et sted hvor veien har et velvalst stenlag på 25 cm tykkelse, ca. 5—7 cm pukkdekke med grus og drengroft efter „gammeldags” mønster på hver side av veien og bare i ca. 1,0 m dybde.

Forsøkene såvel med dampkjel som med klorkalsium aktes selvsagt fortsatt neste år. (Forts.).

EMULSJONSDEKKE VED LILLEHAMMER NORDRE BYGRENSE

Av avdelingsingeniør J. Groseth.

Veien er bygget i 1850—1860-årene med ca. 25 cm stenlag som imidlertid nu er dekket med et 20—30 cm lag av grus og delvis grov (håndslått) pukk. I de senere 8—10 år er veidekket utelukkende vedlikeholdt med grus. Hestetrafikken har imidlertid vært forholdsvis stor her, og der er ennu ikke lite av den, således at grusen er blitt sterkt slitt efterhvert. De siste 3 somre er strekningen behandlet med klorkalsium eller klormagnesium,

men søledannelsen om høsten og ellers efter sterkere regnvær har vært meget generende.

Veistrekningen blev behandlet efter det prinsipp som er omhandlet i den i «Meddelelser fra Veidirektøren» nr. 5—1931 inutatte artikkel om «Bituminøse veidekker», næst siste avsnitt, altså med en forhåndsbehandling av det gamle veidekke og i tilslutning hertil en overflatebehandling. Der blev utelukkende anvendt «Norbit»-emulsjon til det hele



Nr. 1 og 2. Første behandling av veibanen med opletning av massen i ranke.
 Nr. 3. Annen behandling med spredning av ranken over igjen. Nr. 4. Valsning av pukklaget.

arbeide, til forhåndsbehandlingen av det gamle veidekke en særlig tilpasset, langsomt koagulerende emulsjon. Fremgangsmåten var følgende, etterat det gamle veidekke et par uker på forhånd var jevnet og grøttene fylt igjen m. v.:

Den halve veibane blev avstengt og revet op i et par cm dybde. Den løse masse efter oprivningen blev påført emulsjon med ca. 2 kg pr. m² opplandet med inntil 3/4 vann. Med høvlen blev massen umiddelbart efter lagt op i ranke efter midten av veien, nye ca. 2 kg emulsjon, også nu blandet med vann, påført den samme halvdel av veibanen, hvorefter ranken ved hjelp av høvlen blev ført tilbake igjen og fordelt. Derefter blev påført 15—30 mm pukk i så stor mengde at det emulsjonsbehandlede gamle veidekke ved valsningen trengte op gjennom pukklaget og blev stående i passende dybde under dettes overflate for den senere overflatebehandling som blev utført på samme måte som ved vanlige groutingdekker.

På fotografiene nr. 1 og 2 sees den første behandling av veibanen med opletning av massen i ranke, på nr. 3 annen behandling med spredning av ranken over igjen og endelig på nr. 4 valsning av pukklaget.

Med hensyn til stofforbruk, omkostninger m. v. tillater jeg mig å henvise til nedenstående:

Oversikt over omkostninger, materialforbruk m. v.

Behandlet strekning: Riksveien Lillehammer—
 Sell gr. km 7245 og km 7700 = 455 m à 5.5 m
 bredde = ca. 2500 m².

Årlig trafikk ved Fåberg, ca. 7 km nordenfor
 bygrensen efter trafikkteiling 1929—30:

Hestekjøretøier 10 150 stk. motsvarende 7 200 tonn
 Motorkjøretøier 96 900 » —» 165 700 tonn

