

## Stabilitetsundersøkelse av elvebredden på Bragernes i Drammen (Stability of a river bank in Drammen)

Sivilingeniør Bjørn Kjærnsli, M. N. I. F.

DK 624.131 (482.5)

Denne artikkel innledes med en omtale av en rekke skred som har foregått langs elvebredden på Bragernes i Drammen. Det første skred som er beskrevet tidligere fant sted i 1749. Den direkte årsak til skredene er antatt delvis å være erosjon, artesisk trykk i grunnen og overbelastning av elvebredden.

Norges geotekniske institutt har utført grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger representert ved fem profiler fordelt langs elvebredden over en lengde av ca 200 m.

Artikkelen gjengir resultatet av grunnundersøkelsene. Videre angis teorien for de anvendte beregningsmetoder, for såkalt  $s_u$ -analyse og  $c\phi$ -analyse.

Beregningsmessig sikkerhet av elvebredden er etter  $s_u$ -analysen 0,71 og tilsvarende for  $c\phi$ -analysen ca 1,3. Artikkelen konkluderer med at sikkerheten av en naturlig skrånning mot utglidning i alminnelighet ikke bør beregnes ved en  $s_u$ -analyse, men ved en  $c\phi$ -analyse.

### Innledning

I løpet av de siste 200 år er det foregått en rekke skred på Bragernessiden av Drammenselven, idet lokale partier av elvebredden på strekningen ovenfor Bragernes Torv og Drammensbrua er rast ut.

Statsgeolog dr. Gunnar Holmsen har etter oppdrag fra stadsingeniøren i Drammen i en utredning (Holmsen 1924) samlet historiske data vedrørende elvebrudd og grunnundersøkelser samt tidligere uttalelser fra generaldirektører, kanal-direktører, havnedirektører m. fl. Årsak til skredene og fremtidig forebyggende arbeid er for 7 elvebrudd fremlagt av en oppnevnt ingeniørkommisjon.

De eldste opptegnelser som omtaler grunnforholdene på Bragernes skriver seg fra 1707. Det står her at „Grunden er af den Beskaffenhed at en Stenkirke ikke kan opsættes”. Første elvebrudd som finnes beskrevet fant sted i 1749, „hvorved husbygning og to sjøboder pludselig sank”. Siden er det gått slag i slag eller rettere ras i ras, med et ras ca hvert 30. år, i 1749, 1776, 1804, 1836, 1866, 1896 og 1924. Se fig. 1. Det siste ras hvor mer enn 100 m<sup>3</sup> raste ut inntraff i 1924. (Holmsen 1924). Om periodisiteten skal holde stikk, kan en ikke føle seg helt trygg på Bragernes nå om dagen.<sup>1</sup>

Etter å ha lest de forskjellige utredninger har en inntrykk av at meningene gjennom tidene stort sett har vært like. Som årsak til elvebruddene er angitt elveerosjon og overbelastning av elvebredden, samt artesisk trykk i grunnen og en viss oppbløting av leiren som følge av vanntilslig fra Bragernesåsen. Det synes som om det spesielt er oppbløting av den „syge ler” som har beskjeftiget de forskjellige fagfolk. Foruten en belastning av elvebunnen med faskiner og steinkasting er

<sup>1</sup> Etter at dette manuskript var ferdig, fant det januar 1955 sted et skred på Viktoriatomten, Øvre Strandgate 29, hvor ca 85 m av elvebredden raste ut i elven.

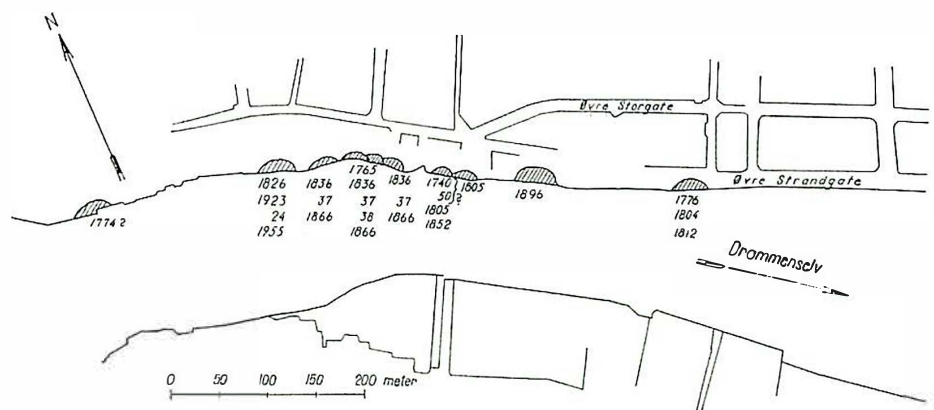


Fig. 1. Situasjon med angivelse av rassteder.

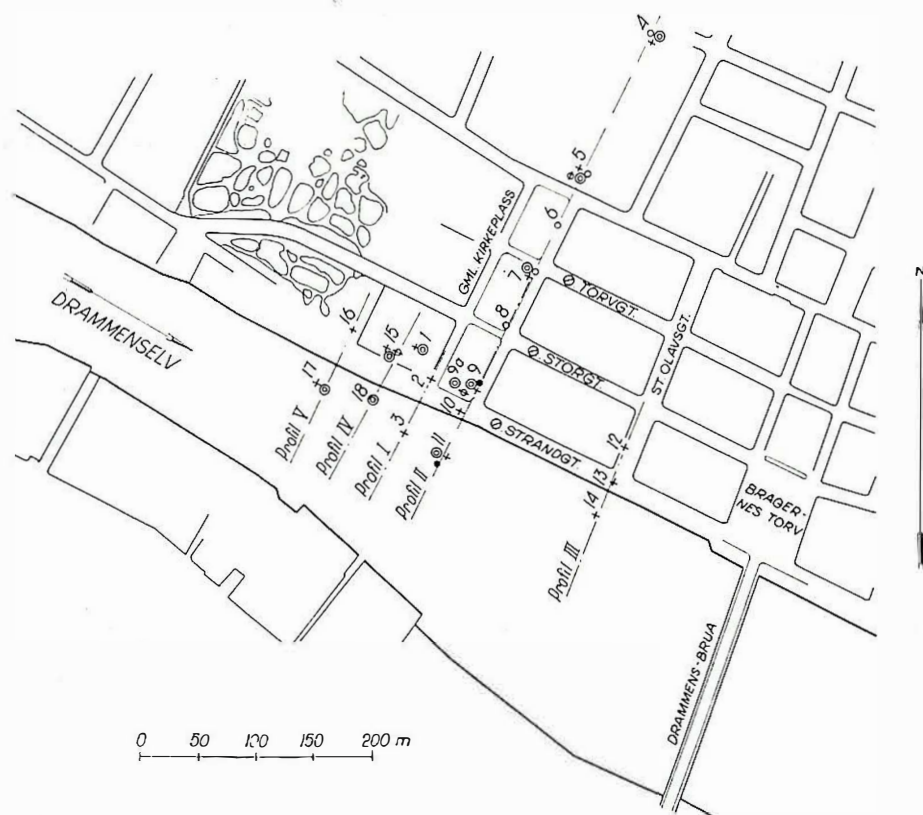


Fig. 2. Situasjon med angivelse av borpunkter.

det derfor som et ledd i å forhindre videre skred lagt stor vekt på å få stengt av alt vann som renner inn i leiren enten som overflatevann eller som oppkomme fra revner i fjellet under leirlaget.

Det ligger utenfor rammen av denne artikkel å kommentere tidligere arbeider vedrørende elvebrudd på Bragernes, men stort sett må man fastslå at selv med den geotekniske viten man besitter i dag, avkrever disse arbeider all respekt.

Drammen kommune har delvis tatt konsekvensen av de gjentatte elvebrudd, og i dag er store deler av Bragernes, hvor elvebruddene har funnet sted, lagt ut til park eller lett bebygget.

Av hensyn til en eventuell fremtidig prosjektering av høybebyggelse og ferdsselsårer for tungtrafikk på de tidligere utsatte deler av Bragernes ga Drammen kommune i 1953 Norges geotekniske institutt i oppdrag å uttale seg om stabiliteten av elvebredden på Bragernessiden. Nedenfor skal kort gjengis resultatene av den første del av de utførte undersøkelser.

Forfatteren er Drammen kommune takknemlig for tillatelsen til å publisere resultatet av de utførte undersøkelser. Videre takkes kolleger ved instituttet, spesielt sivilingeniørene L. Bjerrum og R. Sevaldson for verdifull assistanse ved utarbeidelsen av denne artikkel, sivilingeniør A. Øverland takkes for gjennomlesning av manuskriptet.

#### Utførte grunnundersøkelser

Norges geotekniske institutts undersøkelser er bare delvis utført, idet grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger foreløpig er begrenset til å omfatte elvebredden mellom St. Olavsgt. og området vest for Gamle Kirkeplass (fig. 2). De ut-

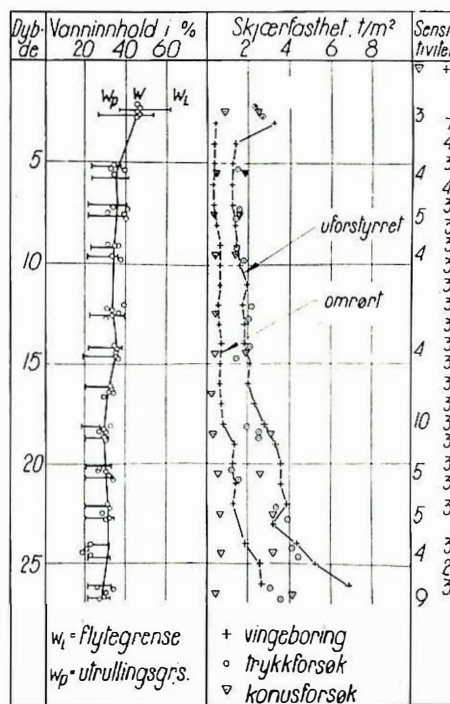


Fig. 3. Bordidiagram for en typisk boring.

førte grunnundersøkelser har bestått i sonderboring, vingeborring, prøvetagning og poretrykkmåling.

Undersøkelsene er konsentrert i fem profiler som vist i fig. 2. Profil I, IV og V går over tomten vestenfor Gamle Kirkeplass, profil II går gjennom Gamle Kirkeplass, og profil III langs St. Olavsgt. Grunnforholdene ved en typisk boring, boring 7, fremgår av borprofil, fig. 3, hvor det er angitt diagrammer for naturlig vanninnhold, flyte- og utrullingsgrense samt skjærfastheter og sensitiviteter.

*Beskrivelse av grunnforholdene*

På grunnlag av samtlige boringer kan grunnforholdene karakteriseres ved at det innenfor kai-linjen er oppfylte masser, sand og tørrskorpeleire til 3—5 m dybde. Under disse øvre lag og under elvebunnen består grunnen av en homogen marin leire til stor dybde.

Skjærfastheten, bestemt med vingebor eller ved trykkforsøk, øker forholdsvis jevnt med dybden, og leiren kan betegnes som bløt ned til ca 15 m dybde og middels fast under denne dybde. Ute ved elven er leiren middels sensitiv, og sensitiviteten øker stort sett med avstanden fra elven. Det er bare innenfor Øvre Torvgate påvist kvikkeleire.

I figur 4 som viser et gjennomsnittprofil av profilene I, II, IV og V, er tegnet opp skjærfasthetsverdier av leiren bestemt med vingebor. Gjennom de enkelte punkter er trukket en kurve som viser skjærfastheten som funksjon av dybden. Tilnærmet finner man at skjærfastheten øker

lineært med dybden. For boringer innenfor kaien vil en rett linje trukket gjennom målepunktene forlenget oppad gi skjærfasthet = 0 ca i høyde med terreng. Leiren under de øvre lag er således normalt konsolidert, dvs. at den er konsolidert for den belastning som den i dag er utsatt for.

For boringene ute i elven gir en tilsvarende linje en skjærfasthet som er større enn null i høyde med nåværende elvebunn. Leiren er her overkonsolidert, det vil si at den er konsolidert for større belastning enn det overlagingstrykk som den i dag er utsatt for.

Resultatet av poretrykkmålingene er vist i fig. 5. Poretrykket er ved de tre boringer hydrostatisk til 15—20 m dybde tilsvarende vannstand ca 1,5 m under terreng. Det er således ikke påvist artesisk trykk ved måling av poretrykk ned til 20 m dybde.

*Stabilitetsberegning  
Beregningsprinsipp*

Hvorledes beregnes så sikkerheten av elvebredden mot utglidning?

Tidligere leirras har tydelig vist at utglidningen foregår langs en mer eller mindre krum glideflate. Det synes derfor rimelig å beregne stabiliteten av elvebredden for forskjellige valgte glideflater, idet man for hver valgte glideflate sammenligner de opptredende skjærspenninger med skjærfastheten langs den valgte glideflate. Coulomb (ca 1770) nyttet rettlinjede glideflater ved beregning av jordtrykk. Svenskene Petterson, Hultin og Fellenius (ca 1916) sammenlignet skjærspenninger og skjærfasthet langs sirkulære glideflater og etter-

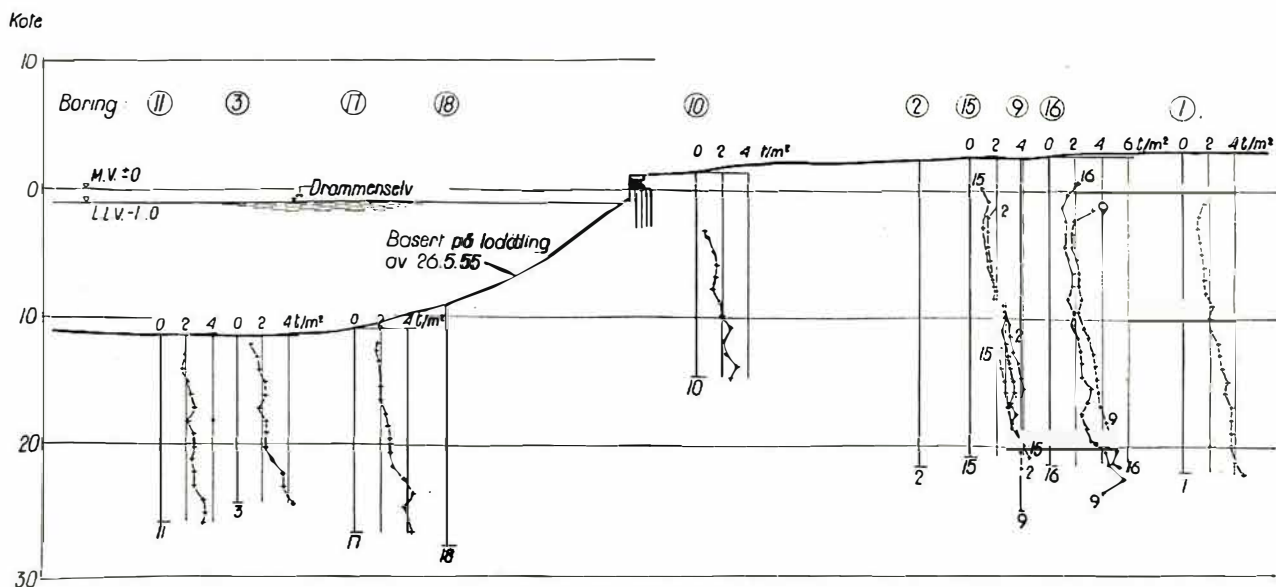


Fig. 4. Gjennomsnittprofil med angivelse av udrenert skjærfasthet bestemt med vingebor.

