

# MEDDELELSER FRA VEIDIREKTØREN

NR. 4

Beregning m. v. av betongveidekker. — Trafikkens oprettholdelse under utførelse av veidekksarbeider. — Grusning av glatte veier. — Overholder i veikurver. — Trelast kjøres 90 km med bil. — Mindre meddelelser. — Personalialia. — Litteratur.

April 1931

## BEREGNING M. V. AV BETONGVEIDEKKER

Av *Holger Brudal*, ingeniør ved Østfold veivesen.

Denne artikkel blev i sin opprinnelige form skrevet i 1927, men er hittil ikke blitt benyttet, da betongveier ikke for har vært syn-derlig aktuelle i Norge. Den er nu noget om-arbeidet og supplert med nye opplysninger.

Da Illinois for ca. 12 år siden skulde påbegynne meget omfattende arbeider med å forsyne sine vik-tigste veier med permanente veidekker, bestemte man sig for først ved inngående forsøk å komme til klarhet over hvilket veidekke var å foretrekke.

Når man hører at der i de 10 år 1920—1929 blev bygget ca. 13 000 km. permanente veidekker, vil man jo måtte medgi at selv om der efter våre forhold blev brukt store summer på forsøksstrekningen og forsk-ningsarbeidet i forbindelse hermed, var jo disse penger vel anvendt.

Forsøksstrekningen blev bygget av staten nær Bates, ca. 20 km. vest for Springfield, og påbegyntes tidlig 1920; den kalles populært „Bates vei”.

Det betongveiprofil som man i Illinois efter disse forsøk blev stående ved som det mest økonomiske, er nu antatt av de aller fleste stater, dog ofte i en noget modifisert form. Der blev utført en sammenhengende prøvestrekning med henimot 70 forskjellige veidekker heri innbefattet forskjellige variasjoner av samme slags veidekksmateriale, således også forskjellige be-tongtverrsnitt. Betongveidekket blev lagt direkte på planeringen. Denne blev ved forsøket, efter at grov-planeringen var ferdig, ploiet, harvet, valset og vannet dagen før dekket blev lagt, alt for å få den mest mulig ensartede undergrunn.

For å kontrollere dekkets kontakt med planeringen blev der installert en rekke måleapparater, som til enhver tid angav dekkets stilling i forhold til planer-ingen.

Næsten alle apparatene viste at dekket en eller annen gang ikke var i kontakt med undergrunnen, Nogen viste en adskillelse av dekket fra planeringen på en halv tomme over ganske store arealer. Dette skyldes dekkets krumning under temperaturforan-dringer og hivning på grunn av frost, men også ujevn setning av planeringen.

Man antar at nogen praktisk metode for konsoli-dering av undergrunnen for å skaffe til veie en absolutt ensartet planering ikke er økonomisk rimelig.

### *Frostvirkningen.*

En del av betongdekket blev lagt i 1920. Den på-følgende vinter blev der foretatt frostobservasjoner. Efter at disse observasjoner begynte, inntraff bare en periode med lav temperatur ved hvilken jorden i den åpne mark og på skuldrene langs betongdekket frøs i en dybde av ca. 8”.

Noiaktig nivellement fra fastmerker, som var abso-lutt frostsikre, viste langs hele lengden en hivning eller løftning av betongdekkets kanter i en langt hoiere grad enn dekkets midtlinje.

I seksjoner, hvor man på forhånd hadde laget en langsgående centerfuge, løftet dekkets kanter sig gjennomsnittlig  $\frac{3}{4}$ ”, mens på samme tid centerpartiet løftet sig gjennomsnittlig kun  $\frac{1}{4}$ ”. Mange seksjoner, som ikke var forsynt med langsgående centerfuge, viste tilnærmet det samme. Alle disse siste seksjoner viste, da de blev undersøkt om våren, at de hadde sprukket i lengderetningen. Da ingen belastning var blitt tillatt i den forløpne tid, var det tydelig at dekket hadde sprukket på grunn av sin egen vekt, idet det var understøttet bare langs kantene.

Hvis hivningen av jorden på grunn av frysning almindelig er hurtigere langs kantene av dekket enn ellers, vil det fremgå at det er umulig å undgå den langsgående sprekkdannelse av brede dekker hvor frost forekommer, særlig under tung trafikk.

Beregning viser at det rimeligvis er økonomisk upraktisk å beregne brede dekker av tilstrekkelig styrke til å undgå langsgående sprekkdannelse når kun kantene er understøttet; derfor sørger den nu-værende Illinois beregning for selv å lage en langs-gående fuger for at tilfeldige sprekker i lengderetningen kan undgås så meget som mulig. Den store be-tydning herav vil fremgå av det efterfølgende.

### *Temperaturvirkninger.*

Betongdekkets ekspansjon i side- og lengderetning på grunn av temperatur- og fuktighetsforandring, er velkjent. Det er tvilsomt om sideutvidelse og kon-traksjon er skyld i langsgående sprekker. Det er mere sannsynlig at slike sprekker skyldes frost i under-grunnen eller kanskje understøttelsesforhold på grunn av dekkets krumning.

Da man høsten 1920 forsøkte å ta påkjenningsmederav følgende bøyingsmålinger på betongdekker under belastning, var resultatet så uregelmessig at det var uten nytte med mindre årsaken til uregelmessigheten kunde forklares. Der blev derfor foretatt en rekke prøver for å bestemme hvorvidt eller ikke planeringen under et hjørne under gjentatte belastninger vilde komprimeres så meget at det ikke vilde gi nogen nevneverdig understøttelse for betongdekket.

For å undgå mulig tilbakevenden igjen av planeringen i hvileperioden blev belastningene gjentatt kontinuerlig i perioder på 48 timer. Det opdagades da ved undersøkelser av resultatet at betongdekkets hjørner om natten under belastning kunde være *høiere* enn det ubelastede hjørne om dagen, hvilket var en meget viktig opdagelse.

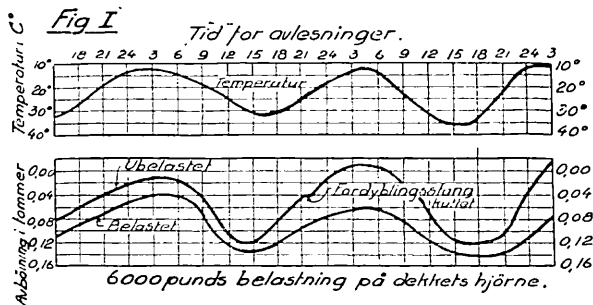


Fig. 1 viser et diagram for lufttemperaturen og den vertikale bevegelse av et hjørne på et 9" betongdekke belastet og ubelastet.

Dette diagram er typisk for adskillige hundreder som alle viser den samme karakteristikk. Ved hjelp av et måleinstrument kalt „Ames Dial" blev der hver time tatt høideavlesninger med en nøiaktighet av en tusendels tomme. Den 6000 pund (1 pund = 0,455 kg.) store belastning blev anbragt på hjørnet i 3 minutter hver time. Under denne vekt var den beregnede bøyingspenning i dekket = 15,5 kg./cm.<sup>2</sup>.

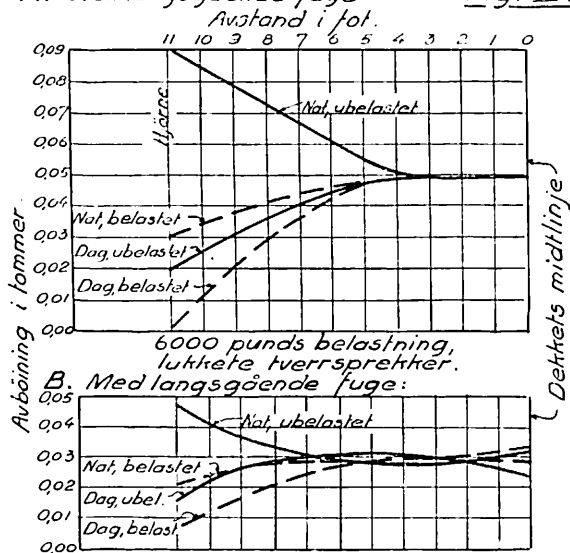
Det er bemerkelsesverdig at den 6000 pund store vekt i omtrent  $\frac{2}{3}$  av de 54 timer ikke bøiet hjørnet ned til dets ubelastede eftermiddagsstilling. Det er innlysende at planeringen ydet ringe cm i det hele tatt nogen understøttelse i  $\frac{2}{3}$  av tiden.

Fig. 2 viser kurvaturen av et 7" betongdekke langs en linje som halvverer hjørnevinkelen. Den øverste helt optrukne linje i diagram A. angir den opad krummede stilling av dekkets overflate langs 45° linjen fra hjørnet til midtlinjen. Den øverste punkterte linje viser dekkets stilling, mens en vekt på 6000 pund var anbragt på en flate — 2 kvadrattommer i hjørnet.

Den nedre helt optrukne linje viser stillingen av det ubelastede dekke ved det punkt da det er maksimalt nedad bøiet.

Den nedre punkterte linje angir dekkets stilling under 6000 pund belastning når denne er anbragt om dagen. Det er innlysende at dekkets hjørne virket

A. Uten langsgående fuge: Fig. II.



utelukkende som en utliggerbærer, da den bar nattbelastningen. Det er også klart at siden den økede avbøining ikke var så stor når belastningen anbragtes om dagen som om natten, at undergrunnen hadde nogen innflytelse på størrelsen av avbøiningen.

Den beregnede spenning i betongen når hjørnet under nattbelastningen betraktes som en utliggerbærer beløper sig til 25,8 kg./cm.<sup>2</sup>.

Diagram B. i fig. 2. viser virkningen under lignende forhold når dekket har en langsgående sprekk eller fuge. I et slikt tilfelle er det åpenbart at krumningsvirkningen ikke på vanlig vis skjer om centret av den fulde bredde av betongdekket, men sannsynligvis tilnærmet om centret av det halve dekke, bestemt ved beliggenheten av den langsgående fuge.

Det er dog av interesse å legge merke til at endog i dette tilfelle var dekkets krumning opad på grunn av temperaturens virkninger større enn nedbøiningen av dekket under den 6000 pund store belastning, som fremkaldte en bøyingspenning på 25,8 kg./cm.<sup>2</sup>.

Ved hjelp av trykkceller anbragt i en rekke påtvers av planeringen, fant man bevegelsen av betongdekket i forhold til denne. I mange tilfelle godtgjorde disse målinger avgjort at nedbøiningen av kantene i dagens løp løfter centret av et ubrukt betongdekke helt op fra planeringen; de godtgjør også en permanent sammentrykning av planeringen ved kantene av betongdekket endskjønt den delvis går tilbake igjen når kanten bøier sig opover om natten. Krumningen bevirkes naturligvis av den hurtige ophetning og avkjøling med derav følgende ekspansjon og kontraksjon av dekkets øverste lag. Krumningen foregår meget hurtigere på klare solskinnsdager enn i overskyet vær.

På solskinnsdager kan virkningen av at skyer passerer solen merkes på avlesningen på Ames Dial. Fuktning av dekkets overflate har en lignende virkning.

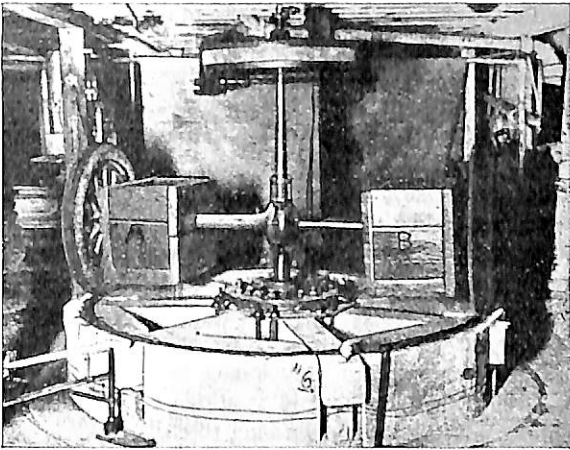


Fig. III. Maskin til bestemmelse av tillatte belastninger på et betongveidekke.