Tilsammen 107 050 stk. motsvarende 172 900 tonn

Materialer m. v.	Medgått		Enhetspris kr.	Omkostninger kr.	
	Ialt	pr. m ²		Ialt	pr. m ²
Norbit A 150, 52 fat	10 400 kg.	4,2 kg.	0,14	1 456,00	0,58
„ B 150, 30 fat	6 000 „	2,4 „	0,15	900,00	0,36
Pukk	108 m ³	43 l.	7,00	756,30	0,30
Singel	41 m ³	16 l.	6,00	246,00	0,10
Kjøring	—	—	—	710,00	0,29
Valse	—	—	—	150,00	0,06
Rivning, høvling	—	—	—	355,00	0,14
Arbeide	740 t.	0,30 t.	0,70	518,00	0,21
Opsyn, diverse	—	—	—	275,00	0,11
			Tilsammen	5 366,00	2,15

Dekket blev ferdig de første dager av august 1931 og ser meget bra ut. Overflaten er den for emulsjonsdekker typiske med meget stenmateriale og lite bindstoff i overflaten, og således ikke glatt. Dette forhold må sies å være av vesentlig betydning, særlig hvor der er forholdsvis meget hestetraffikk.

Hvad utførelsen angår, består vanskeligheten i å få det gamle veidekke passe fuktig, således at det ved valsningen trenger passelig op i pukklaget. Dette kan reguleres både med vanning før den første emulsjonsbehandling og med vanntilsetningen til emulsjonen. Med litt øvelse viste det sig imidlertid å gå bra, omenn kanskje frykten for for våt blanding av og til var noget overdreven.

Det kan kanskje reises tvil om hvorvidt den her foretatte behandling av det gamle veidekke svarer til sin hensikt, nemlig å konsolidere dette og gjøre det egnet til å binde til pukklaget ovenpå. Forholdene i så måte var i dette tilfelle meget ugunstige, idet det gamle veidekke for den aller største del bestod av støvfine partikler uten nevneverdig grøvre korn eller sten. Ikke desto mindre viste prøver av det ferdige dekke før overflatebehandlingen at det var ca. 4 cm tykt, og bestod utelukkende av masser fra det gamle veidekke i bunnen, ren pukk i toppen og mellom disse ytterligheter en gradvis overgang i sammensetningen. Dette 4 cm tykke dekke flaknet av fra undergrunnen når det blev hakket op, men viste ingen tilbøieligheter til indre svakheter.

Hvad prisen angår vil jeg få nevne at der i 1930 blev lagt et 5 cm tykt «grouting»-Norbitdekke på riksveien ved søndre bygrense. Dette dekke kostet kr. 2,92 pr. m², mens det dekke som er beskrevet foran altså koster kr. 2,15 pr. m². Enhetsprisene

og forholdene forøvrig skulde være såvidt mulig ensartet for begge dekker, således at omkostningene skulde kunne sammenlignes direkte. Det i år utførte dekke er altså ca. 25 % billigere enn et «grouting»-dekke, men under gunstigere forhold vil det jo kunne utføres ennu billigere.

Dekket har i vinter for en stor del ligget snøbart, særlig fra høsten av ifjor og utover våren i år. På kantene har det imidlertid ligget is og snø som har demmet op for vannet på denne praktisk talt horisontale strekning. Dekket har derfor vært utsatt for en meget hård påkjenning både fra bilenes snøkjettinger og fra skarpskoddete hesteben. Det må imidlertid sies å ha klart denne påkjenning bra. Riktignok er der nu mange sår i dekket, men selv om der regnes med at overflatebehandlingen i år, som der allikevel var regnet med måtte foretaes, vil fordyres med 10 å 20 % på grunn av reparasjon av sårene, vil jo prisforskjellen mellom dette dekke og et vanlig «grouting»-dekke ikke forandres nevneverdig.

Sårenes form og utseende synes å tyde på at dekket har festet sig godt til underlaget. Det ser nærmest ut til at årsaken til sår dannelse er at det på enkelte strekninger er blitt for magert ved utførelsen og vel først og fremst ved overflatebehandlingen. Det var jo også lignende foreteelser ved Norbit-dekket søndenfor byen den første vår. Det er mulig at den magre utførelse kan tilskrives uheldige værforhold. De fleste huller er ialfall opstått på de strekninger som blev lagt under de ugunstigste værforhold. Teleløsningen har aldri vært generende på denne strekning, og det kunde heller ikke i år merkes nogen ulemper som kunde tilskrives telen. Dekket har i det hele holdt de forventninger som er stillet til det.