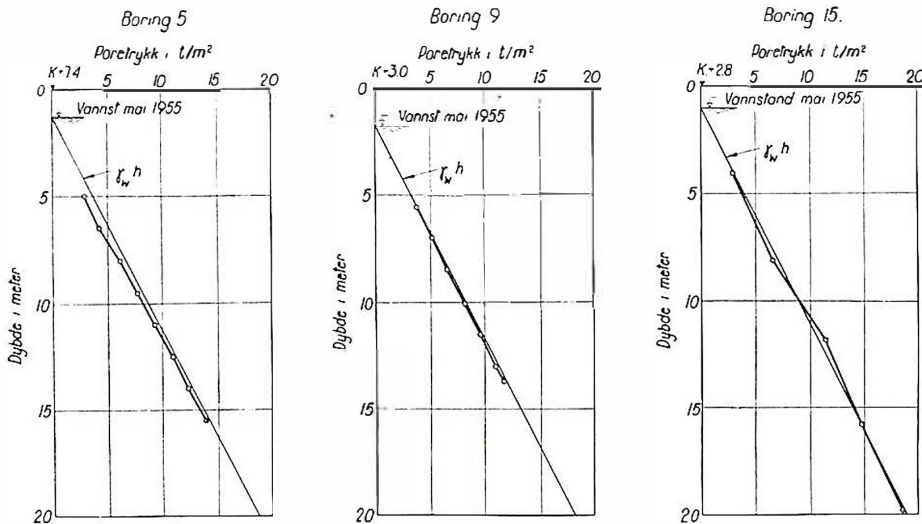


Fig. 5. Resultat av poretrykkmåling.

prøvde metoden på skråninger hvor utglidninger allerede hadde funnet sted.

Det er ingen grunn til å tro at glideflaten i virkeligheten er en eksakt sirkulærsylindrisk flate. Hvor forholdene stort sett er homogene, uten lag med utpreget lav skjærfasthet, vil imidlertid en sirkulærsylindrisk flate være en tilstrekkelig god tilnærming til de glideflater som er observert ved inntrufne skred<sup>1</sup>.

Summen av skjærspenninger langs en sirkelflate kan beregnes uten at man kjenner fordelingen av skjærspenningene langs glideflaten. Den gjennomsnittlige skjærspenning langs en sirkulærsylindrisk glideflate bestemmes ved en enkel betraktning av momentet om sirkelens sentrum. Sikkerheten mot utglidning av det valgte glidelegeme er definert som forholdet mellom gjennomsnittlig skjærfasthet og skjærspenning langs den valgte glideflate.

Skjærfastheten er i alminnelighet definert som en grenseverdi for skjærspenningene, dvs. skjærfastheten er lik skjærspenning i bruddplanet ved brudd. Gjennomsnittlig skjærfasthet langs den valgte glideflate kan lett bestemmes hvis skjærfastheten i de enkelte punkter langs glideflaten er kjent.

Sikkerheten av en skråning mot utglidning blir bestemt som den minste beregnede sikkerhet av flere antatte glideflater.

### Skjærfasthet

For betong og stål kan en i praksis regne med konstante fasthetsverdier. For jord er imidlertid skjærfastheten avhengig av de spenninger som virker på bruddplanet. Dette kommer til uttrykk

i den ligning for skjærfastheten som i sin enkleste form ble fremsatt av Coulomb i 1770:

$$s = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi = c + \bar{\sigma} \operatorname{tg} \varphi$$

hvor:

$$\begin{aligned} c &= \left. \begin{array}{l} \\ \varphi = \end{array} \right\} \text{skjærfasthetsparametere} \\ \sigma &= \text{total normalspenning} \\ u &= \text{poretrykk} \\ \bar{\sigma} &= (\sigma - u) = \text{effektiv normalspenning} \end{aligned}$$

Av dette uttrykk for skjærfastheten fremgår det at skjærfastheten i et plan i en jord med gitte skjærfasthetsparametere  $c$  og  $\varphi$  bare er avhengig av den effektive normalspenning på planet. Det må bemerkes at det er effektiv normalspenning i bruddøyeblikket som er avgjørende for skjærfastheten slik den er definert ovenfor.

For å anskueliggjøre betydningen av de variabler som inngår i Coulombs ligning, er i fig. 6 vist en prinsippskisse med definisjoner av total normalspenning, effektiv normalspenning og poretrykk som virker på et horisontalt plan i dybde  $h$  under terreng. Vertikal totalspenning i et punkt i dybde  $h$  under terreng er  $\gamma \cdot h$  hvor  $\gamma$  er den gjennomsnittlige romvekt av den overliggende jordmasse (ca 1,9 t/m<sup>3</sup>). Poretrykket er  $\gamma_w \cdot h_w$  hvor  $\gamma_w$  er romvekt av vann (1,0 t/m<sup>3</sup>) og  $h_w$  er den høyde hvortil vannet ville stige i et åpent rør ført ned til betraktede punkt. Effektiv spenning er differensen mellom totalspenning og poretrykk. Poreovertrykket er angitt i forhold til L.L.V.

Ovenstående uttrykk for skjærfastheten gjelder både for leire og sand. Leire og sand oppfører seg imidlertid forskjellig under samme ytre forhold, og det kan være grunn til å se på hvori denne forskjellen først og fremst ligger.

<sup>1</sup> Sikkerheten beregnet etter  $s_u$ -analyse for kuleflater eller sirkulærsylindriske glideflater hvor endeflatene er iberegnet, vil avvike maksimum 10–20 % fra sikkerheten beregnet for sirkulærsylindriske glideflater uten å ta hensyn til skjærfastheten på endeflatene.

En forskjell som kommer direkte til uttrykk i ligningen for skjærfastheten er at leiren har en viss  $c$ -verdi og en relativ liten  $\varphi$ -verdi (15—35°) mens sand er uten  $c$ -verdi, men har relativt stor  $\varphi$ -verdi (30—45°). Dette er imidlertid ikke den eneste årsak til at leire og sand bør behandles individuelt.

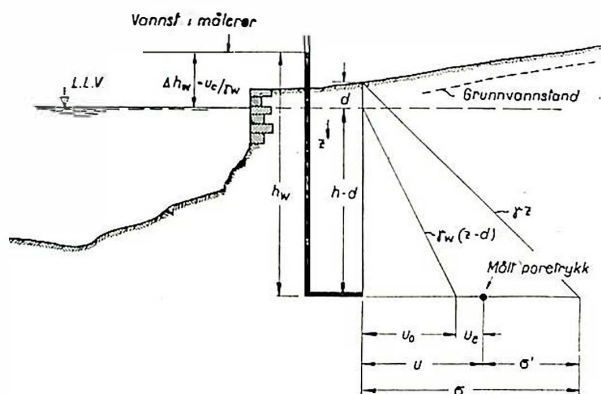
I de fleste stabilitetsundersøkelser vil en tilleggsbelastning i form av f. eks. et byggverk eller bevegelig belastning være inkludert i beregningene. La oss betrakte uttrykket  $s = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi$  og analysere virkningen av en tilleggsbelastning på leire og sand hver for seg.

Hvis leire eller sand blir påført en ytre belastning, f. eks. i form av en tilleggsbelastning på overflaten, vil det i uttrykket for skjærfastheten være størrelsen av leddet  $(\sigma - u)$  som angir tilleggsbelastningens innvirkning på skjærfastheten. Skjærfasthetsparametrene  $c$  og  $\varphi$  kan antas å være uavhengig av belastningen. For å illustrere dette skal kort diskuteres størrelsen av de effektive spenninger når et terreng belastes f. eks. med en utstrakt fylling:

Er det en normalt konsolidert vannmettet leire som blir påført en slik tilleggsbelastning, så vil tilleggsbelastningen i første omgang utelukkende bæres av et overtrykk i porevannet. Dette skyldes dels at kompressibiliteten av vann er uendelig liten sett i relasjon til kompressibiliteten av leirstrukturen, og dels at leiren er så finkornet at porevannet ikke unnslipper. De totale spenninger og poretrykket øker således parallelt tilsvarende tilleggsbelastningen. Resultatet er at de effektive spenninger i første omgang forblir konstante. Derav følger at også skjærfastheten forblir konstant, uavhengig av tilleggsbelastningen. Dette oppfattes gjerne som om leirens  $\varphi$ -verdi er lik null, hvilket imidlertid ikke er riktig. Det er  $(\sigma - u)$  som tross en økning av  $\sigma$  forblir konstant.

Med tiden vil, om tilleggsbelastningen vedvarer, poretrykket avta. Hvor fort dette skjer vil avhenge av leirens permeabilitet og strømningsvegen for porevannet under konsolideringen. Etter fullstendig konsolidering vil poreovertrykket ifølge tilleggsbelastningen være lik null, og den effektive spenning og dermed skjærfastheten vil være øket tilsvarende tilleggsbelastningen.

Hvis det er en vannmettet sand som blir utsatt for en øyeblikkelig økning av belastningen, vil tilleggsbelastningen som i leire momentant bæres av et overtrykk i porevannet. På grunn av sandens store permeabilitet vil vannet imidlertid unnvike, og tilleggsbelastningen overføres derfor så godt



$$\begin{aligned} \sigma &= \gamma h && \text{- total spenning} \\ \sigma' &= \sigma - u && \text{- effektiv spenning} \\ u &= \gamma_w h_w && \text{- poretrykk} \\ u_0 &= \gamma_w (h - d) && \text{- poretrykk tilsvarende L.L.V.} \\ u_c &= \gamma_w \Delta h_w && \text{- poreovertrykk i forhold til L.L.V.} \end{aligned}$$

Fig. 6. Prinsippskisse, totalspenning, poretrykk og effektive spenninger.

som øyeblikkelig som et effektivt tilleggstrykk. Resultatet er at de effektive spenninger og dermed skjærfastheten øker så godt som momentant tilsvarende tilleggsbelastningen. Dette gjelder bare hvis sanden danner et såkalt åpent system, dvs. at drenasjen ikke er hindret av f. eks. omliggende leire.

I praksis hvor en tilleggsbelastning som regel fremkommer ved oppføring av byggverk i form av hus eller fyllinger vil også byggetiden være avgjørende for størrelsen av de poretrykk som skal nyttes i stabilitetsberegningen. Det samme gjelder ved avlastning av terreng, hvor tilleggsbelastningen er å betrakte som negativ.

De poretrykk som skal innsettes i en stabilitetsberegning er således avhengig av tilleggsbelastningens størrelse, grunnens dreneringsevne (permeabilitet og strømningsveg) og byggetiden.

I praksis kan man i alminnelighet anta at en tilleggsbelastning i form av f. eks. et byggverk på leire utvikler tilleggstrykk i porevannet lik tilleggsbelastningen, og at den tid som går med før disse poretrykk avtar er så stor at økningen i skjærfastheten i løpet av byggetiden er uten praktisk betydning. Man regner derfor skjærfastheten som konstant, dvs. uavhengig av tilleggsbelastningens størrelse.

I sand derimot regner man i praksis med at det på grunn av sandens store permeabilitet ikke oppstår tilleggstrykk i porevannet.

I mellom-jordartene med en midlere permeabilitet blir det en vurderingssak hvorvidt man her vil gjøre nytte av en økning i skjærfastheten som

følge av den konsolidering som skjer under byggeperioden.

For å forenkle fremstillingen av den prinsipielle forskjell på forandringen av poretrykket i leire og sand på grunn av tilleggsbelastning, har man ovenfor antatt at forandring i poretrykket er direkte proporsjonal med tilleggsbelastningen.

Forholdet er imidlertid noe mer komplisert, idet en forandring i poretrykket på grunn av en tilleggsbelastning er gitt ved ligningen:

$$\Delta u = B \cdot \Delta \sigma_3 + \bar{A} (\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)$$

hvor  $\Delta \sigma_3$  og  $\Delta \sigma_1$  er forandring av henholdsvis minste og største totale hovedspenning som følge av tilleggsbelastningen;  $B$  og  $\bar{A}$  er materialkonstanter<sup>1</sup>.

Det ligger utenfor rammen av denne artikkel å gå nærmere inn på de poretrykk som oppstår ved en belastningsendring, men det skal bemerkes at poretrykket som uttrykt ved ligningen ovenfor er avhengig av såvel forandring i allsidig totaltrykk som av forandring i skjærspenninger.