Som ventelig reduseres virkningen ved anbringelse av et bitumiøst lag ovenpå betongdekket. Spesielt bør legges merke til den lille krumning ved betongdekker som har en langsgående fuge.

Det er klart at dekkets bøining vekk fra planeringen bevirker åpne kanaler med fri passasje for overflatevann til alle deler av planeringen.

Det synes helt rimelig at vann fra regn eller smeltende sne som finner vei under kanten av dekket, idet dette krummer sig op tidlig på natten, senere fryser og således danner en høiere understøttelse for kantene og bevirker en betydelig løftning av hele dekket den neste dag med mindre det revner i lengderetningen under sin egenvekt.

For å bestemme tillatelige belastninger på et betongdekke konstruertes en spesiell maskin som sees på fig. 3, den såkalte utmattings- eller uttrettingsmaskin, som gikk ut på å utmatte eller uttrette betongen ved gjentatte belastninger.

Denne maskin har stor interesse.

Som billedet viser består den av et par automobilhjul på en horisontalaksel som roterer om en vertikalaksel forsynt med en remskive hvorved drivkraften skaffes fra en motor. På den horisontale aksel plasseres belastningskasser, så belastningen kan varieres etter ønske.

Prøvestykkene består av 6" x 6" betongbjelker, som stråler ut som ekene i et hjul og hviler på en central understøttelse. Mellom bjelkene, men adskilt fra disse ved  $\frac{1}{8}$ " åpninger, står betongblokker i flukt med bjelkene, så at der skaffes til veie en jevn bane for hjulene.

Syv bjelker plasseres i maskinen for hver prøve. Apparatet er konstruert således at når en bjelke ryker av, vris en bryter og motoren stanser.

Dette apparat har også den fordel at bjelkene har tilstrekkelig lengde til at man etter bruddet i utmattingsmaskinen kan bestemme bruddspenningene ved bøining i et almindelig prøveapparat. Da bjelkene

ryker av ved understøttelsesstedet, er bjelkelengden stor nok til å gi to bruddspenningssprøver med spenn på 12". Dette er av viktighet, da bestemmelsen av bruddspenningen av lignende bjelker som antas å være av samme karakter, ikke på nogen måte er helt overbevisende med hensyn til styrken av bjelkene som utmattes.

Det første sett bjelker blev utsatt for 1 130 000 gjentagelser av en belastning som antokes å bevirke en spenning på 75 % av bruddspenningen, men som etterpå viste sig å være bare 37 %. Da ingen av bjelkene røk av, blev belastningen øket til ca. 53 % da en bjelke brakk av ved den 43 174de belastning.

En annen interessant kjensgjerning som fremgikk var at 5 andre bjelker av samme blanding og støpt på samme tid som de opprinnelige 7, røk av under et gjennomsnitt på 60 000 belastninger av den samme vekt, når de plasertes i det ledige rum etter den første knekkede bjelke, mens de øvrige gjenværende opprinnelige bjelker forblev hele under 214 000 anbringelser av denne vekt. Vekten blev derpå øket til ca. 60 %, da alle undtagen én røk av under et gjennomsnitt av 40 000 belastninger.

Dette skulde tyde på at et stort antall gjentagelser av en liten belastning ikke har så skadelig innvirkning.

Ytterligere 2 sett bjelker blev brukket av, 12 bjelker i hvert sett.

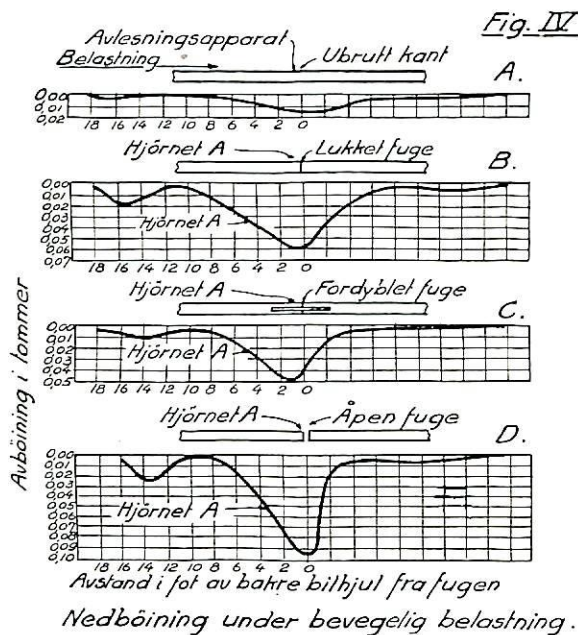
For å undgå den mulige virkning av små begynnelsesbelastninger blev 2 bjelker, støpt på samme tid, plasert i prøvemaskinen og bruddspenningen bestemt, før uttrettingsmaskinen, startet. Hjulbelastningen for det første ytterligere sett blev satt til 70 % av bruddbelastningen. Under denne belastning røk alle de nye bjelker av for gjentagelser varierende fra noen få hundrer til noen få tusener.

I begynnelsen av desember 1923, da beretningen om disse forsøk blev skrevet, var der ennu i utmattingsmaskinen prøvebjelker som hadde motstått uten å ryke av 5 000 000 gjentagelser av en belastning tilstrekkelig stor til å fremkalle en spenning på ca. 50 % av bruddspenningen.

Ved de fortsatte forsøk har fremgått at en belastning som gav en spenning = 60 % av bruddspenningen gjentatt noen tusen ganger, sjelden mer enn 30 000, forårsaket brudd, for en belastning som gav en spenning = 70 % av bruddspenningen hos tilsvarende noen hundre gjentagelser, sjelden mer enn 5000.

Disse forsøk forklarer hvorledes det er gått med tidligere lagte betongdekker. En rekke av disse hadde i årevis tålt normal trafikk hvorpå de begynte å få alvorlig ødeleggelse, idet plutselig økede belastninger blev tillatt. Den slutning man kan trekke av resultatet av alle disse forsøk er at betong for tverrbøining vil være i stand til å motstå et ubestemt antall belastninger forutsatt den fremkalte spenning er noget mindre enn 50 % av bruddspenningen.





I fig. 4 vises tilfelle som kan forekomme langs kantene av et betongdekke. Diagram A. viser nedbøiningsavlesningene på en Ames Dial plasert like ved kanten av betongdekket, idet et 4 tons hjultrykk passerte så nær avlesningsapparatet som gjørlig. Dette blev i nærværende tilfelle anbragt i nogen avstand fra den nærmeste tverrgående sprekk.

Diagram B. angir nedbøiningskurven idet to avlesningsapparater plasertes ved hjørnet dannet ved en transversal sprekk.

I dette tilfelle var sprekken meget fin idet observasjonene blev tatt under høi sommertemperatur, da betongdekket var sterkt utvidet og alle sprekker åpenbart meget tette.

Nedbøiningen er meget større enn vist i diagram A. endskjønt det er innlysende at den lukkede sprekk forhindret at hvert hjørne virket uavhengig av det annet.

Diagram C viser et lignende tilfelle hvor, endskjønt fugen var åpen, korte fordyblingsstenger gikk over den.

Det sees at nedbøiningen er omtrent den samme som ved den lukkede sprekk.

Diagram D viser den meget markerte virkning ved en åpen sprekk eller fuge uten fordyblingsstang eller noget annet middel hvorved begge hjørner bragtes til å virke sammen.

Nedbøiningen ved betongdekkets center under belastningen var for liten til å vises i denne målestokk. Bare nedbøiningen er angitt i disse diagrammer; spenningsmålinger viser de samme resultater.

Da spenningen er proporsjonal med påkjønning, fremgår tydelig av disse diagrammer de belastningsstillinger som frembringer maksimale spenninger i betongdekket. Alle de viste nedbøininger er observert på dekker av samme tykkelse og tatt om natten da kantene av betongdekket ikke var i kontakt med planeringen.

Fordelen ved å skaffe til veie midler for å bringe sammenstøtende hjørner til å arbeide sammen i å understøtte koncentrerte belastninger, er også umiskjennelig illustrert i fig. 1.

De avlesninger efter hvilke disse kurver blev optrukne, blev tatt på et hjørne dannet av en støpefuge, fullstendig åpen med undtagelse av at korte fordyblingsstenger gikk over fugen. Belastningen blev anbragt på det hjørne hvor disse nedbøininger blev avlest. Det er bemerkelsesverdig at den maksimale nedbøining under belastningen var bare 0,03" den første natt da fordyblingsstangen virket.

Fordyblingsstangen blev kuttet av ca. kl. 21 den følgende aften med det resultat at den maksimale nedbøining under belastningen øket til ca. 0,08".

I belysning av foran anførte antas et utildekket betongdekke å krumme sig under temperaturvirkninger, så det i 8—12 av 24 timer er fullstendig uten understøttelse langs kantene endog på den beste planering, dessuten antas en lerplanering på visse årstider å ha en temmelig lav bæreevne; hertil må erindres at i den tidplaneringen er mest vannmettet, nemlig umiddelbart efter at telen er gått ut av jorden om våren, mens man ennå har lave temperaturer, er sprekkene og fugene maksimalt åpne. Det synes derfor nødvendig for å undgå lokal sprekkdannelse å beregne hjørner av betongdekket som ikke understøttede utliggerbærere.

Ubrukne kanter er meget mindre mottagelig for brekkasje på grunn av trafikk enn *hjørner*, som det tydelig vil fremgå av fig. 5.

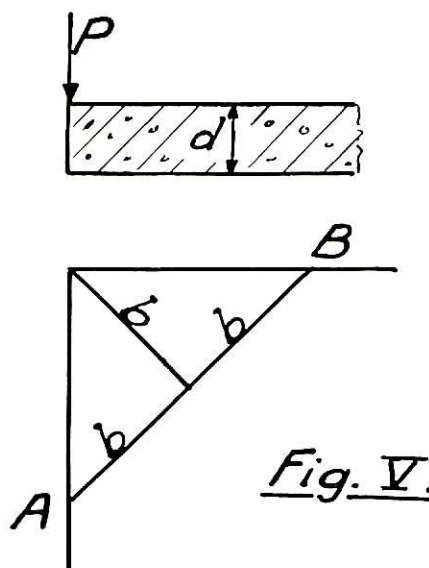


Fig. V.

Beregningen blir som følger:

Belastningen  $P$  i fig. 5. antas å virke på hjørnet med  $b$  som momentarm om snittet  $A-B$ .

Hvis  $A-B$  danner  $45^\circ$  vinkel med betongdekkets kant, blir  $A-B = 2b$ .

Moment  $M = P \cdot b$ .

$\sigma$  er tillatt bøiningsspenning.



$W$  er motstandsmoment for det anstrengte tverrsnitt. Settes høiden =  $d$  fåes

$$W = \frac{2b \cdot d^2}{\sigma}$$

$$\sigma = \frac{P \cdot b}{\frac{2b \cdot d^2}{\sigma}} = \frac{3P}{d^2}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{3P}{\sigma}}$$

Hvis betongdekket beregnes etter denne formel, motsvarende forholdene ved et ikke understøttet rett-vinklet hjørne, vil resten av betongdekket, som det senere nærmere vil sees, meget godt bære den samme belastning uten å få ødeleggende sprekkdannelse. Hvis man kunde få begge hjørner til å arbeide sammen f. eks. ved å innlegge langsgående skjærkraftstenger langs kantene av betongdekket, eller lignende og således få hjørnesvakheten redusert til det halve, antokes til å begynne med at man kunde beregne betongdekkets tykkelse etter formelen

$$d = \sqrt[3]{\frac{1,5P}{\sigma}}$$

Senere forsøk har dog godtgjort at skjærkraftstangen, som jeg vil kalle kantstangen, ikke i denne henseende gir 100 % sikkerhet.

Beregningen foretas derfor etter formelen

$$d = \sqrt[3]{\frac{3P}{\sigma}}$$

dog med bibehold av den nevnte stang, da den naturligvis gjør stor nytte.