BITUMINØS BEHANDLING AV VEIKURVER

Av overingeniør A. Dahle.

Efter Veidirektørens anmodning meddeles følgende opplysninger vedkommende de sommeren 1931 utførte forsøk på Ulefossveien ved Bruset bro.

I. *Colasfeltet* på Bruset bro og i begge tilsvinger til broen. Der anvendtes dobbelt overflatebehandling med colas og singel 20—10 mm. Feltets lengde 50 m, bredde gjennomsnitt 4,3 m = 215 m². Der blev anvendt 5 fat colas — ca. 1000 kg = 65 kg/m².

Omkostningene stiller sig således:

Arbeidslønn 116 timer, folk, 10 hest, 26 bil	kr. 164,50
Medgått singel 20—10 mm — ca. 20 l.m	
m ² = 4,3 m ² à 9,50	» 40,85
Transport av håndvalse	» 10,00
Sum	kr. 215,35

Hertil kommer de 5 fat colas bekostet av Veidirektørens forsøksmidler og ikke betalt av herværende riksveielikehold. Disse 5 fat antaes å ha kostet » 144,65

Tilsammen kr. 360,00

Dette gir en pris pr. m² = kr. 1,68, hvorav arbeidslønn kr. 0,77.

II. *Feltet med cutback-oljen* nordenfor colasfeltet I, efter Wisconsinmetoden. Feltets lengde er 60 m.

Herav er med singel 10—20 mm 30 m × 4,3 = 129 m², og med grus 30 m × 4,3 = 129 m² = 258 m².

Der er anvendt 5 fat cutbackolje — ca. 1000 kg = 3,88 kg/m². Blandingen av oljen med singelen eller grusen blev foretatt med 1 Drafn veiløvel.

Omkostningene stiller sig som følger:
 Arbeidslønn 113 timer, folk, 10 hest, 26 bil kr. 164,25
 Medgått singel 10—20 mm — 20 l. pr. m²
 = 2,6 m³ à ca. kr. 9,50 » 24,70
 Medgått grus 10—20 mm — 20 l. pr. m²
 = 2,6 m³ à ca. kr. 2,00 » 5,20
 Veihøvlens arbeide » 14,00

Sum kr. 208,75

Hertil kommer cutbackoljen, bekostet av Veidirektørens forsøksmidler og ikke betalt av herværende riksveivedlikehold. Disse 5 fat antaes i henhold til Veidirektørens skrivelse av 27. februar 1932 å ha kostet inklusiv frakt hertil » 137,85

Tilsammen kr. 340,00

Dette gir en gjennomsnittlig pris pr. m² = kr. 1,32 hvorav arbeidslønn » 0,64

III. *Feltet med Oslo gasstjære nordenfor felt II*, efter Wisconsinmetoden. Feltets lengde er 60 m. Herav med singel 30 m × 4,3 = 129 m, og med grus fra nærmeste grustak 30 m × 4,3 = 129 m, ialt 258 m². Det er anvendt 5 fat Oslogasstjære — 1000 kg = 3,88 g/m². Blandingen av tjæren med singelen eller grusen blev foretatt med 1 Drafnhøvel.

Omkostningene stiller sig som følger:
 Arbeidslønn 126 timer, folk, 10 hest, 26 bil kr. 173,70
 Medgått singel 10—20 mm — 20 l. pr. m²
 = 2,6 m³ à ca. kr. 9,50 » 24,00

Medgått grus 10—20 mm — 20 l. pr. m²
 = 2,6 m³ à ca. kr. 2,00 » 5,20
 Veihøvlens arbeide » 14,00
 Sum kr. 216,90

Hertil kommer Oslogasstjæren, bekostet av Veidirektørens forsøksmidler og ikke betalt av herværende riksveivedlikehold. Disse 5 fat antaes å koste ca. » 138,10