<sup>1</sup> Ved dreining av hovedspenningene vil det i porevannet oppstå et tilleggstrykk hvis størrelse idag ikke kan beregnes.

| Prøve | Poretrykk ved brudd $u_f$ $l/m^2$ | Minste hovedsp. ved brudd           |                                                               | Største hovedsp. ved brudd $\bar{\sigma}_f$ $l/m^2$ |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|       |                                   | Selletrykk $\bar{\sigma}_3$ $l/m^2$ | Eff. spenning $\bar{\sigma}_3 - \bar{\sigma}_3 - u_f$ $l/m^2$ |                                                     |
| 25    | 28.9                              | 60                                  | 31.1                                                          | 73.9                                                |
| 35    | 8.5                               | 15                                  | 6.5                                                           | 17.9                                                |
| 36    | 16.7                              | 30                                  | 13.3                                                          | 33.5                                                |

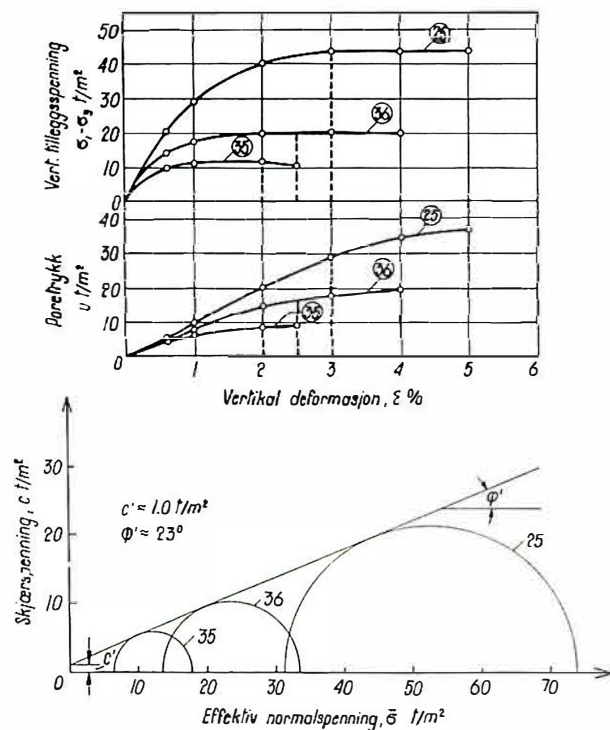


Fig. 7. Resultat av en serie på 3 triaksialforsøk.

### Bestemmelse av skjærfasthet

Skjærfastheten uttrykt ved ligningen  $s = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi$  blir i alminnelighet bestemt ved at skjærspenningene økes inntil brudd langs et vilkårlig eller forutbestemt plan. Skjærfasthetsverdien vil til en viss grad være avhengig av forsøksmetode og av hastigheten hvorved skjærspenningene påføres.

Under et *udrenert forsøk* blir skjærspenningene øket til brudd uten at jordprøven har anledning til å avgi eller oppta vann. Under skjærforsøket er derfor vanninnholdet av prøven konstant, og ved vannmettede prøver er likeledes prøvens volum konstant (kompressibilitet av vann og jordpartikler settes lik null). Under et udrenert forsøk vil de påførte skjærspenninger derfor resultere i forandring av poretrykket avhengig av materialets egenskaper.

Ved bestemmelse av den udrenerte skjærfastheten av leiren nyttes som regel vingeborforsøk eller enaksialt trykkforsøk.

Med vingebor bestemmes skjærfastheten av leiren i marken ved at et vingekor som er presset ned i grunnen dreies rundt.

Torsjonsmomentet som registreres gir uttrykk for størrelsen av skjærfastheten, idet man antar brudd langs sylinderflaten som omslutter vingekorset (Cadling & Odenstad 1950).

Ved enaksialt trykkforsøk bestemmes den udrenerte skjærfastheten av opptatte leirprøver ved at prøven enaksialt belastes til brudd. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten, idet man antar brudd langs et plan med helning  $45^\circ$  i forhold til prøvens akse.

Ved vingeborforsøk og enaksialt trykkforsøk bestemmes leirens udrenerte skjærfasthet. Under begge forsøk økes skjærspenningene i leiren så raskt at dens vanninnhold kan betraktes som konstant.

Den udrenerte skjærfasthet,  $s = s_u$ , bestemt ved vingeborforsøk eller enaksialt trykkforsøk gir således direkte summen av kohesjonsleddet  $c$ , og friksjonsleddet  $(\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi$ , i Coulombs ligning. Poretrykket  $u$ , tilsvarer her den verdi som opptrer ved brudd. Den direkte målte udrenerte skjærfasthet er således den skjærspenning som nettopp vil forårsake brudd hvis den påføres uten at materialet har anledning til å oppta eller avgi vann.

Ønsker man å uttrykke skjærfastheten ved Coulombs ligning, må man bestemme skjærfasthetsparametrene  $c$  og  $\varphi$  ved triaksialforsøk.

Grunnprinsippet ved et triaksialforsøk er at en prøve under allsidig trykk påføres en aksial tilleggsbelastning inntil brudd (Bjerrum 1954 og Skempton, Bishop 1954).

Forsøket kan utføres som et drenert forsøk hvor poretrykket i prøven under hele forsøket er iik null, eller som et udrenert forsøk, hvor prøvens vanninnhold holdes konstant og poretrykket i prøven måles. Det vesentlige ved begge typer forsøk er at man kjenner de *effektive* spenninger ved brudd.

Forsøkene utføres på to eller flere prøver fra samme prøvesylinder tilskåret og konsolidert under forskjellig allsidig trykk. Resultatet fremstilles i et Mohr's diagram, fig. 7, hvor  $c$  og  $\varphi$  bestemmes av fellestangenten til de Mohr'ske sirkler som er opptegnet på grunnlag av spenningstilstanden i prøven ved brudd. De drenerte såvel som de udrenerte skjærfasthetsparametre  $c$  og  $\varphi$  er bestemt som funksjon av effektive spenninger, og skjærfastheten er derfor uttrykt ved ligningen  $s = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi$ , og bare avhengig av effektivt normaltrykk på bruddplanet.

#### *Stabilitetsberegning med effektive spenninger.*

##### *c $\varphi$ -analyse*

En stabilitetsberegning basert på skjærfasthet bestemt som funksjon av effektive spenninger har teoretisk ubegrenset anvendelighet. Den forutsetter imidlertid kjennskap til poretrykket, slik at effektiv normalspenning langs den betraktete glideflate kan beregnes. Effektiv spenning er differensen mellom totalspenning og poretrykk. Total normalspenning kan beregnes ut fra overlagingstrykket, fig. 6. Poretrykket må måles i marken (Sevaldson 1955) og forandring i poretrykket som følge av en tilleggsbelastning kan eventuelt beregnes. (Skempton 1954, Bishop 1954). De poretrykk som innføres i stabilitetsberegningen tilsvarer ikke nødvendigvis poretrykk ved brudd, men er de maksimale poretrykk som antas å opptre i marken.

Skjærfasthetsparametrene  $c$  og  $\varphi$  bør bestemmes ved at prøvene i triaksialforsøket føres til brudd under forhold som i størst mulig grad tilsvarer forholdene i virkeligheten.

##### *s<sub>u</sub>-analyse ( $\varphi = 0$ -analyse)*

En stabilitetsberegning basert på udrenert skjærfasthet av leire, bestemt med vingebor eller ved enaksialt trykkforsøk, har teoretisk begrenset anvendelighet (Skempton 1948). Skjærfastheten er her bestemt som maksimal skjærspenning i bruddplanet under udrenerte forhold og ved poretrykk

tilsvarende brudd. Metodens anvendelighet er derfor begrenset til undersøkelse av de stabilitetsforhold som er gitt ved en økning av skjærspenningene i leire under udrenerte forhold.

s<sub>u</sub>-analysen er således gyldig for byggetilstanden, dvs. etter forandring av belastning og innen leiren har fått anledning til å avgi eller oppta vann.

De forandringer i stabilitetsforholdene som finner sted etter byggetilstanden kan teoretisk ikke vurderes på grunnlag av en s<sub>u</sub>-analyse. I visse tilfelle vil imidlertid stabiliteten øke med tiden og det er da tilstrekkelig å kjenne sikkerheten etter byggetilstanden, beregnet ved en s<sub>u</sub>-analyse. Dersom sikkerheten vil forverres med tiden, må en vurdering av forholdene etter byggetilstanden suppleres med en beregning av den senere stabilitetstilstand, og dette er ikke mulig ved en s<sub>u</sub>-analyse.

For å kunne vurdere hvorvidt det etter byggetilstanden vil finne sted en økning eller en minskning av sikkerheten, dvs. av leirens skjærfasthet, er det nødvendig å vite om de poretrykk som finnes etter byggetilstanden vil avta eller tilta med tiden.

Ved en belastningsøkning (f. eks. en fylling eller et fundament) på en normalt konsolidert leire vil det i porevannet oppstå et overtrykk som etter byggetilstanden vil avta med tiden.

Ved en avlastning (f. eks. en skjæring eller en utgraving) vil poretrykket etter byggetilstanden være redusert og vil i alminnelighet øke med tiden.

Ved økning av skjærspenningene i overkonsoliderte (dilatante) jordarter, som f. eks. tørrskorpeleire, vil det oppstå negative poretrykk. Etter byggetilstanden vil disse øke. Den reduksjon i skjærfastheten som finner sted i en tørrskorpeleire er så stor og finner sted så fort at s<sub>u</sub>-analysen ikke er anvendelig. Hvor en tenkt glideflate bare passerer tørrskorpen i et tynt lag, kan imidlertid den udrenerte skjærfasthet av tørrskorpen innføres i beregningen med redusert verdi.

I en naturlig leirskråning er skjærspenningene øket langsomt under drenerte forhold. Som nevnt ovenfor er s<sub>u</sub>-analysens gyldighet begrenset til de stabilitetsproblemer hvor skjærspenningene er øket under udrenerte forhold. Det er således ikke å vente at s<sub>u</sub>-analysen vil føre til en korrekt vurdering av stabiliteten av en naturlig skråning. Metoden er imidlertid i stor utstrekning blitt anvendt også ved naturlige skråninger. En slik anvendelse må sies å være rent empirisk, og muligheten for at den fører til en korrekt vurdering av stabiliteten av en skråning avhenger av den jordart som skråningen består av.

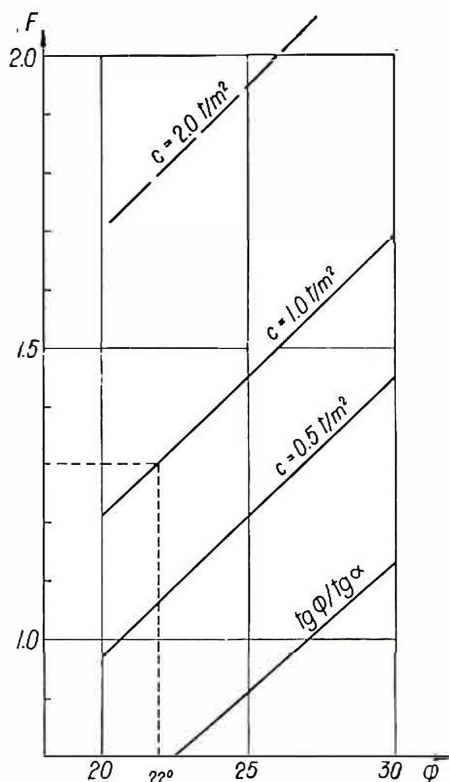
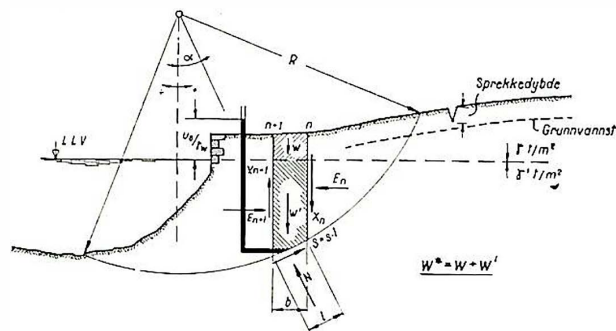


Fig. 8. Sikkerhetsfaktor beregnet ved  $c\phi$ -analyse som funksjon av  $c$  og  $\phi$ .

Stabiliteten av elvebredden i Drammen  
 $c\phi$ -analyse

Profilene I, II, IV og V er både hva angår skråningshelning og leirens egenskaper så like at en har valgt å opptegne et middelprofil og bare utføre stabilitetsberegninger for dette. Middelprofilet er vist i fig. 4.

De for stabilitetsberegningen nødvendige data, romvekt og skjærfasthetsparametrene  $c$  og  $\phi$  er bestemt ved laboratorieforsøk på uforstyrrede prøver. Romvekten er i beregningen satt til  $1,9 \text{ t/m}^3$  og  $0,9 \text{ t/m}^3$  for henholdsvis over og under laveste vannstand i elven. For å kunne vurdere hvorledes sikkerheten mot utglidning varierer med  $c$  og  $\phi$ , er det utført en beregning for forskjellige verdier,



$$F = \frac{\sum [c \cdot b + (w^* - u_e \cdot b) \cdot \tan \phi]}{\sum w^* \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi}{F}}$$

$F$  = sikkerhetsfaktor  
 $s = c + (\sigma - u) \cdot \tan \phi$  er lik skjærfasthet som funksjon av effektive spenninger  
 $u_e$  = poreovertrykk, forhold til L.L.V.

Fig. 10. Prinsippskisse for  $c\phi$ -analyse.

og resultatet er vist i fig. 8 ved kurver som angir sikkerhetsfaktoren som funksjon av  $c$  og  $\phi$ .

Poretrykkene er som nevnt ovenfor målt i marken på forskjellige steder og i forskjellige dybder. Resultatet av disse målinger er at man i beregningen kan anta poretrykk svarende til en „grunnvannstand” som vist i fig. 9, eller ute i elven svarende til laveste lavvann, hvilket representerer den stabilitetsmessig ugunstigste vannstand i elven. Sikkerheten er beregnet for flere valgte glideflater etter prinsipp som vist i fig. 10. Man har beregnet minste sikkerhet av sirkulærsylindriske glideflater som går gjennom punkt  $K$ , som er valgt på grunnlag av tidligere erfaringer. For enhver plassering av  $K$  kan man bestemme den minste sikkerhet for sirkulærsylindriske glideflater gjennom dette punkt. Den absolutt minste sikkerhet man således kan oppnå, antas ikke å avvike fra den beregnede verdi med mer enn 2—5 %.

Gjennomsnittsverdier av  $c$  og  $\phi$  er vist i fig. 7. For disse verdier bestemmes av diagrammet i fig. 8 sikkerhetsfaktoren til 1,3.