For at alle mulige hjørner kan beherskes bør beliggenheten av den langsgående sprekk kontrolleres ved å konstruere en langsgående fuge og de tilstøtende dekker holdes i nøie kontakt med hinannen ved tverrgående forbindingsstenger.

De indre hjørner, som holdes i nøie kontakt langs den langsgående fuge ved de tverrgående sammenknytningstenger, viser sig å være sikrere enn hjørnene langs kantene.

Kantstangen bør være gjennomgående for å ta sig av hjørner fremkommet ved tverrgående sprekker uansett hvor disse oppstår.

Den foran nevnte kantstang, som forsåvidt kan kalles en kontinuerlig fordyblingsstang, males og oljes for å undgå en konsentrasjon av strekkspenninger ved sprekker og fuger under et almindelig temperaturfall.

Arealet av den  $\frac{3}{4}$ " runde stang antokes å være tilstrekkelig til å overføre halvdel (4000 pund) av det maksimalt tillatte hjultrykk i Illinois.

Det har vært befryktet at trykket av denne stang på betongen umiddelbart ved fugen, under en belastning muligens vilde være stort nok til å pulverisere

betongen gradvis og således eventuelt ødelegge dens nytte.

Observasjoner herom tyder på at 15 000—20 000 passasjerer av maksimale hjulbelastninger langs betongdekkets kant minsket effektiviteten av stangen, som en skjærkraftoptager betraktet, muligens 50 %.

På Bates vei var prøveseksjonene 1—63 ferdige våren 1921 og den kunstige trafikk begynte i 1922.

Der benyttedes Liberty B. lastebiler, som i vestlig retning kjørte langs nordsiden og i østlig retning langs sydsiden av veidekket.

På alle betongseksjoner kjørte den østgående trafikk langs en malt linje slik at centret av bakhjulet beveget sig i en avstand av 6" fra dekkets kant. På lignende måte gikk den vestgående trafikk 36" fra dekkets nordkant.

Ved fullendelsen av trafikkprøven i 1922 stod det klart for forskerne at en modifikasjon av beregningen vilde bety øket nytte og økonomi. Svakheten langs kantene tilkjennegav tydelig nødvendigheten av en radikal forsterkning av disse for at betongdekket kunde yde en mere ensartet motstand mot ødeleggelse.

1922-trafikkprøven viste at seksjon 63, som var 7" tykk i hele bredden, forsynt med kantstang og fordyblet not- og fjærcenterfuge, syntes under den videre belastning tilboielig til å vise tegn på svakhet langs kantene så meget mere som under passasjen av mange belastninger langs sydkanten, nedbøiningen av de sammenstøtende hjørner ikke var like stor når belastningene nærmet sig og passerte fugen. Dette utlaes som en ødeleggelse av betongen over og under stangen på grunn av overdrevne flatetrykk. Det synes også klart, selvom man antar en fullstendig overføring av skjærkraften ved hjørner, at hjørne- eller kantstyrken fremdeles vil være mindre enn midtpartiets.

Følgelig blev høsten 1922 en forlengelse på ca. 350' (kalt 64) føiet til seksjon 63 og ytterligere 4 seksjoner bygget, kanttykkelsen øket til 9", avtagende til midtpartiets tykkelse i en avstand av 2' fra kanten.

Den samme slags centerfuge og det samme arrangement med de øvrige stenger som i 63 og 64 blev benyttet. I 2 av dekkene blev midttykkelsen gjort 6", og en av disse 2 blev gjort 20' bred istedenfor standardbredden 18'. Et 20' dekke blev utført med en midtpartitykkelse på 5" og ett på 18' blev bygget med en midtpartitykkelse på  $4\frac{1}{2}$ ".

Våren 1923 begynte trafikkprøvene igjen. Belastningene på disse seksjoner begynte med 6500 pund på hvert bakhjul med hvilke der blev foretatt 3000 rundturer, derpå øket til 8000 pund med hvilke 10 000 rundturer blev gjort.

Det bakre hjultrykk blev så suksessivt øket til 8750—10 000, 11 000—12 000 og 13 000 pund og 3000 rundturer blev gjort for hver forøkelse. Som ved de foregående trafikkprøver, fulgte hjulene på sydsiden praktisk talt kanten av disse dekker med undtagelse av de som var 20' brede. På disse var centret av hjulet 1'—6" fra kanten.



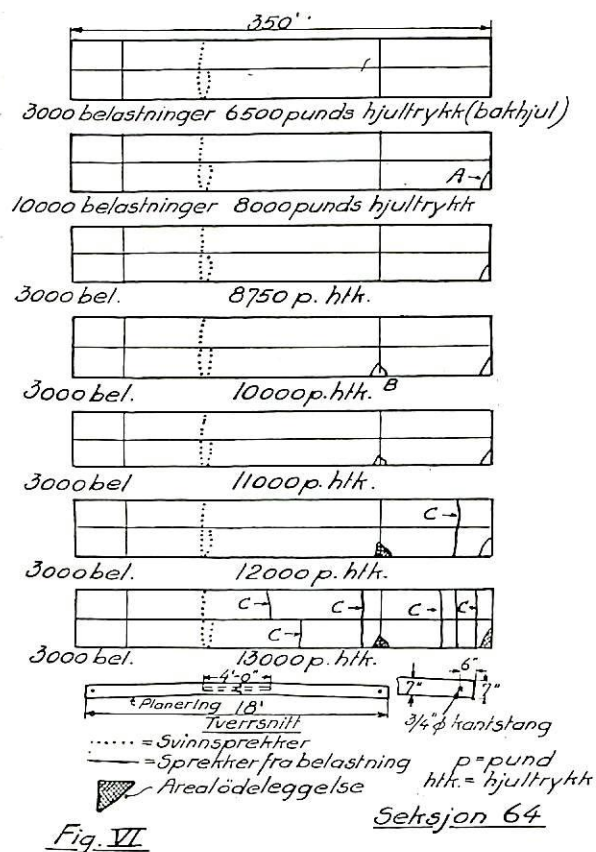


Fig. VI

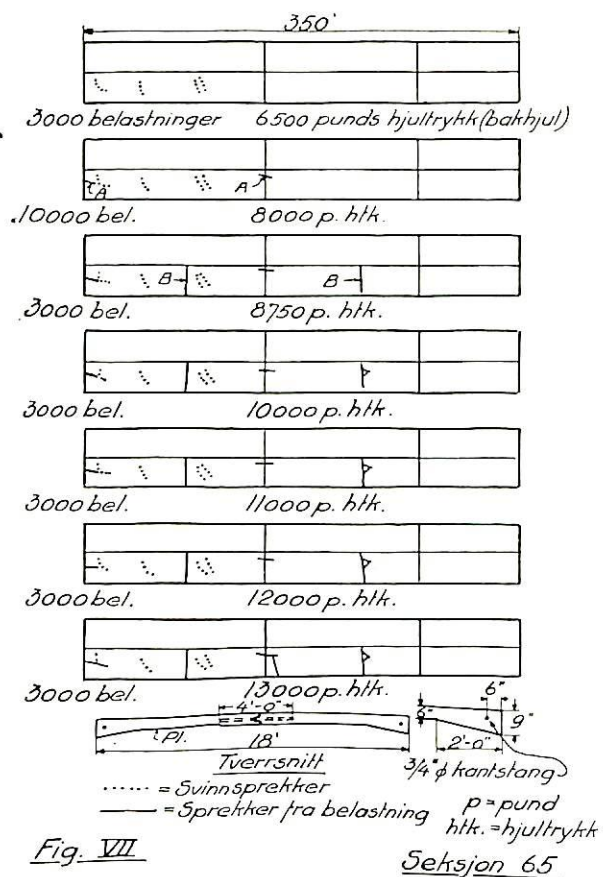


Fig. VII

I fig. 6 er vist et tverrsnitt av seksjon 64 og en beskrivelse av den forårsakede skade. I dette og i de følgende diagrammer viser de punkterte linjer kontraksjonssprekker og svinnsprekker, for korthet skyld kalt bare svinnsprekker, de tykke, rette linjer langsgående og tverrsgående støpefuger og de uregelmessige tykke linjer angir sprekker forårsaket av trafikken. Åpenbart skyldes hjørnebruddet ved A mangelfull utførelse, det dobbelte hjørnebrudd ved B en normal feil i betongen og de tverrsgående sprekker markert C, skyldes trafikk heller enn temperaturkontraksjon.

Man vil legge merke til at de brukne hjørner ved A og B motstod meget tung trafikk før de blev pulverisert, og at bruddet endog ved prøvens slutt ikke hadde bredt sig utover noget, takket være det faktum at den kontinuerlige fordyblingsstang forhindret hjørnene fra å bli øieblikkelig ødelagt og på denne måte avbøtet midlertidig de heftige støt og slag, som under fortsatt trafikk utvilsomt vilde ha forårsaket alvorlig utbredelse av ødeleggelsen.

Fig. 7 gjelder seksjon 65.

A—A angir meget små sprekker som viste sig tidlig, men som ikke viste nogen utbredelse da belastningen fortsatte.

B—B viser tverrsprekker forårsaket av trafikken.

Ved fullendelsen av prøvene var denne seksjon ikke på nogensomhelst måte skadet slik at den vilde

genere trafikken eller bety økede vedlikeholdskostenkostninger.

Seksjon 65 motstod trafikken bedre enn 64, da det ikke var nogen feil av den art som angitt ved punkt B. i 64. Et dekke utført som seksjon 65 representerer en besparelse av betong på  $\sim 90 \text{ m}^3$  pr. km. sammenlignet med 64.

Fig. 8. illustrerer forholdet ved seksjon 67 som er 20' bred, har 9" kanttykkelse og 5" tykk midtparti.

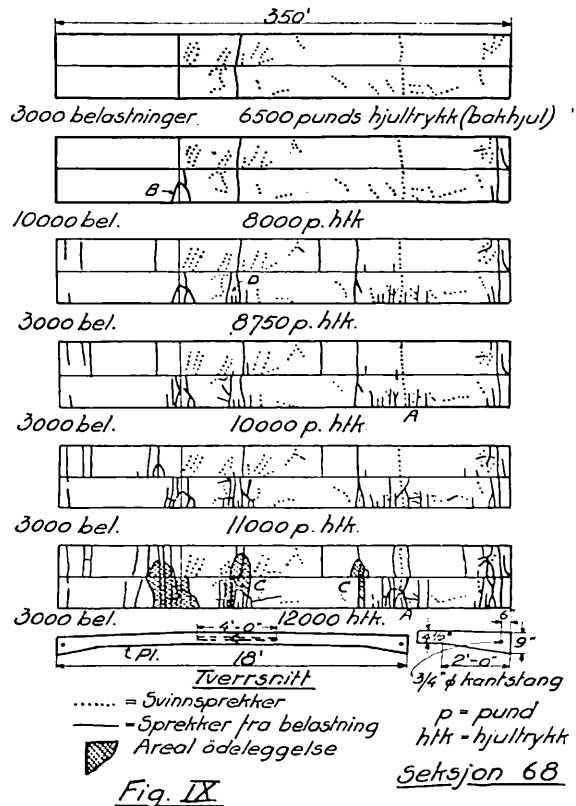
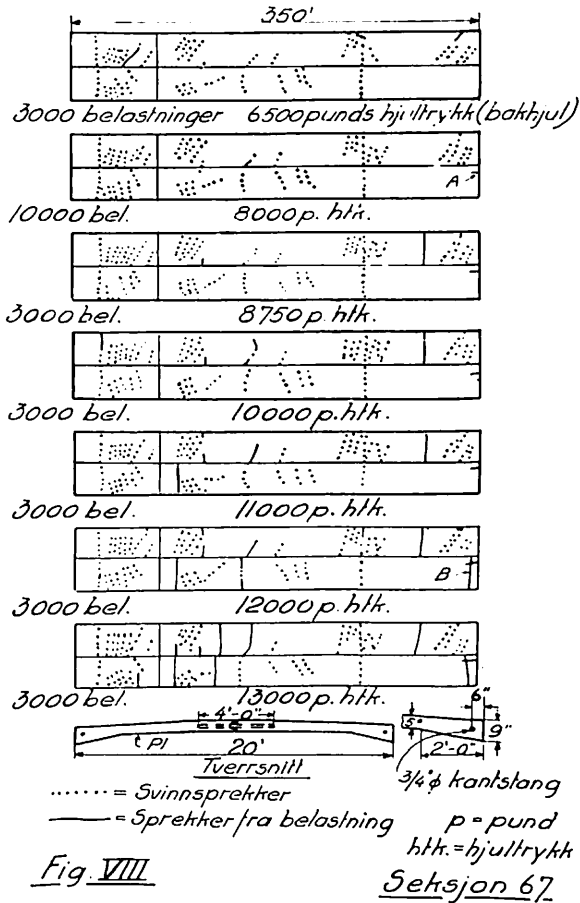
Ved slutten av trafikprøven forblev også denne seksjon i perfekt tilstand som kjørebane betraktet og ingen skade opstod, som vilde forårsaket økede vedlikeholdsutgifter. —

Seksjon 68 som er vist i fig. 9, er verd en nærmere omtale. Bredden er 18', kanttykkelsen = 9" og midttykkelsen =  $4\frac{1}{2}$ ". Transversale sprekker viste sig tidlig under prøven. Korte, transversale sprekker opstod ved B nær støpefugen og snart også sprekker næsten parallell kanten, hvilke sprekker sammenbandt tverrsprekkene.