Tilsammen kr. 350,00

Dette gir en gjennomsnittlig pris pr. m² = kr. 1,36 hvorav arbeidslønn » 0,67

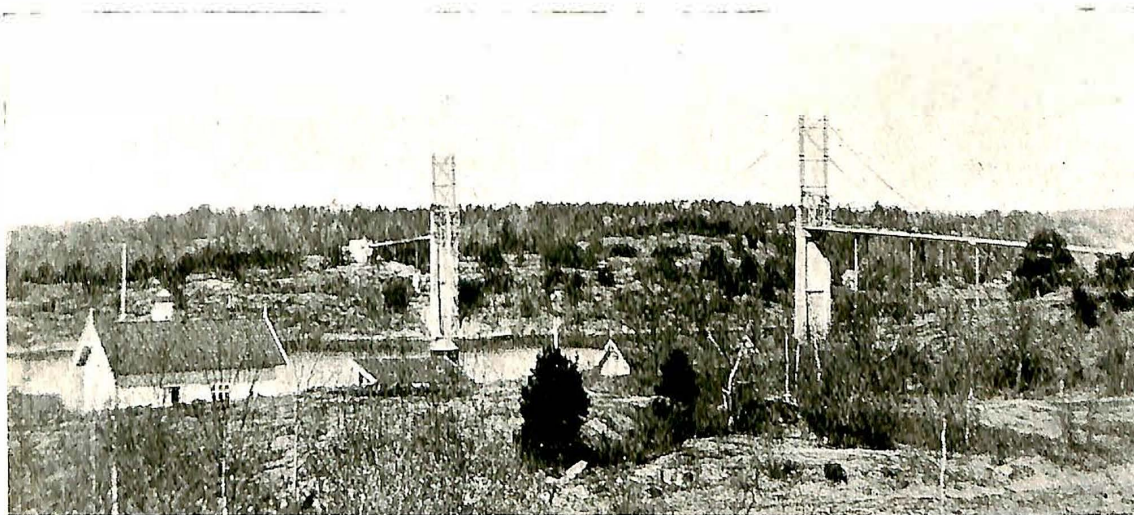
Det bemerkes at olje- eller tjæremengden pr. m² viste sig noget liten. For å få et sikrere resultat med god blanding bør visstnok anvendes 4 å 5 kg pr. m². Dessuten antaes det heldigst å overflatebehandle efterat trafikken har gått en tid med 1,2 å 1,5 kg pr. m² av vedkommende stoff eller en asfatemulsjon.

Feltene står foreløbig nokså godt uten at man ennå tør si noget om holdbarheten. Det kan dog sies allerede nu at overflatebehandling til sommeren vil være heldig.

Med hensyn til korustørrelsen så syntes singelen litt for grov og grusen litt for fin. Det antaes derfor at en blanding av grus og maskingsingel i mange tilfelle vilde være heldig.