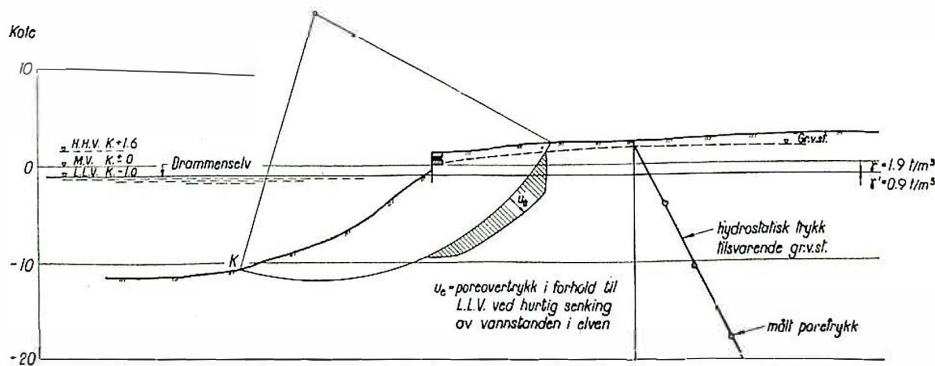


Fig. 9. Prinsippskisse med angivelse av antatte poretrykk ved  $c\phi$ -analyse.



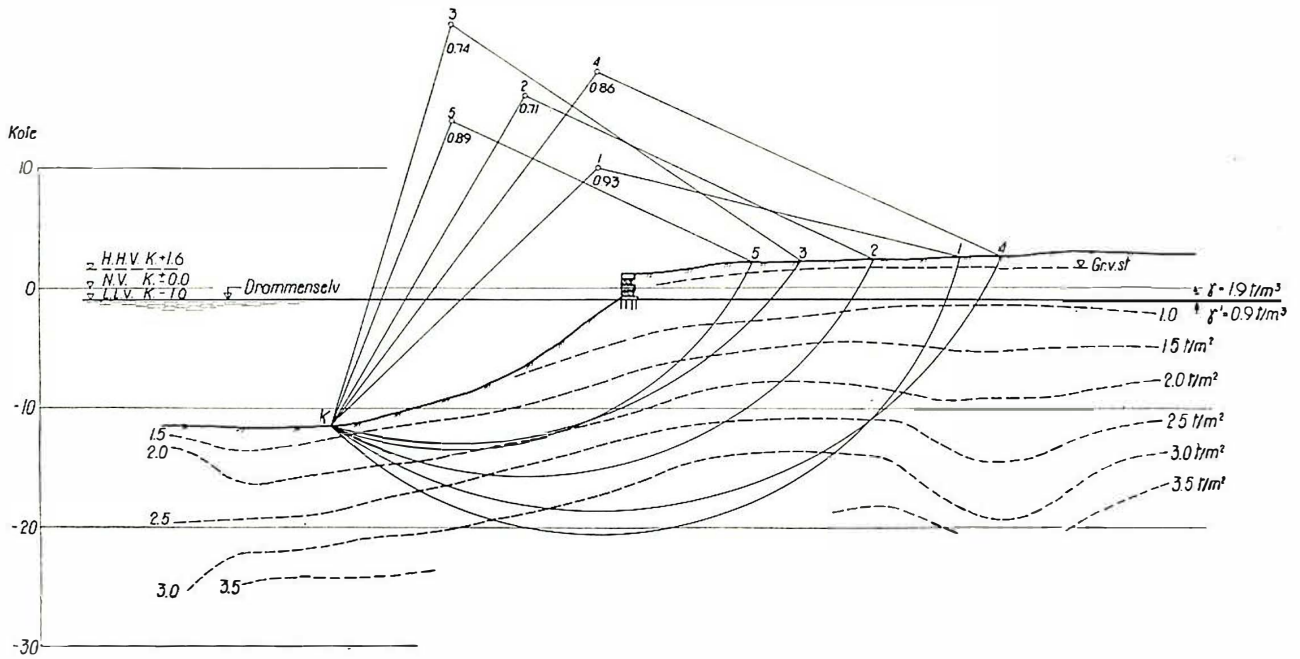


Fig. 11. Gjennomsnittsprøfil med angivelse av sikkerhetsfaktorer for flere valgte glideflater beregnet etter  $s_u$ -analysen.

$s_u$ -analyse

Stabilitetsberegningen etter  $s_u$ -metoden er utført for det samme profil som benyttet ved beregningen med effektive spenninger. Det er også benyttet de samme verdier for leirens romvekt.

Leirens skjærfasthet er som nevnt bestemt ved vingeboringer, og i fig. 11 er inntegnet kurver gjennom punkter med skjærfasthetene 1, 1,5, 2, ... t/m<sup>2</sup>. For det øvre sandlag er skjærfastheten bestemt ved å anta en  $\varphi$ -verdi på 30°.

Sikkerheten er beregnet for flere valgte glideflater etter prinsipp som vist i fig. 12.

Stabilitetsberegningen resulterer i en sikkerhetsfaktor på 0,71. Den faktiske sikkerhet må ifølge definisjonen imidlertid være større enn 1,0, idet det ikke er funnet sted noe skred.

Resultat av stabilitetsberegningene

Den utførte stabilitetsberegning med effektive spenninger resulterer i en sikkerhetsfaktor på ca 1,3. Da det som nevnt ovenfor må formodes at denne beregningsmetode fører til den mest korrekte vurdering av en naturlig skrånings stabilitet, antas det at stabiliteten av elvebredden på strekningen ved profil I—II og IV—V kan uttrykkes ved den funne sikkerhetsfaktor. Det kan nevnes at sikkerhetsfaktoren for profil III er noe større.

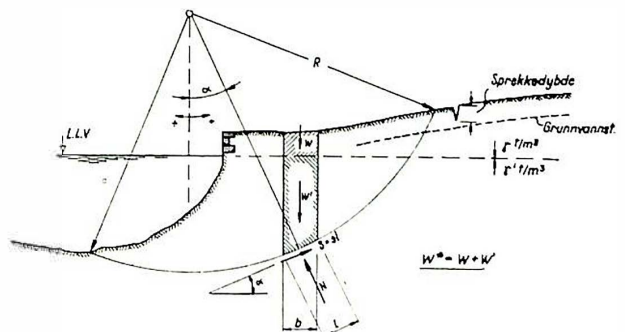
Stabilitetsberegningen etter  $s_u$ -metoden gir en sikkerhetsfaktor på 0,71. Som nevnt ovenfor er dette en empirisk metode. Da sikkerhetsfaktoren for den undersøkte skråning må være minst 1,0,

må man fastslå at  $s_u$ -metoden ikke gir et pålitelig grunnlag for en vurdering av stabilitetsforholdene langs elvebredden i Drammen.

Tilsvarende undersøkelser av andre naturlige skråninger har ført til lignende resultater. Man er således kommet til at stabiliteten av en naturlig skråning ikke kan vurderes på grunnlag av  $s_u$ -analysen. Stabiliteten av en naturlig skråning kan bare undersøkes ved en  $c\varphi$ -analyse.

Summary

The present article gives a brief account of a series of slides that have occurred along the river bank at Bragernes, Drammen. The first recorded



$$F = \frac{\sum s \cdot l}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

F = sikkerhetsfaktor  
s = udreneret skjærfasthet

Fig. 12. Prinsippsskisse for  $s_u$ -analyse.

slide took place in 1749. It has been assumed that these slides were caused partly by erosion, partly by artesian pore pressure, and partly by excess surcharge on the river bank.

The Norwegian Geotechnical Institute has performed field investigations and stability calculations of five profiles distributed along the river in a length of 200 yards.

The article gives the result of these field investigations. It does, furthermore, give the theoretical background of a stability calculation by the so-called  $s_u$ -analysis ( $\varphi = 0$  analysis) and by the effective stress analysis ( $c\varphi$ -analysis).

By the  $s_u$ -analysis the safety of the river bank is calculated to be 0,71, and the corresponding value by the  $c\varphi$  analysis is 1,3. The article concludes that a  $s_u$ -analysis in general gives no reliable estimate of

the stability of natural slopes. Stability calculations of natural slopes should be carried out by a  $c\varphi$ -analysis.

#### Litteratur

- Bishop, A. W.* (1954): The use of the pore-pressure coefficients in practice. *Geotechnique* b. 4, nr 4, s. 148—52.
- Bishop, A. W.* (1954): The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. European conference on stability of earth slopes. Stockholm. Proceedings, b. 1, s. 1—13.
- Bjerrum, L.* (1954): Theoretical and experimental investigations on the shear strength of soils. Oslo. 113 s. Norges geotekniske institutt. Publ. 5.
- Holmsen, G.* (1927): Elvebrudd og grunnundersøkelser på Bragernes. Hva der nu bør gjøres. Drammen. 44 s.
- Sevaldson, R. A.* (1955): Grunnundersøkelser for Horten kai-anlegg. *Teknisk Ukeblad*, nr. 37, 1955, s. 797—805.
- Sevaldson, R. A.*: Raset i Lodalen. Under trykning.
- Skempton, A. W.* (1948): The  $\varphi = 0$  analysis of stability and its theoretical basis. International conference on soil mechanics and foundation engineering, 2. Rotterdam. Proceedings. B. 1, s. 72—78.
- Skempton, A. W.* (1954): The pore pressure coefficients A and B. *Geotechnique* 4, nr 4, s. 143—47.
- Skempton, A. W.* og *Bishop, A. W.* (1954) Soils. (I Building materials; their elasticity and inelasticity. Ed. by M. Reiner, Amsterdam, s. 417—82.)

#### Trafikken i Oslo-området

På grunnlag av de trafikktegninger som ble foretatt på det såkalte Europeiske hovedvegnett i 1955, skal en prøve å gi et bilde av hvilket omfang vegtrafikken har på de viktigste veger innen Oslo-området. I en viss utstrekning er vi også i stand til å si noe om hvordan trafikkutviklingen har vært i årene frem til 1955. Det ble nemlig holdt en ganske omfattende trafikktegning i Akershus fylke i tiden 1936/37. Fra denne telling kan vi finne tellepunkter som svarer til de tellepunkter vi hadde nå ved siste telling. Til dels er det også tallet nøyaktig på samme sted, dette er tilfelle ved Sandvika bru og ved Korsegården.

Tabellen nedenfor viser trafikken ved noen tellepunkter på riksvegene som fører inn til Oslo. Tallene angir det gjennomsnittlige antall motorkjøretøyer pr døgn, regnet som gjennomsnitt for hele året. Dette gjennomsnitt er vanligvis kalt årsgjennomsnittet.

Årsgjennomsnittet 1936/37 og 1955 — antall motorkjøretøyer.

| Riks-vegnr | Tellepunkt               | Årsgjennomsnittet |        | Trafikk-økning. Indeks 1936/37 = 100 |
|------------|--------------------------|-------------------|--------|--------------------------------------|
|            |                          | 1936/37           | 1955   |                                      |
| 1          | Korsegården . . . . .    | 548               | 1 797  | 328                                  |
| 1          | Gjersjø bru/Ljansbruket  | 1 509             | 3 843  | 255                                  |
| 40         | Lysaker st./Lysaker bru  | 6 444             | 13 456 | 209                                  |
| 40         | Sandvika bru . . . . .   | 2 334             | 5 518  | 236                                  |
| 40         | Engelsrud/Lierskogen .   | 1 200             | 2 873  | 239                                  |
| 42         | Furuset/Visperud . . . . | 817               | 2 286  | 280                                  |
| 50         | Gjelleråsen . . . . .    | 1 812             | 4 474  | 247                                  |
| 50         | Nord for Kjellerholen .  | 1 184             | 3 289  | 278                                  |
| 6          | Vinterbru . . . . .      | 643               | 1 245  | 194                                  |

Ser man på alle disse tellepunkter under ett, så finner man at trafikken har økt med gjennomsnittlig 135 prosent i området omkring Oslo fra 1936/37 til 1955. Dette er ikke noen stor økning når man tar i betraktning det lange tidsrom mellom disse to tellinger. Dessverre har man ikke

oversikt over hvilket omfang trafikken på disse veger har hatt i årene like før siste telling, og når man tar i betraktning at det mellom disse to tellinger ligger en femårs krigsperiode, så har det ingen mening å regne ut den gjennomsnittlige årlige trafikkøkning på grunnlag av disse tellinger.

I 1950 ble det foretatt en trafikktegning i Østfold fylke. Ser vi f.eks. på trafikken ved Karlshus vegkryss og sammenligner resultatene fra denne telling med tellingen i 1955, finner vi at trafikken på vegretningen mot Sarpsborg har økt med 124 prosent. På vegarmen mot Moss er økningen 109 prosent og mot Fredrikstad 59 prosent. På riksveg nr 1 blir det altså i dette område en trafikkøkning på ca 115 prosent i denne femårsperioden, eller en gjennomsnittlig årlig økning på vel 16 prosent.

Ved å studere på tabellen foran, legger man merke til at trafikkøkningen er prosentvis minst nærmest Oslo og størst ved de tellepunkter som ligger lengst borte fra byen. Dette kan tyde på en økt bruk av bilen for lengre turer, men det kan også skyldes økt turisttrafikk eller mer utstrakt bruk av bilen i landdistriktene.

De to trafikktegningene i Akershus viser en tydelig tendens i utviklingen av trafikken sammensetning. Antall personbiler i trafikken har økt prosentvis raskere enn antallet lastebiler, slik at lastebilens andel i trafikken er gått tilbake med 7—8 prosent siden 1936/37.

Som det er sagt tidligere, gir ikke disse to tellinger grunnlag for å bedømme den trafikkutvikling vi for tiden har på vegene innen Oslo-området. Men et meget interessant forhold kan man likevel få belyst, og det er hvordan trafikken størrelse avhenger av antall registrerte motorkjøretøyer. I 1936 var det 23 165 biler i Oslo og Akershus. Tallet i 1954 var 52 833, tilsvarende en økning på 128 prosent, mens trafikkøkningen var 132 prosent når man regner bare med biltrafikken. Dette tyder på at en prosentvis økning av bilparken innen et område følges av en tilsvarende økning i biltrafikken innen samme område. Her har man i hvert fall en pekepinn for fremtiden dersom man har en prognose for utviklingen i vognparken.