Ved A dannet sig flere tverrsprekker, begynnende ved kanten og løpende inn imot centerfugen.

Ved D og ved et annet punkt langs sydkanten opstod lignende sprekker. Under trafikprøven resulterte dog ikke tverrsprekkene ved A i nogen fullstendig ødeleggelse av dette areal.

Ved B fant fullstendig ødeleggelse sted ved kanten, som senere resulterte i ødeleggelsen av et betraktelig areal av dekkets midtparti.



Ved punkter markert C begynte bruddet i dekkets midtparti og utviklet sig i høi grad. Karakteren av skaden som opstod ved B og C, synes å tyde på at motstanden mot ødeleggelsen av betongdekket på dette sted var omtrent den samme langs kanten som langs midtpartiet.

Uten tvil hjalp den langsgående fordyblingsstang langs kanten betydelig til å hindre tidlig ødeleggelse langs kantene ved A, B og D.

Seksjon 54 blev utført med 5" tykkelse uten kantforsterkning. Denne seksjon blev bare utsatt for 1922-trafikkproven.

Ved slutten av de 3000 rundturer med 5500 pund hjultrykk opstod tydelige hjørnebrudd. Disse hjørner pulveriseres under 6500 pund hjultrykket og fremskridende disintegrasjon ledet hurtig til fullstendig ødeleggelse under 8000 pund hjultrykk.

Den trafikk som gikk på nordsiden av veien med en avstand av hjulene fra veidekkskanten = 36" forårsaket ingen ødeleggelse på nogen av seksjonene, ennskjønt de indre hjul løp i umiddelbar nærhet av centerfugen. Ødeleggelsen begynte alltid på sydsiden av dekket og beveget sig tvers over dette. Denne kjensgjerning tyder på en slående måte på, at hvis ikke-understøttede kanter kan undgås, eller hvis sådanne kanter er passende styrket, kan dekkets midt-

parti med sikkerhet bygges tynnere enn det hittil har vært ansett som nødvendig.

Det kan ikke av de foretatte prøver trekkes nogen absolutt definitive konklusjoner med hensyn til den nødvendige tykkelse av dekkets midtparti. Man har antatt at, så meget mere som avbøiningmålingen tyder på at avbøiningen av midtpartiet av dekker med jevn tykkelse er ca. 1/3 av avbøiningen ved kantene, midtpartiets tykkelse forsøksvis kan gjøres slik at den transversale styrke beregnet som for en bjelke blir 1/3 av kantens.

En midtpartitykkelse erholdt efter formelen

$$d = \sqrt{\frac{P}{\sigma}}$$

vilde gi en tykkelse motsvarende den i seksjon 68, som viste en ganske jevn bæreevne for trafikk langs kanten og midtpartiet. Dette fremsettes kun som en antagelse, da det jo kun er basert på prøve av bare en seksjon. Seksjon 67 synes å tyde på at midt-tykkelsen kan gjøres så liten som 5" og dog motstå hjultrykk på 8000 pund med en rimelig sikkerhetsgrad. Se dog hvad senere er anført om de nu benyttede veidekkstykkelser.

Et 18' dekke med en langsgående fuge forsynt med not og fjær samt tversgående fordyblingsstenger er åpenbart effektiv såvel med hensyn til å forhindre langsgående sprekker, som til å redusere temperaturkrumning. 2400 km. landeveier med denne type for

centerfuge er i løpet av de følgende 3 år bygget, og i løpet av nevnte tid er ingen langsgående sprekker kommet tilsyne. De hjørner som dannes ved sammenstøt mellom centerfugen og tversgående fuger eller sprekker viste sig ikke å være svakhetspunkter ved Bates vei. Dette skyldes uten tvil vesentlig effektiviteten av den med not og fjær forsynte centerfuge som overførte halvparten av belastningen til det tilstøtende dekke.

Langsgående kontraksjon i kaldt vær må alltid resultere i åpne tversgående sprekker eller fuger i betongdekker.

Hjørner langs kantene må derfor enten bli effektivt fordyblet eller gjøres sterke nok til å kunne tjene som utliggerbærere.

Fordyblingsstengene bidrar betydelig til å bringe sammenstøtende hjørner til felles å bære belastninger og er av adskillig nytte idet de forhindrer hurtig utbredelse av ødeleggelsene ved hjørnebrudd om disse, tross alt, allikevel skulde opstå.

Den i fig. 7 viste seksjon 65 er det standard tverrprofil, som brukes i Illinois.

På strekninger nær store befolkningscentrer hvor man venter spesielt tung trafikk, er man gått op med midttykkelsen til 7". Vanlig blandingsforhold er 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ .

Med hensyn til virkningen av støt og slag tør jeg henvise til hvad jeg herom har anført på pag. 170 og 171 i „Meddelelser fra Veidirektøren" nr. 11 for 1930.

Som det sees, blev det i det betongdekke som Illinois veivesen blev stående ved efter Bates forsøksstrekning, ikke benyttet armeringsjern. Det eneste jerninnlegg som bruktes var en  $\frac{3}{4}$ " Ø kantstang, en i not og fjær formet plate langs midtfugen samt  $\frac{1}{2}$ " jernstenger, 4" lange påtvers gjennom denne i en innbyrdes avstand av 5'.

Da som bekjent en del andre stater og likeledes Europa, anvender armeringsjern skrev jeg i 1928 til Illinois for å høre om man fremdeles bygget sine betongveier uten armering. Man satt jo da inne med erfaring fra tusenvis av km. betongveier bygget efter Bates vei.

I sitt svar av 13. september 1928 anfører „the Engineer of materials" blandt annet følgende:

„I Illinois bruker vi fremdeles den beregningsmåte som blev utviklet under Bates-veien. Våre betongdekker har gjort god tjeneste hittil, og vi antar at de vil gjøre det ennu i mange år. Ikke i noget tilfelle er der blitt benyttet armering, men i nærheten av byer, især Chicago, er tykkelsen av dekket blitt øket (som tidligere nevnt til 7") på grunn av de tunge lastebiler.

I inneværende år bruker vi dilatationsfuger i alle våre betongdekker. Disse fuger er 4" brede og med en innbyrdes avstand av fra 8CC—ICCO fot. Odeleggelsen på grunn av utvikelser under varme synes nemlig å øke med betongdekkets alder.

Nogen helt logisk forklaring på disse „blow ups" som de kalles, er ennu ikke fremsatt, men de kan muligens skyldes permanent utvikelser gjennom en rekke av år efter at betongdekket blev lagt. Hvis det ikke var så, måtte man vente at disse ødeleggelse

fant sted i løpet av den første varmeperiode efter at betongdekket var lagt.

Siden vi ikke bruker armering på våre landeveier, kan vi ikke gi nogen opplysning om direkte erfaring herfor. I de to seksjoner i Bates vei, hvor jerntråduk blev benyttet, blev denne anbragt nær den nøytrale akse og vilde følgelig opta lite om i det hele tatt noget av påkjenningen på grunn av belastningen. Når en sprekk dannedes var den dog virkningsfull i å holde dekket sammen og således forhindre hurtig fremadskridende ødeleggelse.

Vi er bekjent med resultatene av forsøkene utført av Highway Research Board, med henblikk på den økonomiske fordel ved jernarmering, og tror at denne kan benyttes med fordel i mange tilfelle. Vanskeligheten ligger i at der ikke er nogen rasjonell måte å beregne jernmengden på og der er motstridende meninger om hvor jernet skulde anbringes for å være virkningsfullt. Hvis jernet skulde opta strekkspenningene, fremkaldt av belastningene alene, synes det utvilsomt at det skulde anbringes på bunnen av dekket overalt undtagen i hjørnene hvor det må legges på toppen. Under denne forutsetning skulde den nødvendige jernmengde utvilsomt kunne beregnes efter professor Westergaards teori, angitt i aprilnummeret for 1926 av „Public Roads". (Plasshensyn tillater ikke her å komme inn på denne teori).

I almindelighet blir dog betongveidekkene gjort sterke nok til å opta påkjenninger av belastninger uten hjelp av jernarmering. I de betongdekker hvor jernarmering brukes, er hensikten med denne å forhindre tversgående sprekker.

En teori går ut på at sådanne sprekker skyldes ren strekkpåkjenning p. g. a. friksjonen mot undergrunnen når betongdekket trekker sig sammen under temperaturfall.

En friksjonskoeffisient mot planeringen = 2 er blitt foreslått og det jerninnlegg som er nødvendig for å opta denne strekkspenning kan lett beregnes. Under disse forutsetninger skulde jerninnlegget sannsynligvis anbringes nær den nøytrale akse.

Ikke desto mindre er der efter eksperimenter foretatt av Illinois veivesen god grunn til å tro at friksjonskoeffisienten mot undergrunnen er meget liten og kanskje aldri større enn 0,5.

På basis av disse eksperimenter har vi fremsatt den teori at tversgående sprekker kanskje skyldes temperaturvariasjoner innen selve betongveiddekket. Det synes absolutt mulig at toppen av betongveiddekket kan være så meget koldere enn resten av dekket, at overflaten vil trekke sig nok sammen til å påbegynne en tversgående sprekk, særlig hvis betongdekket er så langt at spenningen ikke kan lindres ved krumning eller bøining av dekket, og i lange betongdekker er der meget liten langsgående krumning, da vekten jo forbyr dette. Hvis vår teori er riktig, skulde jerninnlegget anbringes nær toppen og mengden vilde efter begge de fremsatte teorier være avhengig av avstanden mellom dilatationsfugene. Der er kanskje ingen tvil om at jernarmering er nyttig for å forhindre alvorlig ødeleggelse av betongdekket p. g. a. rissdannelse, men den vil ikke forhindre dannelsen av disse. Enskjønt vi har hatt en del bryderi med rissdannelse, er det ikke blitt ansett økonomisk å armere av denne grunn. Da beliggenheten av rissdannelser aldri kan forutbestemmes, vilde beskyttelse mot disse ved hjelp av jernarmering bety at alle betongdekker måtte armeres og vi tror ikke at dette vilde være økonomisk for vårt spesielle arbeide. Vi har dog ikke funnet rissdannelse å være alvorlig, enskjønt den på ingen måte er ualmindelig.

Av en beretning fra 1927 sees at av 44 stater har 37 antatt Illinois' betongveiddekketverrprofil eller en modifikasjon herav, 24 bruker jernarmering på



en eller annen måte og 18 bruker tversgående dilatasjonsfuger. Av de 37 stater som bruker Illinois-profilet eller en modifikasjon av dette, bruker 5 hverken tversgående fuger eller jernarmering; 17 bruker både jernarmering og dilatasjonsfuger; 24 bruker bare dilatasjonsfuger; 2 bygger både uarmerte og armerte betongdekker uten dilatasjonsfuger, og inkludert i de ovenfor anførte er der 11 stater som bygger både uarmerte og armerte betongdekker med dilatasjonsfuger."