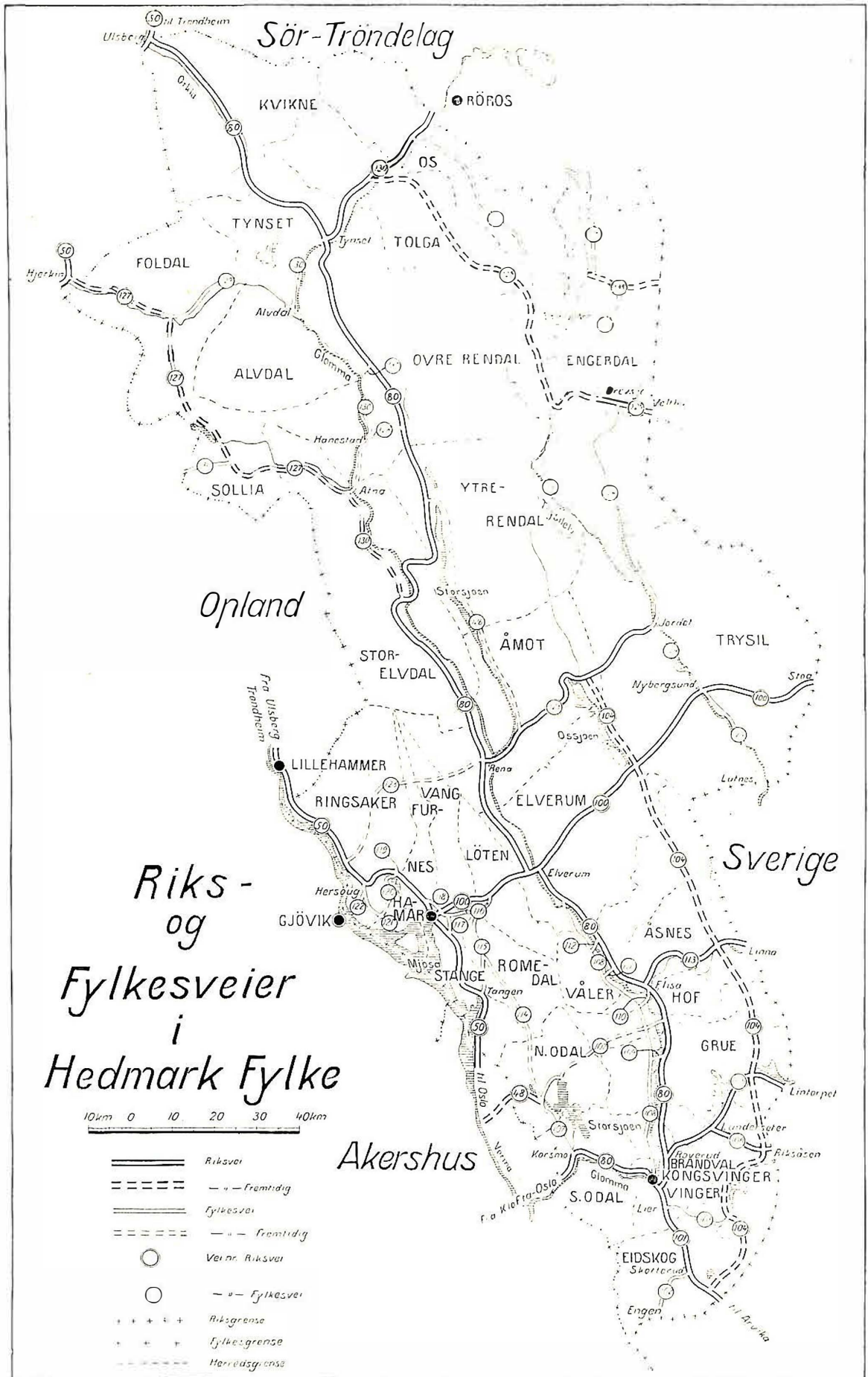
Da overflaten ved anvendelse av grov singel i. eks. 20 mm blir ru, vil det i sterkere stigninger være å anbefale kun å bruke sådan singel og ikke grus, for å få et minst mulig glatt dekke.

DEN NYE BRO VED VRENGEN



Arbeidet på broen over Vrengen mellom Nøtterøy og Tjøme er nu så langt fremskredet som billedet viser. Broen får en fri høide over alm. vannstand av 36 m og en kjørebanebredde av 4,4 m, hvortil kommer to sidekanter å 0,45 m, så-

ledes at avstanden mellom rekkverkene blir ialt 5,3 m. Tårntoppene ligger 57 m over vannet og avstanden mellom tårnene blir 170 m. Broen får 8 bærekabler og er beregnet efter forsterket belastningsklasse 3.