O. R.

# Trafikkulykkene

Cand. oecon. Egil Killi

DK 656.08 : 656.1

## Innledning.

Trafikkulykkene er et problem som opptar alle ansvarsbevisste mennesker sterkt, ikke bare i Norge, men i alle siviliserte land. Arbeidet med å kartlegge deres årsaker og finne botemidler er tatt opp både på nasjonal og internasjonal basis.

Trafikkulykkene er blitt et problem som følge av utbyggingen og effektiviseringen av kommunikasjonsapparatet. En kan således si at disse ulykker er skyggesiden av en lykke vi har tilveiebragt gjennom et lettere samkvem menneskene imellom. Ja, vil vi være materialistiske nok, kan vi betrakte dem som en kostnad ved effektiviseringen av transportapparatet. Dersom trafikkulykkene bare medførte materielle skader ville vel heller ikke en slik betraktningssmåte være av vegen. Det kunne da la seg høre å f. eks. maksimere transportkapasiteten med hensyn på kostnadene, inklusive materielle skader ved trafikkulykker. Men vi vet at en stor del av trafikkulykkene medfører skade på mennesker, og da har ulykkene ikke lenger noen relasjon til kostnadsbegrepet (i hvert fall som handlingsparameter).

Nå har det seg vanskelig gjøre på forhånd å skille ut de trafikkulykker som medfører skade på mennesker. Risikoen for slik skade er tilstede i større eller mindre grad ved alle ulykker. Vår arbeidsoppgave må derfor bli å redusere, eller i det minste begrense trafikkulykkene som helhet.

Hva nå enn opplegget til vårt arbeide måtte bli, er det en nødvendig forutsetning at vi har et grundig kjennskap til trafikkulykkes årsaker. Visdommen i et gammelt ordtak: «En kan ikke kjempe godt uten å kjenne sin fiende», har gyldighet også i denne sammenheng. Problemet består i å finne frem til trafikkulykkes tilknytning til mennesket, kjøretøyet, vegen eller værforhold. Får vi på en eller annen måte klarhet over årsakssammenhengen vet vi hvor vi skal ta fatt og hvordan arbeidet med å hindre trafikkulykker skal legges an.

For et slikt formål er det svært viktig å ha en god statistikk å støtte seg til. Trafikkulykkes-

statistikken er derfor et svært viktig hjelpemiddel til studium av trafikkulykkene. Dens oppgave er av registreringsmessig art. Registreringen må være planmessig oppbygd med det formål for øye å bringe årsaksforholdene på det rene. Dens store oppgave må ligge i å utspionere fienden, slik at vi kan få greie på hvor våre angrep får størst virkning.

Når jeg skal gjennomgå utviklingen i trafikkulykkene i Norge burde det først gjøres rede for opplegget til den statistikken som gjennomgåelsen bygger på. Imidlertid anser jeg det hensiktsmessig å disponere den tiden som dette ville ta, til andre ting og henviser derfor interesserte til Statistisk Sentralbyrås publikasjon «Trafikkulykker 1939 og 1940». Likevel skal jeg nevne at vi har trafikkulykkesstatistikk tilbake til 1930, da man tok til å samle inn oppgaver fra politiet om motorvognsaker. I denne statistikken tas med alle saker hvor det åpnes etterforskning. Fra 1939 har vi spesiell trafikkulykkesstatistikk. Også denne bygger på oppgaver fra politiet som skal rapportere alle trafikkulykker det blir kjent med og som fører til skade på mennesker, eller eiendomsskade på over 100 kr og som forekommer på gater og veger som er åpne for alminnelig trafikk. Fra 1. januar

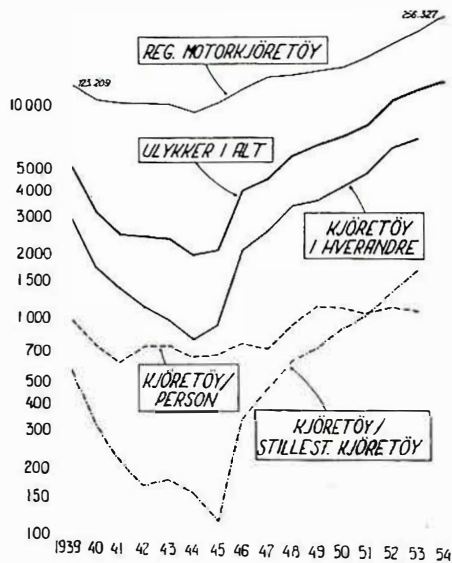


Fig. 1. Trafikkulykkes utvikling 1939–1953.

1954 er det gjort en forandring slik at ulykker med bare eiendomsskade kun skal rapporteres når skaden beløper seg til 300 kroner eller mer. Det ble også gjort en del andre forandringer. Blant annet er spørsmål angående vegtekniske forhold på ulykkesstedet innskrenket sammenlignet med hva tidligere var tilfelle.

I det følgende vil jeg bare holde meg til den løpende statistikk fra 1939 og utover.

### I. Utviklingen av trafikkulykkene.

Fig. 1 viser det totale antall rapporterte trafikkulykker i årene 1939 til 1954. Det vil sees at det var en stadig nedgang i ulykkene fra 1939 og frem til 1944—45. Et lavmål ble nådd i 1944 med snaut 2000 trafikkulykker. Siden da har økningen vært ganske stor fra år til år og nådde et foreløbig maksimum i 1954 med 12 738 ulykker i alt. Det vil si en 6-dobling i løpet av de siste 10 år og en god del over det dobbelte av antallet i 1939, da de utgjorde 5109 ulykker. Her må en dog ta i betraktning at den synkende pengeverdi i dette tidsrommet har medført en økning i antallet av ulykker med eiendomsskade som overstiger minimumsgrensen for at den skal rapporteres.

Etter de oppgaver som foreligger for første halvår av 1955 skulle jeg anta at vi dette år kommer opp i vel 14 000 ulykker, og en nærmere seg da raskt det 3-dobbelte av antallet i 1939.

Nedgangen fra 1939 til 1945 og økningen senere må en se i sammenheng med utviklingen i trafikken. I fig. 1 er inntegnet en kurve som viser registrerte motorkjøretøyer. Det er ganske stor grad av parallellitet mellom disse to kurver. Imidlertid ser det ut som økningen i antall trafikkulykker etter krigen har vært relativt større enn økningen i trafikken, med bilparken som indikator for trafikken. Som alle vet er dette et dårlig sammenligningsgrunnlag fordi bilene i mange år var underlagt kjørerasjonering, slik at trafikkøkningen de senere år er relativt langt større enn økningen i bilparken. Oppgaver over kjørte vognkilometer ville antagelig vist relativt større økning enn antall trafikkulykker. En sammenligning mellom registrerte kjøretøyer for de senere år, hvor det ikke er kjørerasjonering, og antall trafikkulykker tyder også på dette, og vi må ha lov til å notere det som et lyspunkt.

Etter nå å ha sett på utviklingen i det totale antall trafikkulykker, vil vi splitte opp ulykkene på de mer spesielle typer og se på utviklingen av disse.

A. *Ulykker hvor kjøretøy kjørte i hverandre.* Slike ulykker viste relativt større nedgang i krigsårene enn det totale antall ulykker. Etter krigen

har de økt i noenlunde samme tempo. De utgjorde i 1939 ca 57 % av totalen, ca 43 % i 1945 og ca 60 % i 1953.

Vi kan herav slutte at de utgjør en stor andel av trafikkulykkene og at de er ømfintlige overfor endringer i trafikkintensiteten.

B. *Ulykker der kjøretøy kjørte på stillestående kjøretøy.* Også slike ulykker viste en relativt stor nedgang under krigen. Etter krigen har de økt relativt mere enn de fleste andre trafikkulykker. I forhold til det totale antall utgjorde de 11 % i 1939, 5,4 % i 1945 og 14,3 % i 1953. Prosentandelen er altså mellom 2- og 3-doblet siden krigens slutt. Denne økningen er et typisk byfenomen. Etter krigen har slike ulykkers andel av totalantallet økt

fra 7,1 % til 12,1 %, altså 5,0 % i bygdene,  
 „ 4,4 % „ 12,7 % „ 8,3 % i byene utenom Oslo  
 og „ 2,5 % „ 10,9 % „ 8,4 % i Oslo.

Skal vi dra noen slutninger av dette synes det å bli at kollisjoner mellom kjøretøy i bevegelse og stillestående kjøretøy er enda mer ømfintlig overfor endringer i trafikkintensiteten enn kollisjoner mellom kjøretøyer i bevegelse.

C. *Ulykker hvor kjøretøy kjørte på person.* Antallet holdt seg noenlunde konstant i årene fra 1941 til 1947. Fra 1947 til 1949 var det en merkbar stigning, men siden har det holdt seg forbausende konstant. I prosent av alle trafikkulykker har dermed andelen av slike ulykker i etterkrigstiden gått ned fra 32 i 1945 til 9,5 i 1953. Til tross for at det ikke har vært noen nedgang i de absolutte tall må en se på dette som en meget gledelig utvikling. Muligens og forhåpentlig har det sammenheng med trafikkundervisningen, bl. a. i skolene, og på dette området kan det sikkert gjøres mer fordi det først og fremst er barn som blir påkjørt i trafikken. Nedgangen i relativtallene er stor både i bygder og byer, men størst i byene, hvor vel også trafikkundervisningen i skolene er kommet lengst. Det hitsettes i denne forbindelse følgende tall:

Ulykker hvor kjøretøy kjørte på person, i prosent av alle trafikkulykker.

|                  | 1945 | 1950 | Nedgang |
|------------------|------|------|---------|
| Bygder .....     | 22,7 | 9,7  | 13,0 %  |
| Oslo .....       | 42,5 | 18,6 | 23,9 %  |
| Andre byer ..... | 37,7 | 18,1 | 19,6 %  |

De hittil omhandlede tre typer av trafikkulykker er de som mengdemessig betyr mest. For fullstendighets skyld skal en også kort beskrive utviklingen i noen andre typer som ikke forekommer så ofte.

D. Ulykker hvor kjøretøy kjørte på fast gjenstand gikk sterkt ned under krigen og har økt igjen siden, om enn i svakere tempo enn alle ulykker. Deres andel av totalantallet utgjorde 5,2 % i 1939, 3,1 % i 1941, 5,6 % i 1945 og 4,2 % i 1953.

E. Ulykker hvor kjøretøy kjørte utfor vegen har hele tiden siden 1941 vist en sterk stigende tendens (bortsett fra 1944). Deres andel av alle ulykker viser følgende procenter:

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1941  | 1945  | 1953  |
| 0,8 % | 2,0 % | 3,3 % |

F. Ulykker hvor kjøretøy veltet har økt sin andel av ulykkene siden før krigen:

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1939  | 1945  | 1953  |
| 0,9 % | 1,2 % | 1,2 % |

Det synes ikke som om disse ulykkers hyppighet har vært påvirket av endringer i trafikkintensiteten.

G. Sammensatte ulykkestilfelle viser følgende utvikling i prosent av alle ulykker:-

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1941  | 1945  | 1953  |
| 2,3 % | 4,3 % | 4,6 % |

Vi kan nå foreta et sammendrag av det vi hittil har omtalt om utviklingen i trafikkulykkene og hitsetter følgende tabell:

Tabell 1. Stigning i trafikkulykker 1939—1953.

|                         | 1939                      |       | 1945 |       | 1953   |       |      |
|-------------------------|---------------------------|-------|------|-------|--------|-------|------|
|                         | Ant.                      | %     | Ant. | %     | Ant.   | %     |      |
| Alle ulykker .....      | 5109                      | 100,0 | 2090 | 100,0 | 11 514 | 100,0 |      |
| Kjøretøy                | kjørt i hverandre .       | 2906  | 56,9 | 905   | 43,3   | 6 965 | 60,5 |
|                         | „ på stillest.            |       |      |       |        |       |      |
|                         | kjøretøy ...              | 562   | 11,0 | 113   | 5,4    | 1 689 | 14,7 |
|                         | „ på person ..            | 972   | 19,0 | 668   | 32,0   | 1 097 | 9,5  |
|                         | „ på fast gjenstand ..... | 265   | 5,2  | 117   | 5,6    | 478   | 4,2  |
|                         | „ utfor vegen .           | —     | —    | 43    | 2,0    | 380   | 3,3  |
|                         | veltet .....              | 47    | 0,9  | 25    | 1,2    | 140   | 1,2  |
| Sammensatte tilfelle .. | —                         | —     | 89   | 4,3   | 531    | 4,6   |      |
| Andre ulykker .....     | 357                       | 7,0   | 130  | 6,2   | 234    | 2,0   |      |

Slik forholdene arter seg idag utgjør kollisjoner mellom kjøretøyer vel ¾ av alle trafikkulykker. Utviklingen hittil har vist at slike ulykker har økt sterkt både absolutt og relativt. Dernest kommer ulykker hvor kjøretøy kjørte på person, som utgjør bortimot 10 % av trafikkulykkene, men forholdet er, som nevnt tidligere, at de idag betyr relativt mindre enn før når en ser alle ulykker under ett. De resterende 15 % av ulykkene fordeles seg nokså jevnt på de andre ulykkesarter.

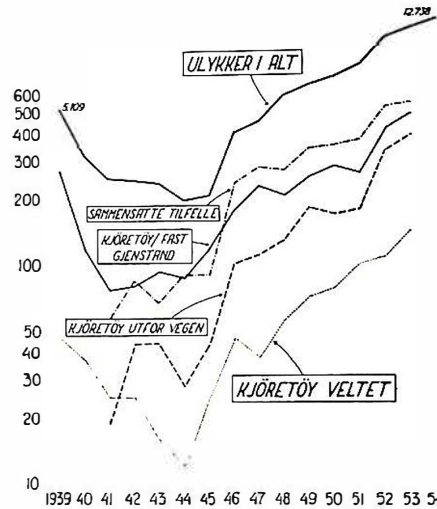


Fig. 2. De forskjellige slag av trafikkulykker. Utvikling 1939—1953. Se tab. 1.