Dette var altså hvad brevet av 13. september 1928 berettet.

Da imidlertid 2 år i U. S. A., hvad veibygning angår, kan være et forholdsvis langt tidsrum, skrev jeg nu atter for å høre om der forelå noget nytt om betongveidekker.

I brev av 22. januar 1931 skriver min samme kilde blandt annet:

„Stort sett er mine synspunkter uttrykt i mitt brev av 13. september 1928.

Den gjennomsnittlige vedlikeholdsmkostning pr. mile grunnet rissdannelse er så liten at den kan sees bort fra, mens vedlikeholdsmkostningene p. g. a. tversgående sprekker utgjør hovedparten av vedlikeholdet av selve betongveidekket.

Der foreligger ikke noiaktige tall som viser vedlikeholdsmkostninger spesifisert for rissdannelsen og tversgående sprekker, men siste år var den gjennomsnittlige vedlikeholdsmkostning pr. mile for betongdekket alene 69,66 dollar, og av disse utgjorde 7,5 dollar maling av centerlinjen. Resten kan alt overveiende tilskrives vedlikeholdet av de tversgående sprekker, enskjønt de omfatter andre sprekker såvelsom alt reparasjonsarbeide.

I almindelighet er vedlikeholdsmkostningene av et betongdekke meget små det første år, derpå er der en svak økning de neste ett eller to år, hvorefter vedlikeholdsmkostningene av betongdekket er omtrent konstant i en periode av 4 til 5 år. Med ytterligere tiltagende alder tyder på at vedlikeholdsmkostningene av betongdekket kan øke litt. Med hensyn til å formidle trafikken er dog våre betongdekker, som blev bygget i 1924 (jeg hadde spesielt spurt om disse) i almindelighet i den samme gode forfatning som det første år de blev bygget.

Det er ikke skjedd nogen forandring i vårt standard betongveidekke siden mitt brev til Dem av 13. september 1928.

Dilatasjonsfugen scm anbringes fra 800—1000 fot innbyrdes avstand, er på ingen måte effektiv når det gjelder å eliminere tversgående sprekker og der er nogen tvil med hensyn til dens effektivitet, hvad angår å redusere de såkaldte „blow ups" som skyldes varmeutvidelse. Efter min mening skulde dilatasjonsfugene anbringes meget tettere enn dette for virkelig å forebygge „blow ups".

I denne forbindelse kan det interessere Dem å høre at Illinois veivesen har til hensikt å bygge adskillige seksjoner betongveidekker med jernarmering for å avgjøre i hvert fall i nogen grad den passende mengde og beliggenhet av armeringsjernet og den avstand mellom dilatasjonsfugene scm er mest effektiv i å forebygge tversgående sprekker. Det er vår mening i nogen av seksjonene å gå frem efter den teori, at sådanne sprekker skyldes temperatursprang innen selve betongdekket."

Såvidt min venn „the Engineer of materials". For å forebygge den eventuelle antagelse blandt leserne at Illinois ligger så langt syd at jernarmering i betongdekket skulde være mindre påkrevet enn i andre stater hvor denne brukes, kan opplyses at så ikke er tilfelle.

Jeg har selv i Illinois oplevet trykkende hete i siste halvdel av september og snestorm med sneplogkjøring i midten av oktober næst efter; enn videre 30° C. kulde i januar og over 20° C. varme i skyggen i februar. Kuldeperiodene pleiet ikke å vare så svært lenge ad gangen. I det samme strøk var snefallet i 1929 over 1 meter.

Foran er meddelt den årlige vedlikeholdsmkostning pr. mile for selve betongdekket. I denne forbindelse har det sin interesse å se også vedlikeholdsmkostningene for de øvrige deler av veien.

De nedenfor anførte tall er for kalenderåret 1929 og er de gjennomsnittlige vedlikeholdsutgifter pr. mile for 7284,89 miles, hvis bredde alt overveiende er 18 fot med 6 fot jordbankett på hver side; denne er forøvrig nu øket til 8 fot.

Vedlikehold av betongkjørebanen pr. mile . . . . .	\$ 69,66
Pukk på bankettene langs betongkanten pr. mile . . . . .	1,44
Jordbankettene . . . . .	68,59
Grofter og vannavløp . . . . .	32,70
Broer og stikkrenner . . . . .	13,63
Veivisere og varselssignaler . . . . .	12,47
Rekkverk . . . . .	7,57
Oprenskning og fjernelse av gresskanter . . . . .	52,51
Rensning av det område som tilhører veien . . . . .	9,26
Snerydning . . . . .	30,53
Sum pr. mile	\$ 298,36

Da fremgangsmåten i Norge rimeligvis vil bli den at veivesenet selv planerer ferdig veien, mens entreprenør utfører selve betongdekket, skal hitsettes bruddstykker av de spesifikasjoner som foreskrives i Illinois.

Hvor planeringen delvis består av gammel veibane eller hvor man kommer med en fylling på mindre enn 12" høi over en gammel vei, skal den gamle veibane rives op til en jevn dybde av ikke mindre enn 6". Alt bløtt og ustabilt materiale som ikke lett lar sig komprimere under valsningen eller stampningen, skal fjernes. Alle løse stener som man treffer på, skal fjernes eller brytes i stykker til en dybde av 6" eller mere under planeringens overflate. Planeringen skal vales med en motordreven valse som veier *ikke mindre enn tre og ikke mere enn fem tonn*.

Overalt hvor man ikke kan komme til med valsen, skal der stemples med en jomfru som veier ikke mindre enn 50 pund.

Dette var i korthet betongveidekkets utvikling i de siste 10 år i Illinois.

Som det sees, har man der til å begynne med antatt at man ved bygning av betongdekker kunde spare sig både dilatasjonsfuger og armering på basis av forsøkene ved Bates vei. Rike var de erfaringer man herunder gjorde, men det synes som om alle de efterfølgende år med den sterke påkjenning på Illinois'

veinett, både på den ene og den annen måte ikke har forløpet uten å etterlate både erfaring og økede kunnskaper.

Når Illinois nu igangsetter ytterligere forsøk og forskningsarbeider med henblikk på armeringsjernets mengde og dets mest hensiktsmessige beliggenhet, kan man vente sig meget.

Til sammenligning med Bates forsøksvei kan anføres nogen data fra en undersøkelse av uarmerte og armerte betongveidekker, foretatt av the Highway Research Board i 1925.

Undersøkelsen som gjaldt over 4800 km. vei blev ledet av ingeniør C. A. Hogentogler og han anførte følgende konklusjoner:

1. Antallet av sprekker med derpå følgende ødeleggelser er en funksjon av tiden; sprekkeantallet er således et mål for betongdekkets alder.

2. De erholdte data viser at jernarmering reduserte sprekke-dannelsen og øket således betongdekkets levetid. Dette gjelder både betongveidekker og andre dekker lagt på betongfundament.

3. Reduksjon i sprekke-dannelsen opnåes billigere ved bruk av jernarmering enn ved å øke betongdekkets tykkelse.

4. En større reduksjon opnåddes ved å bruke tynnere jernstenger tettere enn tykkere jernstenger i større avstand.

5. Ved å øke vekten av nettarmeringen fra 25 til 56 pund pr. 100 kvadratfot, redusertes sprekke-dannelsen betydelig.

6. Nettarmering, 25 til 56 pund pr. 100 kvadratfot reduserte sprekke-dannelsen 35 til 70 % i betongdekker av samme tykkelse.

7. Nettarmering, 25 til 56 pund pr. 100 kvadratfot og armering med jernstenger av 65 pund pr. 100 kvadratfot av hvilke 25 % gikk i lengderetningen, reduserte sprekke-dannelsen mere enn en forøkelse av betongdekkets tykkelse på 1 tomme, men 1 tommes forøkelse av tykkelsen reduserte sprekke-dannelse

sen mere enn jernarmeringsstenger (42 til 48 pund pr. 100 kvadratfot) anbragt bare i tverretningen.

8. Ved bruk av god pukkl i betongen, 56 pund nett-armering pr. 100 kvadratfot eller 170 pund jernstenger pr. 100 kvadratfot, hvorav 50 % hver vei, opnåddes den samme reduksjon i kombinert tversgående og langsgående sprekke-dannelse som ved en forøkelse av midttykkelsen på 2 tommer.

9. En nettarmering på 38 pund pr. 100 kvadratfot har vært effektiv for et tynt lag betong lagt som overflatefornyelse på en gammel betongvei.

10. En forøkelse av kanttykkelsen på 1" reduserte hjørnebrudd mere enn en nettarmering på 25 til 56 pund pr. 100 kvadratfot eller  $\frac{3}{8}$ " til  $\frac{3}{4}$ " rundjern-armering, men fortsatt ødeleggelse efter at hjørnesprekker hadde opstått, holdes i ave ved jernarmeringen.

11. All slags jernarmering over sprekker tjente til å holde sammen bruddstykkene.

12. Hvis der ikke var sørget for god glidning av jernstengene gjennom dilatasjonsfugene, opstod brudd og dermed følgende kostbart vedlikehold.

13. Ved lange betongdekker på 75—100 fot eller derover, forårsaker sterkere kantjernstenger enn  $\frac{1}{4}$  kvadrattomme hjørnerisser hvis jernene griper over i de efterfølgende dekker.

14. Man fant en bemerkelsesverdige overensstemmelse mellom resultatene av iakttagelsene på veier i bruk og de opnådde resultater ved en mengde forsøksveier og laboratorieforsøk.

Disse konklusjoners tall taler adskillig for sig selv, men nøiere vurdert og sammenholdt med de synsmåter som er blitt gjort gjeldende i Illinois, taler de så overordentlig meget mere.

Det er min personlige opfatning at Illinois ved å anbringe jernarmeringen i overensstemmelse med de anførte synsmåter vil opnå langt større nytte enn man andre steder hittil har opnådd. Det er bare synd at det skulde kreve så mange års praktisk erfaring for å uttenke nevnte teori.

## TRAFIKKENS OPRETTTHOLDELSE UNDER UTFØRELSE AV VEIDEEKKSARBEIDER

Når en gammel vei skal forsynes med nytt vei-dekke, må dette arbeide i almindelighet utføres samtidig som trafikken skal holdes gående i full utstrekning. Det vil da ofte opstå visse vanskeligheter både for veivesenet og for trafikantene, vanskeligheter som det gjelder å overvinne på en måte som tilfredsstillende begge parter. Om dette problem finnes der i det hefte I. av *Svenska Vägforeningens Tidskrift* en artikkel av civilingeniør H. Fredén, og da spørsmålet har vært og fremtidig enn mere vil bli aktuelt hos oss, tar vi oss den frihet å gjengi det vesentlige av herr Fredéns artikkel.

Ved nærmere eftertanke finner man at alle vei-dekksarbeider som regel kan utføres under trafikk, om enn med større eller mindre vanskeligheter og utgifter. Der gis naturligvis tilfelle, da man må avstenge trafikken, men dette bør ialfall ikke skje ved fornyelse av vei-dekket på en hovedvei, når denne ikke samtidig ombygges. Rent teknisk sett stiller problemet sig noget forskjellig for de tre hovedgrupper av vei-dekker, sten, asfalt og betong.

Et vei-dekke av smågatesten kan uten større vanskelighet utføres i veiens halve bredde. Efter midten anbringes enten en planke på høikant eller en bjelke som fastholdes med jernkiler. Hvis veien er smal, kan planken legges direkte på underlaget. Isåfall vil imidlertid, når planken tas bort, de to nærmeste



stenrader gjerne falle ut. På noget bredere veibane er der derfor ofte fordelaktig å legge sand på noget mere enn den halve veibane og legge planken i sanden. Da vil de ytterste stenrader bli stående selv om planken tas bort. Trafikkregulering er bare nødvendig i de tilfelle hvor trafikken er stor. De økede omkostninger for veidekkets utførelse under trafikk består altså i utgifter til planker og jernkiler, hvilke ting for øvrig kan brukes mere enn én gang, og som regel omsetning av en eller to rader sten i midten ved borttagning av planken. Det har vært fremholdt at et smågatestendekke, som er utført i halv bredde ad gangen, blir dårligere enn det som legges over hele bredden med én gang. Man kan også i enkelte tilfelle finne en ved uheldige værforhold synlig mindre senkning i midten av banen. En sådan senkning vil gjerne oppstå ved utførelse av alle slags veidekker under trafikk, men deres tilstedeværelse beror mere på feilaktig utførelse, enn på mangler ved utførelsesmetoden.