MINDRE MEDDELELSER

TRAFIKKULYKKER I NORD-AMERIKA

Efter de i „Editor and Publisher, the Fourth Estate” offentliggjorte opgaver blev der i 1931 i Nord-Amerika drept 34 400 personer og skadet 997 000 på grunn av trafikulykker. Antallet av disse ulykker steg i 1931 med 3,3%, mens antallet av biler gikk tilbake med 2%. Ulykkenes art vil sees av følgende oversikt:

Sammenstøt mellom automobiler og	Drepte personer		Skadede personer
	Ialt	Pct.	
Fotgjengere	14 500	42,2	297 410
Automobiler	8 570	24,9	528 950
Hestekjøretøier ...	190	0,6	6 410
Jernbanetog	1 480	4,3	4 830
Sporvogner	390	1,1	16 080
Andre kjøretøier ..	380	1,1	12 060
Sykler	490	1,4	17 580
Jordfaste gjenst. ...	4 150	12,1	50 820
Forskjellige årsaker	4 250	12,3	62 860
Tilsammen	34 400	100,0	997 000

Av denne oppgave, som er meddelt av det største forsikringsselskap i U. S. A., „The Travellers Insurance Co.”, sees at de hyppigst forekommende dødsårsaker er sammenstøt mellom biler og fotgjengere. Betegnende for trafikksdisiplinen hos de amerikanske bilister er at i 18,5% av de offisielt undersøkte tilfelle måtte ulykken tilskrives at kjøringen foregikk på gater og veier hvor bilkjøring er forbudt. Over 20% av alle dødsfall ved bilulykker faller på personer under 15 år. (Verkehrstechnik.)

TRAFIKDISIPLIN INNSKJERPES

Under en i Frankfurt an Main foranstaltet „trafikkuke” blev publikum formant til forsiktighet og trafikksdisiplin ved hjelp av store tavler, som var anbragt i de viktigste trafikknutepunkter. Billedet viser en av disse tavler.



ÅPNING AV ALPEVEIENE I SVEITS

De mange høifjellsveier i Sveits har i år kunnet åpnes for biltrafikk tidligere enn vanlig, da det milde vårvær har påskyndet sneløsningen og snerydningen. Således var Ofenstrasse, Malojapasset og Brünigpasset kjørbare allerede i begynnelsen av mai, likeså samtlige overganger til Marchairuz og Weissensteinstrasse; Julierpasset blev åpnet før pinse. De interesserte distrikter legger megen vekt på å få denne viktige gjennomgangsroute over Alpene åpnet så tidlig som mulig.

AUTOMOBILVEI PARIS—LILLE

Planen for den store franske automobilvei Paris—Lille er nu ferdig. Den nye vei skal gå ut fra Le Bourget nord for Paris og ved Breteuil skal der ta av en arm til Calais. Strekningen Le Bourget—Lille er 210 km lang og sidelinjen til Calais 152 km. Veien skal i størst mulig utstrekning ha rette linjer forbundet med kurver med 1000 m radius. Veibredden forutsettes å bli 12 m. Veiens runding skal bare være 1/120 av bredden og den vil bli utført med overhøide i alle kurver. Langs veien, som vil bli oplyst om natten, aktes anlagt 18 bensinstasjoner, helst ved veikryss, og der blir opført 30 veivokterboliger, som alle vil bli forsynt med telefon. Om valg av veidekke er der ennu ikke truffet nogen bestemmelse. Omkostningene for strekningen Paris—Lille er beregnet til 330 mill. fr. (Verkehrstechnik.)

TRAFIKKTELLING I DANMARK

I Danmark er det i 1928—29 foretatt en ferdselstelling på landeveiene. Resultatene foreligger nu i „Meddelelser fra Vejlaboratoriet”, nr. 5 (i kommisjon hos G. E. C. Gad, København).

For hele landet fordeler ferdselen sig, regnet i tonn totalvekt, således: Hestekjøretøier 18%, biler med luftringer 79%, biler med massivringer 3%.

Fordeelingen etter antall kjøretøier er: Hestekjøretøier 12,9%, biler med luftringer 86,3%, biler med massivringer 0,8%.