Jeg har tidligere vært inne på at statistikken skulle være et hjelpemiddel til å klarlegge ulykkene og å vise oss hvor vi bør sette inn vårt arbeide for å begrense deres antall. La endelig ikke de tallene jeg har referert her bli tolket derhen at det først og fremst gjelder å begrense kollisjonsulykkene. Disse tallene rettfærdiggjør på ingen måte en slik tanke. Vi må nemlig først vite noe om de følger de forskjellige trafikkulykker har, og det er vel stort sett enighet om at det er slike ulykker som fører til at mennesker blir drept eller skadet som i første rekke må påkalle vår oppmerksomhet. Og derved kommer saken i et annet lys. Nærmere 60 % av trafikkulykkene i 1950 besto i kollisjon mellom kjøretøyer i bevegelse. Disse ulykker førte til skade på 1051 mennesker. Ca 14 % av trafikkulykkene besto i at kjøretøy kjørte på person, men dette førte til skade på 1057 mennesker. Altså mellom disse to former for trafikkulykker er det en stor forskjell i risikoen for at mennesker blir drept eller skadet. På grunnlag av statistikken for 1950 har jeg regnet ut antall ulykker med skade på mennesker (derunder drept) i prosent av antall trafikkulykker for forskjellige ulykkesarter. Man får derved et uttrykk for risikograden (tab. 2).

Tabell 2. Risikograden for ulykker med personskaade.

| Ulykkesart                            | Risiko for skade på menneske |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Kjøretøy kjørte på person .....       | 99,2 % (1057)                |
| Uspesifiserte ulykkestilfelle .....   | 80,7 % (174)                 |
| Kjøretøy veltet .....                 | 69,2 % (80)                  |
| Sammensatte tilfelle .....            | 38,7 % (244)                 |
| Kjøretøy kjørte utfor vegen .....     | 33,9 % (102)                 |
| Kjøretøy kjørte i hverandre .....     | 21,2 % (1051)                |
| Kjøretøy kjørte på fast gjenstand ... | 21,1 % (90)                  |

Tallene i parentes angir antall mennesker som ble drept eller skadet ved de ulike ulykker.

Av dette kan vi f. eks. lese oss til at om vi får redusert antall kollisjonsulykker med 100 vil vi derved få redusert antall ulykker med menneskeskade med ca 20, men om vi får redusert antall ulykker hvor kjøretøy kjører på person med 100, får vi omtrent like stor reduksjon i antall ulykker med menneskeskade, og får vi redusert antall ulykker der kjøretøy velter med 100 får vi redusert antall ulykker med skade på menneske med 69. (Vel å merke hvis de rapporterte ulykker er representative for ulykkesmassen.)

Før jeg gjør meg ferdig med beskrivelsen av utviklingen vil jeg gjerne kort komme inn på de følger trafikkulykkene har hatt og skjelner mellom ulykker

- a) der mennesker ble drept,
- b) der mennesker ble alvorlig skadet,
- c) der mennesker ble lettere skadet,
- d) med bare eiendomsskade.

Tallmessig er det alltid ulykker med bare eiendomsskade som har betydd mest, og både absolutt og relativt betyr de idag mer enn noen gang tidligere.

I 1939 førte 56 % av trafikkulykkene til bare eiendomsskade. Det tilsvarende tall for 1945 var 40,6 % og for 1953 var det 72,5 % (se tabell 3).

Tabell 3. Antall trafikkulykker fordelt etter skadevirkningen og i prosent av alle ulykker.

| Følger av ulykkene       | 1939 |       | 1945 |       | 1953  |       |
|--------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
|                          | Ant. | %     | Ant. | %     | Ant.  | %     |
| Bare eiendomsskade ..    | 2863 | 56,0  | 848  | 40,6  | 8353  | 72,5  |
| Mennesker lettereskadet  | 1488 | 29,1  | 645  | 30,9  | 1753  | 15,2  |
| Mennesker alvorl. skadet | 649  | 12,7  | 494  | 23,6  | 1249  | 10,8  |
| Mennesker drept .....    | 109  | 2,1   | 103  | 4,9   | 159   | 1,4   |
| I alt .....              | 5109 | 100,0 | 2090 | 100,0 | 11514 | 100,0 |

Forøvrig vil det av tabellen fremgå at ulykker med skade på mennesker har gått opp siden krigen, og siden før krigen, men relativt har ulykker med skade på menneske gått tilbake de senere år. Den store økning i trafikkulykkene kommer for den vesentligste del inn under den kategori som bare medfører eiendomsskade.

## II. Trafikkulykkes tilknytning til mennesket, kjøretøyet og vegen.

Vi kommer her inn på årsakene til trafikkulykker, og disse kan være svært mange. Det byr også på mange vanskeligheter å tilbakeføre en trafikkulykke til en bestemt årsak, idet det ofte kan være mange

ting som virker sammen. En må i mange tilfelle nøye seg med å finne *hovedårsaken* til ulykkene. Det er dette det er tatt sikte på i statistikken. En skiller her mellom hovedårsak til ulykken

- a) hos fører, syklister, gående m. v.,
- b) hos kjøretøyet,
- c) i vegens tilstand,
- d) hos været,
- e) i trafikkfeil.

Den siste kategori, trafikkfeil, hører også hjemme i første kategori, nemlig årsak hos fører, syklister, gående m. v. En trafikkfeil er jo en menneskelig feil. Imidlertid tror jeg det er klokt at statistikken er splittet opp på denne måten. Det er nemlig et spørsmål om ikke mange av de trafikkfeil som begås kan hindres ved en annen og bedre utforming av vegen og dens utstyr, slik at en dypere årsak til ulykken kan sies å være av vegteknisk art.

a) *Mennesket*. De ulykker som skyldes mennesket og som vegingeniøren ikke kan gjøre noe særlig for å hindre, har sin årsak i alkoholpåvirkning, for lite trening med eller kjennskap til kjøretøyet, tretthet, legemlige og åndelige mangler, uoppmerksomhet, dumdristighet, eller at fotgjenger har mistet balansen. Ulykker som i 1950 hadde sin årsak i slike forhold utgjorde 600, eller 8,4 % av alle trafikkulykker. Alkoholpåvirkning, uoppmerksomhet og dumdristighet var de årsaker som forårsaket de fleste ulykker i tilknytning til mennesket.

Ulykker hvor mennesket var hovedårsak til ulykken fordeler seg slik:

|                                  |               |     |         |
|----------------------------------|---------------|-----|---------|
| Førere av private personbiler .. | var årsak til | 144 | ulykker |
| —, — lastebiler .....            | —, —          | 126 | —, —    |
| —, — drosjebiler .....           | —, —          | 36  | —, —    |
| —, — rutebiler .....             | —, —          | 25  | —, —    |
| —, — motorsykler .....           | —, —          | 30  | —, —    |
| Syklister .....                  | —, —          | 69  | —, —    |
| Fotgjengere .....                | —, —          | 83  | —, —    |

Det kunne samtidig være interessant å se dette i relasjon til kjørte vognkm for de forskjellige kategorier kjøretøyer. For dette formål har jeg benyttet de beregnede tall for kjørte vognkm som finnes i vegvesenets budsjettproposisjon. Hvor mennesket var hovedårsak finner en da at ulykkene fordeler seg slik:

|                                 |      |                            |      |
|---------------------------------|------|----------------------------|------|
| Førere av:                      |      |                            |      |
| priv. personbiler var årsak til | 3,4  | ulykker pr 10 mill. vognkm |      |
| lastebiler .....                | —, — | 2,8                        | —, — |
| drosjebiler ....                | —, — | 1,7                        | —, — |
| rutebiler .....                 | —, — | 1,9                        | —, — |
| motorsykler ...                 | —, — | 2,4                        | —, — |

b) *Kjøretøyet*. Hovedårsak til ulykker hos kjøretøyet forekommer i 1950 i 274 tilfelle, hvilket vil si 3,8 % av alle ulykkestilfelle. De viktigste årsaker er:

|                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| Bremser i uorden .....             | medførte 95 ulykker |
| Annen mangel ved materiell .....   | —, — 47 ”           |
| Manøvreringsredskaper i uorden ... | —, — 36 ”           |
| Snøkjetting manglet .....          | —, — 33 ”           |

Fordeler en videre disse ulykkene på trafikk-enhetene finner en at:

|                                                           |                    |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|
|                                                           | Pr 10 mill. vognkm |
| Mangler ved lastebiler ... var årsak til 90 ulykker, dvs. | 2,02 ulykker       |
| personbiler .. —, — 63 ” ”                                | 1,50 ”             |
| rutebiler .... —, — 32 ” ”                                | 2,37 ”             |
| drosjebiler .. —, — 18 ” ”                                | 0,83 ”             |

For lastebilenes vedkommende har særlig mange av ulykkene sin årsak i mangler ved lysføringen, eller at de mangler baklys. Det kunne være fristende også å trekke andre konklusjoner, men en vidtgående oppsplitting i statistikken medfører så små tall at tilfeldigheter kan spille inn. Jeg vil derfor unnlate det.

c) *Vegen*. I statistikken for 1950 er det oppført 585 ulykker som har sin hovedårsak i vegens tilstand. Det utgjør 8,2 % av alle trafikkulykker det året.

|                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| I 192 ulykker er hovedårsaken isføre |                             |
| ” 135 ” —, —                         | annet glatt føre            |
| ” 72 ” —, —                          | særlig smal veg             |
| ” 39 ” —, —                          | oversikten hindret av kurve |
| ” 34 ” —, —                          | dårlig vegdekke             |
| ” 33 ” —, —                          | løs vegkant                 |
| ” 80 ” —, —                          | andre mangler ved vegen     |

Der vegen er hovedårsak er:

|                                                |                    |
|------------------------------------------------|--------------------|
|                                                | Pr 10 mill. vognkm |
| Lastebiler ... medskyldige i 180 ulykker, dvs. | 4,0 ulykker        |
| Personbiler .. —, — 170 ” ”                    | 4,0 ”              |
| Rutebiler ... —, — 91 ” ”                      | 6,7 ”              |
| Drosjebiler .. —, — 66 ” ”                     | 3,1 ”              |

Lastebiler og rutebiler er relativt oftest innblandet der hovedårsaken er løs vegkant.

De private personbiler relativt oftest når hovedårsaken er dårlig oversikt p. g. a. kurve.

d) *Trafikkfeil*. Ulykker hvis hovedårsak er trafikkfeil utgjør 5599, dvs. 78,4 % av alle trafikkulykker i 1950. Denne prosent er vel verdt å merke seg. Den tilsier at vi først og fremst må feste oppmerksomheten på dette forhold og sette meget inn på å hindre at trafikantene kan begå slike feil.

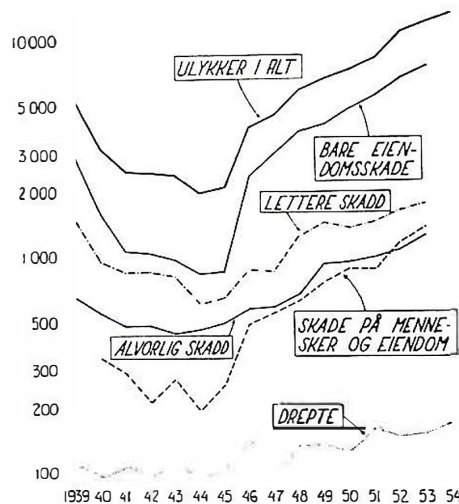


Fig. 3. Trafikkulykker 1939—1953 fordelt etter skadevirkningen. Se tab. 3.

Hvilke trafikkfeil som forårsaker flest ulykker vil fremgå av følgende oppstilling:

| Trafikkfeil                                                      | Antall ulykker | I forhold til alle ulykker som har trafikkfeil som hovedårsak |
|------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------|
| Vike- eller stoppeplikt ikke fulgt                               | 1193           | 21,3 %                                                        |
| Kjørt for fort (etter forholdene)                                | 729            | 13,0 %                                                        |
| Kjørt for lite til høyre for møtende kjøretøy .....              | 505            | 9,0 %                                                         |
| På feil side av vegen .....                                      | 452            | 8,1 %                                                         |
| Barn under 7 år gått i kjørebane                                 | 300            | 5,4 %                                                         |
| Kjørt for nær inntil og uforsiktig under forbikjøring bakfra ... | 286            | 5,1 %                                                         |
| Kjørt for nær annet kjøretøy ..                                  | 275            | 4,9 %                                                         |
| Uforsiktig bakking .....                                         | 257            | 4,6 %                                                         |
| Gått eller løpt mot kjøretøy ..                                  | 212            | 3,8 %                                                         |
| Kjørt med uforsiktig sving til siden                             | 176            | 3,1 %                                                         |
| Andre trafikkfeil .....                                          | 1214           | 21,7 %                                                        |
| Sum .....                                                        | 5599           | 100,0 %                                                       |

Fordeler vi disse ulykker etter den trafikk-enhet som var hovedårsak til ulykken finner vi:

|                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
|                           | Pr 10 mill. vognkm              |
| Private personbiler ..... | 1616 ulykker, dvs. 38,4 ulykker |
| Lastebiler .....          | 1305 ” ” 29,3 ”                 |
| Drosjebiler .....         | 381 ” ” 17,6 ”                  |
| Rutebiler .....           | 363 ” ” 26,9 ”                  |
| Motorsykler .....         | 155 ” ” 19,4 ”                  |
| Alm. sykler .....         | 364 ” ”                         |
| Fotgjengere .....         | 611 ” ”                         |
| Andre enheter .....       | 804 ” ”                         |
| Sum .....                 | 5599 ulykker                    |

Ser vi på den foregående tabell, vil en finne at det er overtredelse av vike- og stoppeplikten som forårsaker de fleste ulykker ved trafikkfeil. Dette

gjelder for alle motorkjøretøyer bortsett fra rutebilene, som forårsaker de fleste trafikkulykker ved at de holder for lite til høyre for møtende kjøretøy.

For stor fart (etter forholdene) er den trafikkfeil som forårsaker nest flest ulykker. Dette gjelder alle slags motorkjøretøyer.

Av tall som ellers er iøynefallende kan nevnes at lastebiler, rutebiler og lukkede varebiler gjør seg skyldig i relativt svært mange ulykker ved uforsiktig bakking. En merker seg også at lastebilene alene har forårsaket halvparten av alle ulykker som skyldes at kjøretøy er stilt uforsvarlig bort.

Imidlertid må en være klar over at absolutt er det de private personbiler som forårsaker de fleste trafikkulykker ved trafikkfeil, og da særlig ved at de ikke overholder vike- og stoppeplikten.