Asfaltdekker er kanskje de som er lettest å utføre under pågående trafikk. Av ekstra omkostninger har man praktisk talt bare utgifter til planker i midten av veien og til regulering av trafikken når denne er stor.

Spesielt bekvemme å utføre under pågående trafikk er visse moderne asfaltdekker som utlegges i kald tilstand. Man behøver nemlig ikke å arbeide bare på den ene halvdel av veien, idet trafikken kan foregå over hele veibredden under utlegningen av massen. Også cementbetong kan utføres mens trafikken foregår, om enn med noget større vanskeligheter på grunn av den forholdsvis lange tid som betongen trenger for å herde. Hvis man vil utføre en betongveibane i halv bredde ad gangen, kan man eksempelvis la den ene halvdel støpes først. Såfremt ikke veibredden er tilstrekkelig stor til at møtende trafikk kan foregå på den annen halvdel, kan man anordne møteplasser i sådan innbyrdes avstand, som trafikkintensiteten krever. Ved legning av den annen halvdel må disse møteplasser eventuelt legges over på den annen side av veien. Som en vanskelighet ved denne fremgangsmåte kan nevnes at utstående armeringsjern må bøies op samt at man i almindelighet må innhegne den støpte del med piggråd for å beskytte den.

Betongbanens kvalitet bør kunne bli like god enten den utføres i hel eller halv bredde. I siste tilfelle slipper man utgiftene til midtfugeplate. Da midtfugen blir rett er den dessuten noget lettere å vedlikeholde. Ved legning av den halve bredde ad gangen, bør man være opmerksom på at tverrfugene kommer midt imot hverandre på begge halvdelene.

Problemet kanskje mest interessante side er den rent økonomiske. Såfremt ikke trafikken kan foregå på den del av veien, hvorpå der arbeides, må den dirigeres ad andre veier; men i mange tilfelle er disse omveier ikke i sådan stand, at de uten videre kan formidle en stor trafikk. Sådanne veier må derfor utvides, veidekke og kanter må forsterkes og ofte må den frie synslinje forbedres. Disse arbeider utføres som regel bare for den tilfeldige trafikkbelastning som omveien må opta. For den normale trafikk var det kanskje upåkrevet. Omkostningene

for de nevnte arbeider beror selvsagt helt på omveiens kvalitet. I de tilfelle hvor arbeidet foregår under trafikk på hovedveien, påhviler vedlikeholdet ofte entreprenøren for arbeidet. Isåfall er entreprenøren nødt til å ta hensyn til disse vedlikeholdsutgifter i sitt anbud. Forsåvidt trafikken må henvises til en mere eller mindre provisorisk omvei, utføres vedlikeholdet av denne som regel av vedkommende veidistrikt. — Bruk av slike omveier medfører dessuten utgifter til opsetning av anvisninger for trafikken. Fordringene til sådanne er ofte store, og denne utgiftspost er ikke så ubetydelig. Hvis trafikken foregår på en vei under arbeide, må der også opsettes varselkiltter og anvisninger, men utgiftene hertil er i almindelighet ikke store.

Når en omvei må benyttes tvinges jo trafikantene som regel til å kjøre en lengere strekning. Herved økes altså trafikkomkostningene, d. v. s. utgiftene til brensel, gummi, slitasjen m. m., og det kan være av interesse å undersøke hvad dette gjør i penger.

For en overslagsberegning kan man regne at de gjennomsnittlige driftsutgifter for en bil andrer til 15 øre pr. km. Kjenner man da den økede veilengde og antallet av kjøretøier kan man lett regne ut den omtrentlige merutgift. Dette er nærmere belyst nedenfor med et par eksempler fra utførte veiarbeider sommeren 1930, nemlig legning av betongdekke på veien Arløv—Lomma—Bjerred, og stensetning av veien mellom Landskrona og Helsingborg.

Strekningen Arløv—Lomma var avstengt i 41 dager, omveien var 3,1 km. lengere enn hovedveien, og sommertrafikken var minst 1200 kjøretøier om dagen. Bilistenes merutgift var altså:  $1200 \times 41 \times 3,1 \times 0,15 = \text{ca. kr. } 23\,000$ . Antar man videre at hver bil befordret gjennomsnittlig 3 personer og at det tok 5 minutter lengere tid å kjøre omveien, blir det et tidstap av 300 timer pr. dag eller ca. 12 000 timer for hele arbeidstiden. Strekningen Lomma—Bjerred var avstengt i 48 dager, og den offisielle omvei var 10 km. lengere enn hovedveien. Trafikken på vedkommende årstid (okt.—des.) antas å være ca. 500 kjøretøier pr. dag. Den økede trafikkutgift blir kr. 36 000,00 og tidstapet 18 000 timer under samme forutsetning som ovenfor nevnt.

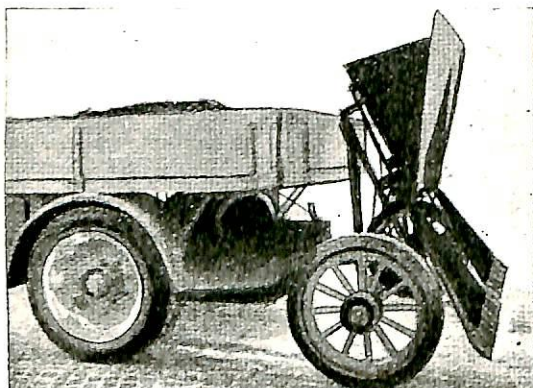
På strekningen Landskrona—Helsingborg, antas sommertrafikken å være 700 kjøretøier pr. dag. Den økede trafikkutgift blir ca. kr. 55 000,00 og tidstapet ca. 45 000 timer. De anførte tall er selvsagt omtrentlige, men de gir iallfall et begrep om de summer som det dreier sig om.

Når en vei skal forsynes med nytt dekke, er det ingen tvil om at det er hensiktsmessig og nødvendig å innhente alternative anbud på arbeidets utførelse, både under forutsetning av at trafikken skal holdes gående og at veien stenges helt. Ved hjelp av sådanne anbud, vurdering av vedlikeholdet og utbedring av eventuelle omveier samt beregning av trafikkomkostningene m. m. kan man altså sammenligne de forskjellige arbeidsmåter. Det må antas at iallfall bilistene vilde være takknemlige, om sådanne beregninger blev obligatoriske. Resultatet vilde sikkert bli en besparelse i tid og penger og en bedre utnyttelse av bilskatten og de øvrige pengemidler til veiene. —



## GRUSNING AV GLATTE VEIER ET NYTT DANSK SPREDEAPPARAT

I det danske tidsskrift „Stads- og Havneingeniøren“ nr. 3—1931 er i en artikkel: „Litt om et Amtsveivesens Vinterarbeider“ av veiasistent, cand. polytt. C. A. Kirkegaard, omhandlet et apparat til



Grusningsapparat sett fra siden.

utspredning av grus på glatte veier. Apparatet som sees i hosstående to illustrasjoner, tilkobles en lastebil og består av en trakt, hvori grusen fylles og i hvis bunn der finnes en roterende målekassemekanisme, som avhengig av bilens hastighet lar grusen passere i større eller mindre mengder gjennom en innstillelig sliss ut på skråttstilte spredeblokker. Under disses stadige rystelse og ved hjelp av riller på disses overflate fordeles grusen jevnt over veibanen i en bredde av 2,5 m. Spredebakkene bæres av en aksel, som løper på almindelige automobilhjul. Øverst i trakten finnes en rist til utsortering av sten samt en omrører til knusning av eventuelle frosne grusklumper.

Et sådant grusningsapparat blev prøvd i Roskilde amt i Danmark vinteren 1929, og det blev funnet å være så tilfredsstillende at man gikk til å organisere en rasjonell grusning av hele amtets hovedveinett. Amtet som har ca. 116 km hovedveier og hovedveigater, blev delt i 8 distrikter på ca. 15 km lengde, som blev forsynt med hver sitt grusningsapparat, hvorav de to tilhører amtsveivesenet. For de øvrige vedkommende blev der sluttet akkord med private vognmenn om grusningen. Vognmannen anskaffet selv apparatet, eller det blev stilt til disposisjon av amtsveivesenet, og han skulde med dette og med egne folk gruse veiene i sitt distrikt så ofte som det var nødvendig, ofte mere enn en gang om dagen. Betalingen for dette arbeide var kr. 1,20 pr. km

gruset vei. Dessuten leverte en del av vognmennene selv grusen.

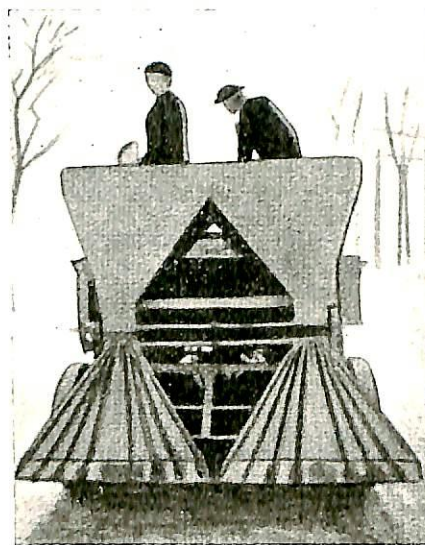
Efter de erfaringer man har gjort i Roskilde amt, kan man med en lastebil som inneholder 1,5 m<sup>3</sup> grus med en hastighet av 20—25 km i timen utføre en jevn grusning av en veistrekning på 3,0 km, altså med et forbruk av 0,5 m<sup>3</sup> grus pr. km. Grusen kjøres for størsteparten ut på veien og ooples på kanten i hauger på ca. 20 m<sup>3</sup> størrelse i en avstand av 3,0 km. Haugene dekkes tildels med tang av hensyn til frosten.

Regnes der med en kjørehastighet av 25 km i timen, kan en lastebil med to mann gruse 15 km på ca. to timer.

Utgiftene til en gangs grusning av amtets hovedveier blir da — når bortsees fra forrentning og amortisasjon av apparatene:

Grus 116 × 0,5 = 58 m <sup>3</sup> grus à 5,00 =	kr. 290,00
Grusning 116 km à kr. 1,20 =	„ 139,00

Ialt kr. 429,20



Grusningsapparat sett bakfra.

Ved gjennomførelse av denne ordning har det altså vært mulig å gruse alle amtets hovedveier på ca. 2 timer, og dette har man hittil ansett for tilfredsstillende; men man er forberedt på at man med den sterkt økende trafikk må anskaffe ennu flere grusningsapparater for å få grusningstiden ytterligere nedsatt.



## OVERHØIDER I VEIKURVER

Av avdelingsingeniør E. Aarskog.

I „Meddelelser fra Veidirektøren” nr. 1 for i år er gjengitt en artikkel av avdelingsingeniør *Odegaard* om overhøider i veisvinger, delvis som et utdrag av en lignende artikkel av *von Matern* i „Svenska Väg-föreningens Tidsskrift”. Av artikkelen får en nærmest det inntrykk at kjøring i kurver ikke er noget nevneverdig farligere enn kjøring på rett vei; overhøider nevnes således som til for „å bibringe bilisten en viss følelse av behagelighet”. Konklusjonen er også at bare de skarpeste kurver bør oplegges og det i en moderat grad. Beregningene peker i den retning, det er så, men mon man ikke kan sette et spørsmålstegn ved disse; iallfall bør de diskuteres videre før man foretar nogen slutning.