Den største trafikk har veien København—Roskilde, hvor det er talt op til 13 500 tonn pr. døgn og hvor gjennomsnittsfersdselen er 8989 tonn pr. døgn. Den gjennomsnittlige vekt av alle kjøretøier er 1,69 tonn. For Roskilde-veien blir da ferdselen i gjennomsnitt ca. 5300 kjøretøier pr. døgn og den største observerte trafikkmengde henvend 8000 kjøretøier pr. døgn. (A. R.)

LUFFTRAFIKKEN I U. S. A. ØKER

Mens det ellers er nedgang på alle felter viser lufttrafikken i U. S. A. betydelig økning i 1. kvartal i år sammenlignet med samme tidsrum ifjor.

Økning i antall passasjerer 31%. Økning i antall personkm 43%. Antall passasjerer 1. kvartal 1932 86 763. Antall personkm 1. kvartal 1932 36,2 mill. Antall flyvemaskinkm 1. kvartal 1932 18,3 mill. Befordret post 1. kvartal 1932 940 tonn. Bensinforbruk 1. kvartal 1932 17,2 mill. liter. Oljeforbruk 1. kvartal 1932 0,5 mill. liter.

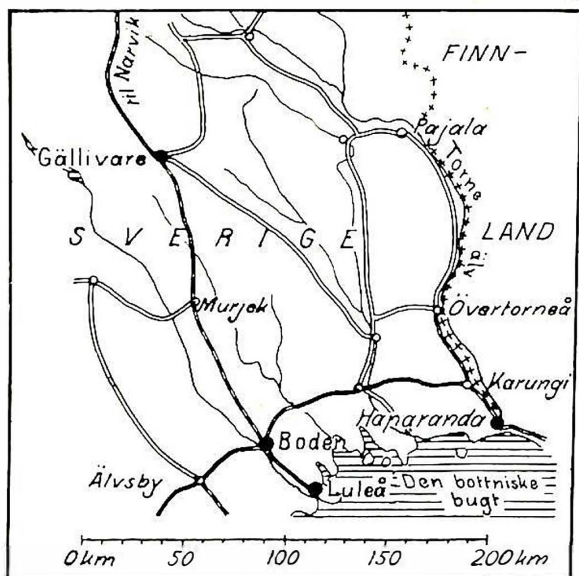
(Efter opgave fra Aeronautical Chamber of Commerce of America, Inc.)

SVERIGE—FINNLAND—NORGE

Kommunikasjonsspørsmål i de store grensedistrikter.

Av en notis i et tidsskrift hitsettes:

Den svenske jernbanestyrelse har behandlet spørsmålet om forlengelse av jernbanen fra Över-Torneå langs den finske grense til Pajala, men har opgitt tanken om anlegg av jernbane på denne strekning og vil foreslå bygning av en vei, som kan trafikeres



med autobusser. Bygning av den 112 km lange strekning er anslått til ca. 5 mill. kr. inklusive anskaffelse av bilmateriell. Det årlige driftstap er anslått til å bli ca. kr. 700 000 mindre ved omnibussdrift enn ved jernbanedrift i disse tynt befolkede strøk.

AUTOMOBILAVGIFTENE I TYSKLAND SYNKER

Ifølge de foreliggende opgaver fra Riksfinansministeriet utgjorde automobilavgiftene i Tyskland i regnskapsåret 1931—32 ialt 192,7 mill. Rm. Dette er 16,2 mill. Rm. mindre enn i 1930—31 eller en tilbakegang på 7,8 %. I forhold til budgettanslaget som var 230 mill. Rm. er det en mindreinntekt på 37,3 mill. Rm. Siden 1924 har bilavgiftene andratt til:

Regnskapsåret	1924—25	—	51,6	mill. Rm.
"	1925—26	—	58,4	" "
"	1926—27	—	105,1	" "
"	1927—28	—	156,2	" "
"	1928—29	—	181,3	" "
"	1929—30	—	209,5	" "
"	1930—31	—	208,9	" "
"	1931—32	—	192,7	" "

Vehrkehrstechnik.