Når en ser på ulykkene fordelt på by og land, legger en også merke til at den oftest forekommende trafikkfeil ved ulykker i bygdene er kjøring med for stor fart, mens det i byene er overtredelse av vike- og stoppeplikten.

Hvis jeg skal driste meg til å trekke noen konklusjoner av de tallene jeg har trukket frem i avsnitt II, må det bli at drosjesjåførene synes å være de mest pålitelige i trafikken. I relasjon til kjørte vognkm er de hovedårsak til færrest ulykker som skyldes mennesket og som skyldes trafikkfeil. De er også årsak til færrest ulykker som i hovedsaken skyldes kjøretøyet og vegen.

Førere av private personbiler synes å være minst pålitelige når det gjelder menneskelige feil og trafikkfeil, men de er årsak til relativt få trafikkulykker som skyldes mangler ved kjøretøyet.

Lastebiler og rutebiler derimot er årsak til relativt mange ulykker når det gjelder mangler ved kjøretøyet.

Når det gjelder de her nevnte ulykker pr vognkm vil jeg reservere meg ved å fremholde at oppgavene for kjørte vognkm er beregnede tall som ikke kan sies å være like pålitelige for alle kategorier av kjøretøyer, men de resultater en har kommet til avviker vel ikke så meget fra en alminnelig oppfatning om forholdene. Dersom dette innebærer riktighet ser det da ut som en vil kunne begrense trafikkulykkene en del ved blant annet å stille strengere krav til førerkort for private personbiler og ved å skjerpe bilkontrollen, særlig for lastebilenes vedkommende.

La meg resymere at av alle trafikkulykker har:

|           |                                          |             |      |
|-----------|------------------------------------------|-------------|------|
| 8,4 %     | tilknytting til mennesket som hovedårsak |             |      |
| 3,8 %     | —, —                                     | kjøretøyet  | —, — |
| 8,2 %     | —, —                                     | vegen       | —, — |
| og 78,4 % | —, —                                     | trafikkfeil | —, — |

Av dette skulle det fremgå at trafikkulykkene i alt vesentlig skyldes trafikkfeil. Skal vi så av dette dra den slutning at vårt arbeide med å hindre trafikkulykker i alt vesentlig må bestå i å lære folk trafikkreglene? Kan vi regne med at dette arbeide vil bringe oss tilstrekkelige resultater? Skal vi ikke kunne regne med at trafikantene begår trafikkfeil mer eller mindre «uforskyldt»?

Jeg har mistanke om at en god del av de trafikkfeil som begås også har sin årsak i vegtekniske forhold, og at vi har en del ugjørt i denne forbindelse. Vi kommer her inn på et problem av interesse som blir behandlet i det følgende avsnitt.

### III. Gir ulykkesrapportene nok opplysninger av vegteknisk interesse?

Når det gjelder de rapporter som bearbeides idag, finner jeg å måtte svare nei på dette spørsmål. Beskrivelsen av ulykkesstedet er ikke tilstrekkelig som grunnlag for en analyse av ulykkesnes tilknytning til vegen.

Det forrige skjema, som var i bruk fra 1939 til 1953, ga større muligheter i så henseende, men etter hva jeg har hørt, var utfyllingen av skjemaene svært lite tilfredsstillende og en statistisk bearbeidelse ville da nødvendigvis bli av tvilsom verdi. Den statistikk vi har om trafikkulykkene må da også vurderes ut fra dette. Generelt vil jeg si at den gir oss et vell av opplysninger som vi kan gjøre god bruk av, men når det gjelder kartleggingen av trafikkulykkes årsaker tror jeg den kunne vært bedre. Det kommer noe an på fra hvilket synspunkt man ser saken. Jeg presiserer derfor at vi er interessert i å kartlegge trafikkulykkes årsaker for å finne botemidler. For den som vil fremme trafikksikkerheten er det av mindre betydning å få opplysninger om *skyldsspørsmålet*, for ham er det *årsaken* eller *årsakene* til ulykken som er av interesse, og det er ingen nødvendig sammenheng mellom hvem som har skylden og hva som er årsak til ulykken. Skyldsspørsmålet avgjøres ut fra det trafikanten i henhold til lov og regler plikter å vite og å etterkomme. Årsaken mener jeg må avgjøres mer ut fra en rimelighetsbetraktning.

La oss som eksempel si at 90 av 100 sjåfører mister herredømmet over bilen i en skarp kurve. *Skylden* for de ulykker som måtte inntreffe er sjåførens, men *årsaken* er den skarpe kurven, hvis han da ikke *ville* miste herredømmet over bilen. Det var nemlig kurven som gjorde det mulig for ham å bli *skyldig* i ulykken. Nå kan man selvsagt si at årsaken var for stor fart etter forholdene. Det



vil i siste instans bero på skjønn. Det viktigste spørsmål er imidlertid på hvilken måte vi skal hindre trafikkulykker, og da kommer det vesentlige moment til at vi må ta menneskene som de er, og finne en løsning på problemet under denne forutsetning. Derfor mener jeg at man er tjent med å søke årsakene i slike forhold som vi *rår over* og som kan endres slik at ulykker unngås. En slik stillingtagen til årsakskomplekset er ikke ment å få noen betydning for skyldsspørsmålet. Politiet og juristene får vurdere dette på samme måte som de har gjort hittil. Fra et trafikkikkerhets synspunkt tror jeg imidlertid at statistikken ville gjøre bedre nytte for seg om årsaksforholdene ble noe mer løsrevet fra skyldforholdet.

I så måte er det ønskelig å omorganisere eller utvide trafikkulykkesstatistikken med henblikk på en bedre kartlegging av ulykkes tilknytning til vegtekniske forhold. Dette er en oppgave som krever en snarlig løsning og det må løses i intimt samarbeide mellom politiet, vegmyndighetene, den institusjon som skal foreta den statistiske bearbeidelse og andre interesserte.

Jeg har, om enn nokså overfladisk, undersøkt hvordan man har innrettet seg i andre land. Som en generell regel gjelder at politiet foretar undersøkelser på stedet og fyller ut trafikkulykkes skjema som sendes vedkommende lands statistiske sentralkontor, men man stopper ikke som hos oss med dette. Når dette kontor har tatt ut de nødvendige opplysninger sendes skjemaene videre til vegadministrasjonen eller et spesielt trafikkikkerhetsinstitutt som foretar en detaljert gransking av ulykkes eventuelle tilknytning til vegen. Det første man gjør er å avmerke på kartet nøyaktig hvor ulykkene har funnet sted. Allerede dette er til verdifull hjelp. Dersom det i løpet av en viss tid viser seg at ulykker konsentrerer seg om et bestemt sted kan man med ganske stor sikkerhet vite at det her er vegtekniske mangler. For det er ingen ting som tilsier at mennesket, kjøretøyet eller værforhold alene skulle forårsake ulykker på ganske bestemte punkter på vegen. Dette er en effektiv metode til å lokalisere såkalte «black spots». En slik organisert undersøkelse mangler vi så vidt jeg vet her i Norge. Riktignok har man gjennomført en ordning med at trafikkulykker som skyldes vegen skal rapporteres til vegsjefene, men den er beheftet med den bakdel at det beror på politiets skjønn hvorvidt vegen skal anses som årsak, og etter rapportmassen å dømme må vegen nærmest ha gått til bakholdsangrep på bilen før den blir ansett for å være årsak til en trafikkulykke, i hvert

fall hovedårsak. Dette skyldes kanskje meget at politiet bare vurderer selve veglegemets eventuelle årsak til ulykken, og ikke også forhold som utforming av vegkryss, fri sikt, bebyggelse o. l. Alle trafikkulykker som etter politiets skjønn har sin årsak i trafikkfeil kommer derfor ikke vegmyndighetene til kunnskap. Selve utvalgsmetoden for rapportene fratar dem derved deres betydning som sporhund for vegmyndighetene til å oppdage «black spots».

Nå ville ikke dette betydd så meget dersom politiet på sin side hadde foretatt den nødvendige kartlegging av ulykkene og bestrebet seg på å finne faremomenter på og langs vegene, men vi vet hvor mange andre gjøremål politiet har og vi kan vel hverken vente, eller forlange, at de skal kunne drive slike undersøkelser. Vi vet også at vegadministrasjonen har en lang rekke gjøremål som forhindrer at det kan bli lagt tilstrekkelig vekt på undersøkelse av trafikkulykkene. Det ligger en stor fare i dette at ansvaret er spredt rundt på flere institusjoner som fra før er fullt opptatt med andre gjøremål. Den nærmeste og viktigste oppgave er derfor å få etablert en organisert undersøkelse ledet av en institusjon eller personer som har dette felt som sitt spesielle arbeidsområde. Selve rapportsystemet behøver ikke endres. En kan som tidligere sende skjemaene til Statistisk Sentralbyrå, som puncher de opplysninger som de er interessert i og sender rapportene videre. Jeg har forespurt i Byrået om dette og der har man ingen ting imot en slik ordning. De kan avhende rapportene i løpet av ganske kort tid.

For videre å få klarlagt trafikkulykkes tilknytning til vegtekniske forhold er det da nødvendig å merke av alle ulykker som politiet angir har sin årsak i vegens tilstand og i *trafikkfeil*. Slike som skyldes defekter ved kjøretøyet eller menneskelige mangler som alkoholpåvirkning, tretthet o. l. kan skilles ut. Når man av dette materiale finner at ulykkene konsentreres om visse punkter blir det en oppgave for den kvalifiserte trafikkingeniør å foreta de nærmere studier av ulykkestedet. Allerede på rapportene er det da viktig å få så mange opplysninger som mulig, men dette er et typisk optimumsproblem. Jo flere og jo mer detaljerte spørsmål, dess flere vil bli ubesvart. Dette er en erfaring man har gjort over alt, og det var en av grunnene til den omredigering av trafikkulykkes skjemaene som fant sted i 1954.

Noe av det viktigste er å få en nøyaktig stedsangivelse. Dette er et forhold som idag lar tilbake å ønske. Det er ikke nok med angivelser som

f. eks. «riksveg 50 i Moelv», «riksveg 40 i Asker» o. l. En nøyaktig stedsangivelse byr på vanskeligheter fordi det i landområdene ofte mangler spesielle kjennemerker og fordi om slike finnes, så er de ikke avmerket på kartet eller kjent av vedkommende som får rapporten til behandling. Noen land har foreslått nummererte peler for hver 100 m på hovedvegene for å bøte på dette. Noen har ordnet seg slik at politiet benytter spesielle kart som de kan referere til ved nøyaktig kartreferanse. Dette forekommer meg å være den mest aktuelle ordning hos oss, i hvert fall foreløpig.

Dernest må man ønske seg en mer fyldig beskrivelse av de vegtekniske kjennetegn på ulykkesstedet, f. eks. hvordan vegkrysset er utformet, lengden av fri sikt i forskjellige retninger, hvordan trær, bebyggelse o. l. er plassert i forhold til vegen, kurveradius, overhøyde, stigningsforhold og flere. I denne sammenheng tror jeg å kunne anføre som et ønskemål at det ble avsatt plass på skjemaet til en skisse av ulykkesstedet. Her kunne man tegne vegen og dens nærmeste omgivelser og trafikkens adferd like før og i ulykkesøyeblikket. Et fotografi ville også være til stor nytte. Når dette ikke er blitt gjort før er det vel fordi Statistisk Sentralbyrå ikke vil ha noen særlig nytte av det i statistisk øyemed, men for trafikkingeniøren vil det være av største betydning. Når han av kartmerkingen har funnet et «black spot» vil han kunne ta skissene av ulykkene som har funnet sted under nøye gransking og finne ut mulige årsaker til at trafikantene har oppført seg slik som de gjorde. Ofte er det jo ikke bare én årsak, men en rekke årsaker som virker sammen om en ulykke. Disse kan man få et begrep om bare ved studiet av slike skisser. Når disse ikke strekker til må man ta stedet under observasjon ved selvsyn, eller få andre kompetente personer til å undersøke stedet og komplettere politiets rapporter. I utlandet har man høstet gode erfaringer med en slik ordning.

Når man har funnet faremomentene gjenstår det å legge frem forslag om utbedringer. Dette kan ofte bestå i billige foranstaltninger som parkeringsforbud, fjernelse av trær og hekker, belysning, skilting etc. Andre ganger kan det bli nødvendig med kostbare utbedringer, som omlegging av vegen, ekspropriasjon og fjernelse av bygninger o. l.

Ikke mindre viktig er det at man ved siden av dette ingeniørarbeide har gående spesielle statistiske undersøkelser av trafikkulykkes sammenheng med vegtekniske kjennetegn. De statistiske undersøkelser må bygge på de ulykker som fore-

kommer i eller i nærheten av de såkalte «black spots» og oppgavene må fortrinnsvis dekke flere på hverandre følgende år. Derved får man et mer representativt materiale. Ved denne undersøkelse skiller man straks ut ulykker som skyldes mekaniske defekter og som skyldes tilfeldigheter (sjåfører som er fulle eller har sovnet o. l.), fordi slike ulykker ikke kan forutsettes å bli påvirket av utbedring av vegen. Av det resterende materiale deduserer man så ad statistisk veg årsakene til ulykkene. Den statistiske behandling kan avsløre såvel enkelte faremomenters partielle innvirkning, som flere faremomenters simultane innvirkning på trafikkulykkene. Man gjør her bruk av teoretisk statistikk som er et redskap man ikke skal undervurdere. En kan ved bruk av slike metoder avsløre årsakssammenhenger som ikke oppdages på annen måte. Det er ut fra en slik erkjennelse at man i utstrakt grad gjør bruk av statistikk i kreftforskningen, og man gjør nok klokt i å benytte seg av dette hjelpemiddel også i studiet av trafikkulykkene. Derfor er det så viktig at man i rapportene tar med vegtekniske data, og ikke minst at politiet er omsorgsfulle ved utfylling av skjemaene. Det kan ofte se ut som et spørsmål er overflødig, men det er sjelden at det er det. Jeg mener vi bør få flere spørsmål av vegteknisk art på skjemaene, men la det også være sagt at nytten av dette står og faller med at politiet er nøyaktige med utfyllingen. For den statistiske behandling er det også i stor utstrekning nødvendig å kjenne til trafikken på vegene. De spesielle statistiske undersøkelser må en således henlegge til slike veg hvor en har, eller nylig har hatt trafikktegn. La meg også nevne en annen stor betydning som de statistiske undersøkelser har. De er vel egnet til å overbevise oss selv og de bevilgende myndigheter om nødvendigheten og fordelene av vegtekniske utbedringer.