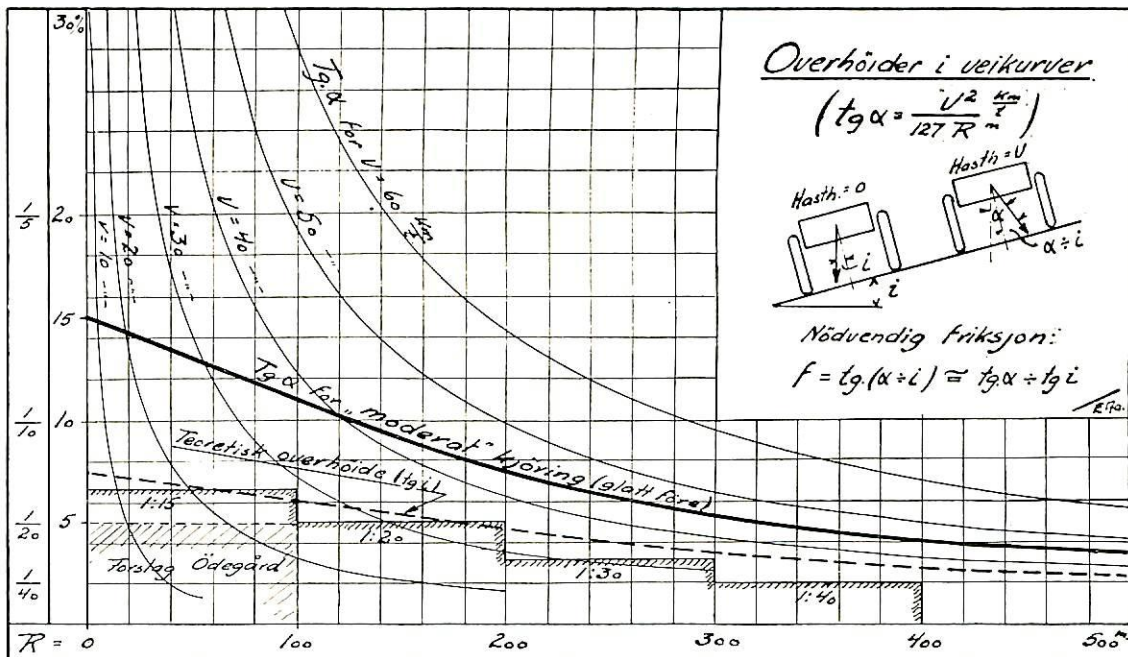
Det første som må skjerpe ens kritiske aktpågivenhet overfor det anførte, er at man ifølge diagrammet fig. 1 kan ta selv de skarpeste kurver med hastighet 30 km. pr. t. uten å risikere å velte. Det er jo innlysende at kurvene for de små radier må løpe ned mot hastighetens nullpunkt som ligger nedenfor diagrammets ramme. Nu, dette spiller jo en mindre rolle da veltning er mindre farlig enn sliring. Men det som uten tvil er en langt større feil, er at der er regnet med samme friksjonskoeffisient for en bil i sterk fart som for en bil som står stille. At det ikke kan være så, synes innlysende. Bare gummiens elastiske deforma-

sjon vil jo, når bilen er i gang, tillate en ganske stor forskyvning til siden for et sidetrykk. Med litt stor fart vil dessuten bilens hjul hoppe fra ujevnheter til ujevnheter og motstanden mot sideforskyvning er da meget liten. Man kommer sikkert sannheten meget nærmere om man antar at friksjonen avtar til henimot null ved de større hastigheter.

Man får en ganske god oversikt over problemet ved grafisk å fremstille hvorledes den vinkel som bilens trykk danner med veibanen varierer med hastigheten og kurveradien.

På vedstående diagram er tangens til resultantens vinkel med vertikalen angitt ved de svakt optrukne kurver for forskjellige radier; hver enkelt kurve svarer til en bestemt konstant hastighet.

Den tykt optrukne linje angir tilsvarende resultantens retning for en bil som kjører de forskjellige radier med en „moderat” hastighet. Denne er selvfølgelig helt skjønsmessig antatt og skulde angi den hastighet som man på forholdsvis glatt føre må vente at en flerhet av bilene vil kjøre med. Helt vilkårlig er jo ikke denne kurve innlagt; ved de større radier er den „moderate” hastighet satt lik lovens 45 km. og ved de mindre radier på en sådan måte at tg. til vinkelen med vertikalen stiger til ca. 0,15 ved de minste radier. Selv om bilen ved disse radier får hjelp



De svakt optrukne kurver angir tangens til resultantens vinkel med vertikalen. Den tykke linje angir tilsvarende resultantens retning for en bil som kjører de forskjellige radier med en „moderat” hastighet  $\alpha$ : den hastighet som man på forholdsvis glatt føre må vente at en flerhet av bilene vil kjøre med. Den strekede linje angir den teoretiske overhøide som er avpasset slik at de som kjører med „redusert” og de som kjører med liten fart blir tilgodesett i omtrent like stor grad. Den avtrappede linje angir den praktiske anvendelse av den teoretiske overhøide.

av en passende overhøide, vil den ikke tåle stort større vinkler på glatt føre, som jo må legges til grunn for disse betraktninger.

Om kurven har truffet hvad de fleste vil betegne som „moderat” kjøring eller ikke, får stå hen, men den angir iallfall tg. til vinkelen mel. resultant og vertikal for biler som i de forskjellige kurver kjører med disse hastigheter, og man kunde hjelpe disse biler helt over slingringsfaren ved å gjøre tg. til overhøiden tilsvarende stor. Å gå så langt med overhøiden vilde selvfølgelig være for meget, man vilde jo da gjøre sliringsfaren for de biler som kjørte kurvene med meget små hastigheter, tilsvarende stor i motsatt retning. Det gjelder her å finne den gyldne middelvei.

Det kunde forsåvidt være nokså rimelig å ta omtrent like stort hensyn til alle de biler som kjører med hastigheter mellom null og den moderate hastighet. Å la hestetrafikk og annen ferdsel veie mer enn biltrafikk synes iallfall for våre hovedveier ikke å være berettiget. De som kjører sakte og forsiktig, bør jo tilgodesees, men på den annen side kan man ikke se bort fra at en sliring ved litt større fart jo medfører et langt større færemoment enn sliring ved de små hastigheter. Man hører ofte sagt at bilene får se å rette hastigheten efter den tilstand veiene er i, men dette er ikke holdbart; veiene må rette sig efter den fremherskende trafikk iallfall sålenge denne er både moderat og lovlig, og man må ved overhøider søke å hjelpe så mange som mulig.

Det vilde da være naturlig å gjøre overhøidene slik at de som kjører med liten fart og de som kjører med „moderat” fart, tilgodesees i omtrent like stor grad, hvad fare angår. De som kjører med hastigheter større enn hvad linjen for moderat kjøring tilsier, får ta ansvaret selv.

Å ta like stort hensyn til de saktekjørende og de moderat-kjørende vil ikke si det samme som å legge

overhøidelinjen inn midt mellom nullinjen og moderatlinjen. Her kommer nemlig inn det at friksjonen ved de små hastigheter er omtrent som friksjon ved hvile, på glatt føre ca. 0,1, mens den friksjon som kan påregnes for en bil i fart må settes betydelig lavere.

Den teoretiske linje for overhøidene skulde derfor ved radier ned mot null passende bli å legge inn midt imellem nullinjen og „moderat-linjen”, mens den for større radier måtte legges forholdsvis nærmere „m”-linjen. Den kunde f. eks. på det parti hvor den moderate hastighet er 45 km. legges dobbelt så langt fra nullinjen som fra „m”-linjen. På denne måte kommer man til den teoretiske overhøidelinje som på diagrammet er inntegnet med en streket linje.

Å følge den teoretiske kurve i ett og alt vilde jo ikke være praktisk; men å slutte med overhøider allerede ved  $R = 100$  synes ikke rimelig. Da vilde der ved radier litt over 100 opstå et kritisk punkt farligere enn ved de små radier.

En passende avtrapning vilde vel være det beste og da f. eks. overhøide 1 : 15 for  $R = 0-100$ , 1 : 20 for  $R = 100-200$ , 1 : 30 for  $R = 200-300$  og 1 : 40 for  $R = 300-400$ .

I Frankrike har nylig Arbeitsministeriet utferdiget bestemmelser om veienes tverrprofil og overhøide i kurver; kfr. hvad herom er oplyst i en notis under „Mindre meddelelser” i nærværende hefte.

Hvorvidt man skal benytte overhøider for radier større enn 300 m. får naturligvis den enkelte avgjøre for hvert tilfelle, men at man bør benytte overhøider for radier større enn 100 m. synes å være oplagt. Vedlikeholdet og utseendet tilsier også dette. En kurve med passende overhøide „ligger” langt bedre i terrenget enn en plan kurve og dette gjelder også de store radier. Det er omtrent det samme som for broer. Hvis de ikke har en passende overhøide, får man uvilkaarlig en følelse av at broen holder på å svikte for belastningene.

## TRELAST KJØRES 90 KM MED BIL

Av overingeniør *Korsbrekke*.

Biltransport av trelast er en dagligdags ting, men det torde dog ha sin interesse å gi noen opplysninger om en større transport som siste år blev utført i Nord-Trøndelag over en avstand av ca. 90 km. Inne ved svenskegrensen ligger de to små fjellbygder Nordli og Sørli. Begge har adskillig skog og bra fløtningsvassdrag, men bare ett av vassdragene går vestover. De øvrige går østover. På grunn av dette forhold er skogen tidligere for en vesentlig del solgt til Sverige. Imidlertid har prisen for den østgående trelast alltid vært adskillig lavere enn for den vestgående. Følgelig har man søkt å få mest mulig av trelasten vestover.

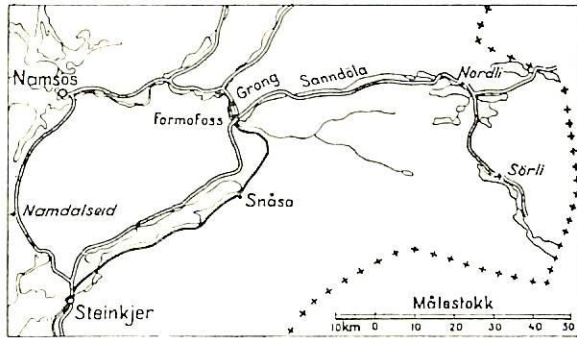
Høsten 1929 bestemte et norsk firma sig for å gjøre et forsøk med biltransport til nærmeste norske jernbanestasjon, Formofoss. Firmaet innkjøpte i grense-

traktene ialt ca. 7000 m<sup>3</sup> tømmer, som derefter blev skåret og tilvirket i nærheten av mellemeriksveien Sandølaveien. Så snart veien blev farbar våren 1930, begynte transporten av den ferdige last. Driften pågikk uten avbrytelse til midten av oktober samme år, da hele partiet, ca. 1400 standard, var avvirket og fremkjørt.

Veien er nokså tarvelig. Den har en kjørebredde av ca. 3,0 meter med utvidelser og møteplasser, svakt veidekke, mange skarpe kurver og 2 krappe slyng. Terrenget er delvis stygt.

Transporten blev utført med 1,5 tonn lastebiler med to-hjulede tilhengervogner. Alt gikk godt. Der benyttedes efter behovet 5—8 biler, som kjørte to skift i døgnet (16 timer). Gjennomsnittlig gikk det ca.





13 biler i hver retning pr. døgn. Der kjørt pr. lass ca.  $1\frac{1}{4}$  standard med en nettovekt av ca. 4230 kg. tilsvarende en egenvekt for trelasten av ca. 0,7. Bilens akseltrykk var tilnærmet: 1200 kg. foran, 2900 kg. bak og for tilhengervognene 2300 kg. Transporten var bortsatt på akkord til chauffører som selv eiet sine biler. Prisen var kr. 30.— pr. standard ekskl. lessing og avlesning. Transportlengden var som nevnt 90 km. Hver tur utgjorde således 380,7 tonn/km., og betalingen pr. tur blev kr. 37,50, hvilket gir en tonn-kilometerpris av 9,85 øre og en vognkilometerpris av 20,8 øre. Den daglige inntekt pr. bil blev kr. 75.—.