MOTORBRENSSEL AV BANANER

En fransk kjemiker, P. Morel har i lengere tid beskjeftiget sig med det problem å utvinne brennstoff av bananer. De hittil utførte forsøk med 3 forskjellige banansorter gav 87 liter, 95 liter og 98 liter ren spiritus av en tonn bananer. Morel tror at man kan regne med en gjennomsnittsmengde av 86 liter ren spiritus pr. tonn bananer. Til sammenligning kan nevnes at en tonn poteter gir 110 liter spiritus. De av Morel utførte beregninger synes å vise, at dyrkning av bananer for utvinning av brennstoff vil være regningsvarende.

Automobil-Revue.

ET EUROPEISK NETT AV AUTOMOBILVEIER

Under den 2. internasjonale automobilveikongress, som blev holdt i Milano i april d. å., fremla direktøren for det internasjonale arbeidsbyrå, Albert Thomas, en storstilet plan for bygning av automobilveier i Europa til avhjelpelse av arbeidsledigheten. Planen gikk ut på at der i løpet av 5 år skulde bygges 14 000 km automobilvei. I det første byggeår skulde kunne beskjeftiges 188 000 arbeidere, i det annet år 468 000 og antallet skulde stige fra år til år inntil 750 000 arbeidere. Omkostningene blev anslått til 4,2 milliarder gullfrank, som man hadde tenkt sig tilveiebragt vesentlig ved en bensinskatt av 3—4 gullcentimes pr. liter i løpet av 15—20 år.

For planens gjennomførelse har man gått ut fra den forutsetning, at de enkelte land avgir fri grunn til veiene.

Verkehrstechnik.

LITTERATUR

Dansk Vejtidskrift nr. 2 — 1932.

Innhold: Banechef H. Flensburg. — Vej- og Jernbanebroerne over Storstrømmen og Odesund. — Guldborgbroen. — Træbrolægning af kløvet Bøgeknippel. — Færdselsregulering. — Lidt Statistik om Paakjørsler paa Gade- og Vejtræer i København samt nogle Bemærkninger om Træets Betydning i færdselsmessig Henseende. — Dæklag efter Road Mix Metoden. — Asfaltfliser, deres Fremstilling og Anvendelse. — Fra Domstolene. — Fra Ministeriene. — Boganmeldelse. — Indhold av Tidsskrifter. — Litteratur. — Brev til Redaktionen.

Meddelelser fra Vejlaboratoriet. Nr. 6.

Beretning om vejlaboratoriets virksomhet i tiden 1. april 1930 til 31. mars 1931.

Beretningen omhandler nokså detaljert de saker som Dansk Vejlaboratorium har beskjeftiget sig med i nevnte tidsrum.

Disse er vesentlig følgende: Besvarelse av forespørsler om maskiner, veidekker og veidekksmateriale, studier, undersøkelser, forsøksveidekker på Roskildevei og spredning av innvunne erfaringer.

Det er særlig de forskjellige sorter asfaltdekker, som har vært gjenstand for undersøkelser, og resultatet av disse synes å vise at for asfaltbetong, sandasfalt og støpeasfalt er det av hensyn til slitestyrken gunstig å bruke finkornige materialer og forholdsvis meget asfalt.

Undersøkelsene over emulsjonsbetong er fortsatt og man mener å ha fått bekreftet at emulsjonsbetong gjennomgående ikke står på samme kvalitetsmessige høide som varmt fremstilt asfaltbetong. Dog kan prishensyn naturligvis gjøre emulsjonsbetongen berettiget.

Ved legning av asfaltmakadam synes utførselen å spille en forholdsvis større rolle enn asfaltkvaliteten.

Ganske kort berøres arbeidet med forsøksveidekkene på Roskildevei og ny beretning over samme bebudes.

A. T.

UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSLO

Abonnementspris: kr. 10,00 pr. år. — Annonsepris: $\frac{1}{2}$ side kr. 80,00, $\frac{1}{4}$ side kr. 40,00, $\frac{1}{8}$ side kr. 20,00.

Ekspedisjon: Akersgaten 7 IV. Telefoner: 20701, 23465.