Resultatet av driften synes tilfredsstillende både for firmaet og chaufførene. Foretagendet hadde for øvrig sin meget store betydning derved at inntekten av trelastens foredling og transport m. v. denne gang gikk til norske borgere. Nevnes bør det også at bilene her skaffet våre statsbaner en pen ekstraintekt gjennom transporten fra Formofoss til havnen i Steinkjer.

## MINDRE MEDDELELSER

### LETTELSER I BILTRAFIKKEN MELLOM SCHWEIZ OG ITALIA

For kort tid siden blev der vedtatt en overenskomst mellom Italia og Schweiz, som vil medføre adskillig lettelse i automobiltrafikken mellom de to land. Automobile fra det ene land kan således kjøre helt skattefritt i det annet inntil 90 dager i et år, og året regnes da visstnok fra datoen for den første innreise. Hvis bilen etter et kortere opphold forlater landet og senere kommer tilbake en eller flere ganger, blir varigheten av de enkelte opphold sammenlagt. Etter utløpet av de 90 dager, må  $\frac{1}{12}$  av årsavgiften betales for den løpende måned, og videre  $\frac{1}{12}$  for hver påbegynte måned, hvorover oppholdet strekker sig.

Videre har begge land gjensidig forpliktet sig til ikke å forlange internasjonalt legitimasjonsbevis for de nevnte 90 dager. En automobilist fra det ene land kan altså i 90 dager i løpet av et år kjøre i det annet land på sitt almindelige vognkort og førerkort. Kjøretøiet må foruten med almindelig politiskilt også være forsynt med nasjonalitetsskilt; schweiziske vogner med bokstavene CH, italienske vogner med bokstavet I. For lastebilenes vedkommende er dog overenskomsten mindre vidtgående. Bare de som er registrert i grensdistriktene, nyter gjensidig skattefrihet i 90 dager.

### FINNLANDS VEIFORBINDELSER MED ISHAVET.

Ifølge en uttalelse til „Vardø Tidende“ av den norske konsul i Petsamo, herr *Rauankeimo* er der i høst og i vinter opfisket ialt ca. 200 000 kg sila og næsten hele partiet er sendt iset til Rovaniemi og derfra med jernbanen fordelt videre utover Finland. Det har vært utelukkende garnsild, og den er blitt forholdsvis bra betalt.

Et par hundre tønner av den er blitt saltet i Petsamo.

Veien gjennom det nordlige Finland fra Rovaniemi til Ishavet er nu helt ferdig og overtatt også for det siste stykkes vedkommende helt til Linhammaren (ca. 8 km utenfor Trifonia). En liten kai er også opført her, men det er fremkjørt materialer til en storkai som skal bygges der.

Havnen er helt isfri og blir Nord-Finnlands første av denne kategori.

Man har nu god veiforbindelse fra Petsamo til Helsingfors uten avbrytelser.

### FRANSKE VEIERS TVERRSNITTS-UTFORMNING

(Verkehrstechnik 1931).

I en nylig utsendt rundskrivelse fra det franske ministerium for de off. arbeider heter det bl. a. om veiernes tverrfall og om overhøider i kurver: Med hensyn til tverrfallet så skal veier med 5 til 7 m. bredde med dekker av tjære, goudron, bitumen, og asfalt ha tverrfall  $\frac{1}{60}$  til  $\frac{1}{80}$ ; ved dekker av betong og brolegning  $\frac{1}{80}$  til  $\frac{1}{100}$ . Dette betyr i forhold til tidligere bestemmelser et mindre tverrfall enn før. For større veibreder skal brukes et parabelformet tverrfall med tangentheldning mot kantene på  $\frac{1}{40}$ .

Overhøider i kurver skal på den del av tverrprofilen som vanlig trafikkeres være mellom 3 og 6 pct. ( $\frac{1}{33}$ — $\frac{1}{16,7}$ ). For kurveradier mindre enn 150 m. skal veien utvides på yttersiden og kan her gives overhøide op til 12 prosent ( $\frac{1}{8,3}$ ). Utvidelse kan også gjøres på kurvens innerside; overhøiden for dette parti skal være mindre enn for tverrprofilen ellers for derved å tilgodese den langsomtjørende trafikk.

For partier som ligger inn til veien, men som ikke er beregnet på alm. trafikk skal heldningen være som tangenten til veiens krumning.

Sterkt heldende veiprofiler skal ved heving av sidekantene søkes å gjøres flattere så trafikken kan nyttiggjøre sig også kantene. E. Aa.

### AUTOMOBILVEI KÖLN—DÜSSELDORF

Efter hvad VDI-Nachrichten meddeler, skal bygning av automobilveien mellom Köln og Düsseldorf påbegynnes i disse dager. Veien skal danne en fortsettelse av automobilveien Köln—Bonn, hvorom henvises til „Medd. fra Veidirektøren“ nr. 6 — 1929. Den nye vei er anslått å koste i alt 16 millioner Rm. Den blir 28,9 km. lang og 16 m. bred og er bestemt utelukkende for automobiltrafikk.

### NY AUTOMOBILFERJE I DANMARK

Den 1. november 1930 innsatte de danske statsbaner en automobilferje „Heimdal“ i ruten Korsør—Nyborg. Ferjen er dieselmotordreven og har god plass til 44 biler. Under automobildekket er det spisesal med 50 sitteplasser og over er det et promenadedekk med to salonger, en for røkere og en for ikke røkere. Den første er størst.

Nordisk Järnbanetidsskrift.

## SVENSKA VÄGAKTIEBOLAGET SKAL UTFØRE VEIARBEIDER I RUMENIEN

Ifølge „Svensk Vägtrafiktidning” er det overdratt Svenska Vägaktiebolaget betydelige veidekksarbeider i Rumeniens. Det gjelder over 500 km. vei, som skal forsynes dels med permanente, dels med halvpermanente dekker. De førstnevnte skal utføres i en asfaltbetong, den såkalte Amiesite, som er Vägbolagets spesialdekk og som i de senere år har funnet en utstrakt anvendelse i Sverige og Finland. Nogen svenske ingeniører m. fl. er reist til Rumeniens for å forestå arbeidets utførelse, som antagelig vil ta en tid av 6 år.

### FLETTVERK PÅ BROREKKVERK

Nesbrøen på Fageines, hvor det er bymessig bebyggelse, har vanlig åpent rekkverk. Der har druknet flere hunder, og mødrene har levet i stadig angst for sine småbarn. Ingeniør Paus har festet flettverk til rekkverket, 2—3 kr. pr. m.: Ingen flere hundemord, takk og pris fra mødrene, lovord i den lokale presse, 3: „Valdres”. Pengene kom fra en basar.

C. C.

### FORBEDRING AV INNFARTSVEIENE TIL PARIS

For å kunne gjennomføre forbedringer av innfartsveiene til Paris har generalrådet besluttet å opta et lån på 700 millioner franc. Herav vil 200 mill. bli anvendt innen det egentlige byområde og 500 mill. i byens omegn. I påvente av lånets istandbrngelse er foreløbig bevilget 15 mill. franc. til utarbeidelse av en plan for de nødvendige forbedringer og til påbegynnelse av de mest påtrengende arbeider.

*Revue Générale des Routes.*

### VERDENS STØRSTE HENGE BRO

Arbeidet med den projekterte bro over „Den gyldne port” ved San Francisco aktes påbegynt i vår. Det blir en hengebro, hvis hovedåpning får en spennvidde av 1280 m., altså over 200 m. mere enn hovedspennet i den under arbeide værende Fort Lee-bro over Hudson-elven ved New York; denne siste har en lysåpning av 1067 m.

*V.D.I.-Nachrichten.*

## PERSONALIA

Forhenværende avdelingsingeniør ved veivesenet i Hedmark fylke, *Marcus Marcussen*, avgikk ved døden den 30. mars d. å., 63 år gammel. Han blev ansatt i veivesenet i 1896 og hele hans 30-årige virksomhet som veiingeniør falt i Hedmark fylke, hvor han siden 1898 var avdelingsingeniør ved Kongsvinger avdeling, inntil han i 1926 tok avskjed på grunn av svekket helbred. Ingeniør Marcussen forestod i sin funksjonstid utførelsen av flere større vei- og broanlegg, bl. a. de store broer over Glommen ved Sandstad og Flisen. Han deltok også noget i det offentlige liv og var bl. a. en tid viseordfører i Kongsvinger.

## LITTERATUR

### *Veitjære av norsk gassverktjære kontra importerte asfaltprodukter.*

Således heter en liten brosjyre, som er utsent av Nordiske destillasjonsverker A.S ved direktør H. A. Wettergreen. Det fremgår av brosjyren hvilket veldig omfang bruken av nasjonale tjæreprodukter for veibygning særlig i de senere år har fått i utlandet. Også i Norge fremstilles ved forskjellige fabrikker førsteklases veitjære for de forskjellige veiarbeider, men forbruket herhjemme har hittil vært litet. Mens Danmark og Frankrike destillerer  $\frac{2}{3}$  av sin gassverks tjære til veitjære benytter Norge bare  $\frac{1}{9}$ . Dette er uheldig både nasjonaløkonomisk og i veiteknisk henseende. Av de forskjellige uttalelser som er gjengitt i brosjyren fremgår dette. Merkelig nok er det Bergen, som uten sammenligning er den største norske forbruker, tiltross for de ugunstige værforhold der. Om erfaringene derborte skriver Bergens veichef, A. Bolann følgende:

„Bergens veivesen har i et tidsrum av ca. 15 år anvendt veitjære såvel ved nyanlegg som ved vedlikehold av eldre veidekker.

Efterat man blev overbevist om fordelene ved å anvende tjærebehandlede veidekker, er der planmessig arbeidet mot det mål å få utskiftet med sådanne alle gjenværende makadamveier og gater. Hittil er ca. 36,6 km. gater og veier behandlet med veitjære, emulsjoner m. v. men hovedsakelig er anvendt overflatebehandling med varm veitjære.

Resultatet av behandlingen er stort sett meget tilfredsstillende og er såvel vedlikeholds- som renholdsutgiftene redusert så meget at også den økonomiske fordel ved disse veidekker er utvilsom.

Oveflatebehandling med varm veitjære er den fremgangsmåte som vi har funnet egner sig best for våre forhold og som billigst og hurtigst fører frem til foreløbig tilfredsstillende veidekker, inntil det blir økonomisk overkommelig å gå over til de mere permanente, hvor dette etterhånden viser sig ønskelig.

For å opnå et gunstig resultat, må der minst 2 ganges overflatebehandling til, men da kan der selv under sterkere trafikk gå flere år uten at noe vedlikehold er nødvendig. Oveflatebehandling har uten nevneverdige ulemper vært anvendt i stigninger op til 1:10.

Efterat veitjærefabrikasjonen blev optatt i Norge, er der i Bergen vesentlig anvendt norsk veitjære. Denne synes nu å stå på høide med den utenlandske og har som nevnt her i byen gitt meget tilfredsstillende resultater.”

### *Norges tekn. høiskole. Materialprovningsanstalten 1928—29.*

Av nytt i denne årsberetning kan nevnes en tabell over *humussyrens* innflytelse på trykkfastheten ved forskjellige møtelblandingsforhold.

Mengden av humussyre bedømmes ikke som før kjent efter færvens utseende, men uttrykkes tallmessig ved hjelp av et prismskalorimeter, idet man bestemmer styken av den fra sanden utvaskede oppløsning i forhold til en bestemt valgt normalfarve hvis færvestykke betegnes med 1. Sand med humustall = 1 sees å ligge på grensen av anvendelighet til mørtel.

A. K.

### UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSLO

Abonnementspris: kr. 10,00 pr. år. — Annonsepris:  $\frac{1}{4}$  side kr. 80,00,  $\frac{1}{2}$  side kr. 40,00,  
 $\frac{3}{4}$  side kr. 20,00.

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