For den som måtte være interessert i statistiske analyser av trafikkulykkene henviser jeg til en artikkel i *Road Safety and Traffic Review*, nr 3, 1955, av M. G. Claes, sivilingeniør ved Statens Vegadministrasjon i Belgia.

I hvilken grad man kan redusere trafikkulykker ved hjelp av vegtekniske utbedringer er formodentlig kjent for de fleste fra utenlandske undersøkelser så jeg skal bare nevne hva M. G. Claes anfører i ovennevnte artikkel. Han sier: «Det er å håpe at slike undersøkelser vil bli utvidet i stadig større omfang for å vise de respektive autoriteter betydningen av tekniske midler til trafikksikkerhetens fremme. Fra dette synspunkt er det interessant,

om ikke oppmuntrende, å merke seg at det er mulig å redusere den gjennomsnittlige ulykkeshyppighet med litt over 70 % bare ved hjelp av vegtekniske forbedringer.» Jeg understreker dette og kobler det sammen med hva vår ulykkesstatistikk viser, nemlig at 78 % av trafikkulykkene er oppgitt å ha sin årsak i trafikkfeil.

Spørsmålet om å redusere trafikkulykkene kan til syvende og sist bli et spørsmål om vi har råd til å foreta de vegtekniske forbedringer som er nødvendige. Det er da verdt å merke seg at trafikkulykkene i året som gikk, kostet rundt 100 mill. kr, dvs. bortimot halvparten av vegbudsjettet. Det reiser visse perspektiver at en investering i bedre veger på 1 milliard kroner ville gi en forrentning på 5 % om vi derved, og bare derved, kunne redusere trafikkulykkenes nåværende antall med 50 %.

Litteratur:

- Statistisk Sentralbyrå: Trafikkulykker 1939—1950.
- Wilfred Owen: Automotive Transportation.
- Road Safety and Traffic Review, Vol. 1, nr 3, 1953.
- Road Safety and Traffic Review, Vol. III, nr 3, 1955.

Antall arbeidere ved offentlig vegvedlikehold ultimo desember 1955

| Fylke                         | Riksveger | Fylkesveger | Bygdeveger | I alt | Vegvesenets biler |             |
|-------------------------------|-----------|-------------|------------|-------|-------------------|-------------|
|                               |           |             |            |       | I bruk            | Ute av bruk |
| Østfold .....                 | 179       | 78          | 173        | 430   | 40                | 1           |
| Akershus .....                | 270       | 68          | 207        | 545   | 4                 | —           |
| Hedmark .....                 | 235       | 33          | 180        | 448   | 20                | 1           |
| Oppland .....                 | 273       | 25          | 128        | 426   | 24                | 2           |
| Buskerud .....                | 247       | 25          | 187        | 459   | 13                | 1           |
| Vestfold .....                | 109       | 46          | 118        | 273   | 22                | 3           |
| Telemark .....                | 165       | 29          | 84         | 278   | 19                | 6           |
| Aust-Agder .....              | 143       | 27          | 78         | 248   | 11                | 4           |
| Vest-Agder .....              | 126       | 100         | 143        | 369   | 21                | 15          |
| Rogaland .....                | 173       | 65          | 209        | 447   | 24                | 4           |
| Hordaland .....               | 228       | 106         | 243        | 577   | 20                | 2           |
| Sogn og Fjordane              | 144       | 28          | 31         | 203   | 15                | 8           |
| Møre og Romsdal               | 245       | 223         | 354        | 822   | 41                | 6           |
| Sør-Trøndelag                 | 185       | —           | 165        | 350   | 28                | 21          |
| Nord-Trøndelag                | 171       | 17          | 154        | 342   | 10                | 3           |
| Nordland .....                | 436       | 134         | 156        | 726   | 69                | 42          |
| Troms .....                   | 196       | 78          | 88         | 362   | 15                | 11          |
| Finnmark .....                | 139       | 18          | 10         | 167   | 37                | 12          |
| Hele landet ...               | 3664      | 1100        | 2708       | 7472  | 433               | 142         |
| Hele landet pr ult. des. 1954 | 3183      | 872         | 2086       | 6141  | 403               | 145         |

**SYSSELSETTINGS-OVERSIKT**

Antall arbeidere ved offentlige veganlegg ultimo desember 1955

| Fylke                         | Hovedveganlegg |                 |                  | Bygdeveganlegg |          |              |            | Herav på |             | Vegvesenets biler |  |
|-------------------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|----------|--------------|------------|----------|-------------|-------------------|--|
|                               | Hovedveganlegg | Med statsbidrag | Uten statsbidrag | I alt          | Ordinært | Hjelpearbeid |            | I bruk   | Ute av bruk |                   |  |
|                               |                |                 |                  |                |          | Hovedveger   | Bygdeveger |          |             |                   |  |
| Østfold .....                 | 61             | 13              | 35               | 109            | 109      | —            | —          | 2        | 1           |                   |  |
| Akershus .....                | 110            | 38              | 53               | 201            | 201      | —            | —          | —        | —           |                   |  |
| Hedmark .....                 | 129            | 74              | 17               | 220            | 220      | —            | —          | —        | —           |                   |  |
| Oppland .....                 | 95             | 73              | 41               | 209            | 209      | —            | —          | 3        | —           |                   |  |
| Buskerud .....                | 114            | —               | 28               | 142            | 142      | —            | —          | —        | —           |                   |  |
| Vestfold .....                | 66             | —               | —                | 66             | 66       | —            | —          | 9        | —           |                   |  |
| Telemark .....                | 63             | 59              | —                | 122            | 122      | —            | —          | —        | —           |                   |  |
| Aust-Agder .....              | 138            | 28              | 95               | 261            | 261      | —            | —          | 3        | —           |                   |  |
| Vest-Agder .....              | 174            | 168             | 6                | 348            | 348      | —            | —          | 7        | —           |                   |  |
| Rogaland .....                | 115            | 187             | 41               | 343            | 343      | —            | —          | 1        | —           |                   |  |
| Hordaland .....               | 332            | 116             | 446              | 894            | 809      | 69           | 16         | 2        | —           |                   |  |
| Sogn og Fjordane              | 240            | 212             | 60               | 512            | 459      | 39           | 14         | 1        | —           |                   |  |
| Møre og Romsdal               | 232            | 106             | 47               | 385            | 385      | —            | —          | 3        | —           |                   |  |
| Sør-Trøndelag                 | 140            | 8               | 107              | 255            | 204      | 51           | —          | —        | —           |                   |  |
| Nord-Trøndelag                | 259            | 27              | 63               | 349            | 307      | 42           | —          | —        | —           |                   |  |
| Nordland .....                | 565            | 172             | 141              | 878            | 543      | 274          | 61         | 2        | —           |                   |  |
| Troms .....                   | 305            | 160             | 109              | 574            | 410      | 148          | 16         | 2        | —           |                   |  |
| Finnmark .....                | 362            | 6               | 12               | 380            | 365      | 15           | —          | 4        | 1           |                   |  |
| Hele landet ...               | 3500           | 1447            | 1301             | 6248           | 5503     | 638          | 107        | 39       | 2           |                   |  |
| Hele landet pr ult. des. 1954 | 3897           | 1949            | 1485             | 7331           | 6670     | 476          | 185        | 65       | 2           |                   |  |

Leide biler med sjåfør ultimo desember 1955

| Fylke            | Hovedveganlegg | Riksvegvedlikeholdet | Sum |
|------------------|----------------|----------------------|-----|
| Østfold .....    | 2              | 6                    | 8   |
| Akershus .....   | 6              | 39                   | 45  |
| Hedmark .....    | 14             | 16                   | 30  |
| Oppland .....    | 3              | 10                   | 13  |
| Buskerud .....   | 10             | 20                   | 30  |
| Vestfold .....   | —              | 2                    | 2   |
| Telemark .....   | 7              | 9                    | 16  |
| Aust-Agder ..... | 6              | 20                   | 26  |
| Vest-Agder ..... | 6              | 11                   | 17  |
| Rogaland .....   | 1              | 6                    | 7   |
| Hordaland .....  | 7              | 10                   | 17  |
| Sogn og Fjordane | 2              | 2                    | 4   |
| Møre og Romsdal  | 6              | 42                   | 48  |
| Sør-Trøndelag .. | 8              | 28                   | 36  |
| Nord-Trøndelag   | 17             | 27                   | 44  |
| Nordland .....   | 9              | 25                   | 34  |
| Troms .....      | 7              | 48                   | 55  |
| Finnmark .....   | 9              | 13                   | 22  |
| Hele landet .... | 120            | 334                  | 454 |

**Bilbremseser**

I U.S.A. foreslås der nå følgende minstekrav til bilbremsene. På flat tørr veg med hardt vegdekke fra en hastighet av 32 km/h må en alminnelig personbil kunne stoppe på høyst 7½ m, to-akslete lastebiler med bruttovekt inntil 4½ tonn på 9 m og over 4½ tons kjøretøyer (såsom trekkvogner med semitrailer, lastebil med tilhenger osv.) på 15 m.

O. K.

### Tryggere bilkjøring i mørke

I Oslo ble nylig demonstrert en såkalt «celleforsats» til billyskastere. Forsatsen er bygd opp av en serie konsentriske metallringer holdt på plass av mellomliggende sikk-sakkavstivninger. De trekantede «cellene» tillater lyset å passere som en konsentrert strålebunt, skarpt avgrenset til alle sider. Demonstrasjonen bekreftet at en får utmerket belysning av egen kjørebane og kan kjøre med fullt lys uten å sjenere fører av møtende kjøretøy.

O.

### Arktisk bilkjøring

De amerikanske militære myndigheter forlanger at alle militærbiler skal kunne startes og brukes ved en temperatur av  $\pm 54^{\circ}\text{C}$ . Man kan forstå at de foretrekker luftkjølte motorer, og man kan også forstå at de har vanskeligheter med varmeapparater, vinduspussere, frostruter, isolering osv. for ikke å snakke om akkumulatorbatteriene og smøreljen.

O. K.

### Original oljeleting

De store oljeselskapene har nå folk som går langs stranden ved den meksikanske golf og plukker opp de forskjellige smådyr som alltid finnes ved strandkanten. En zoologisk teori regner nemlig med at nå levende etterkommere til oljelagenes fossile dyr har forandret seg lite, til tross for de millioner år som er gått. Overflatefunn bør altså gi tips om hva som kan rommes i jorden. (Ratten nr 10, 1955.)

### Autobahn Karlsruhe—Offenburg

Første byggeperiode av den nye autobahn Karlsruhe—Offenburg mellom Ettlingen og Rastatt Nord er snart avsluttet. I 1956 blir den 20 km lange strekningen fra Ettlingen til Baden-Baden ferdig. Man regner med at vegen fra Baden-Baden over Bühl—Achern—Appenweier til Offenburg blir åpnet for trafikk i 1960. Den planlagte autobahn er en del av Europaveg nr 4 fra Skandinavia til Italia. (Motorliv nr 1, 1956.)

### Sidevogn av glass til motorsyklar

Firmaet Plastika i Praha har fremstilt prototypen til en motorsykkelsidevogn av glass, som bl. a. har den fordel at den veier bare 19 kg, dvs. under halvparten av hva en vanlig sidevogn av metall veier. To av fabrikkens ingeniører har foretatt en 2500 km lang tur under de vanskeligste veg- og terrengforhold i en Jawa 500 CHC-motorsykel med glassvognen påmontert. De kjørte i dyp søle, i snø, i sterk frost og over frosne, oppløydte åkrer, og vognen motsto alle påkjenninger.

### Allsidig bruk av bilen på Hawaii

På Hawaii er bilene til nytte til og med «etter døden». Man oppløser de gamle vognene ved hjelp av svovelsyre og strør asken på ananasplantasjene, for at jorden skal beholde sitt nødvendige jerninnhold. En normal plantasje forbruker tre biler om dagen. (Ratten nr 10, 1955.)

### Personalia

#### Ansettelse i vegvesenet.

Som sekretær II, fullmektig I og 2 kontorister II ved vegadministrasjonen i Hedmark fylke, er ansatt henholdsvis Egil Hole, Sverre Øverhaug, Gjerdmund Moe og Gudleik Sevilhaug.

Som bokholder og kasserer I ved vegadministrasjonen i Sør-Trøndelag fylke er ansatt Arnfinn Røkke.

### Nummererte rundskriv 1956

Nr 1. 11. januar 1956 til fylkesmenn og vegsjefer ang. bygdeveg- og vegfondsanlegg. Regnskap og kasseforretning m. m.

Nr 2. 20. januar 1956 til vegsjefer ang. leid bil med sjåfør. Reviderte prisbestemmelser for transport med lastebil.

Nr 3. 30. januar 1956 til vegsjefer ang. innberetning om utførte arbeider som er av interesse for Norges sjøkartverk.

Nr 4. 1. februar 1956 til vegsjefer ang. lønns- og arbeidsvilkår ved statens vegarbeidsdrift. Overenskomstens § 16: utbetaling av lønninger og oppsigelse. Oppsigelseskjema.

Nr 5. 8. februar 1956 til vegsjefer ang. prisberegning for bulldozerarbeider utført av private entreprenører etter oppdrag fra Statens vegvesen.

Nr 1 M. 2. januar 1956 til fylkesmenn, politimestre, vegsjefer og Statens bilsakkyndige ang. nummerserier for registrering av motorkjøretøyer.

Nr 2 M. 17. januar 1956 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Ford.

S. Nr 3 M. 17. januar 1956 til fylkesmenn, politimestre, samferdselskonsulenter og Statens bilsakkyndige ang. avtale mellom Tyskland og Norge om gjensidig anerkjennelse av vogn- og førerkort.

Nr 4 M. 19. januar 1956 til politimestre og lensmenn i sjødistriktene ang. avgiftsfri bensin til fiske.

Nr 5 M. 20. januar 1956 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Willys Trucks.

S. Nr 6 M. 24. januar 1956 til fylkesmenn, vegsjefer, politimestre, samferdselskonsulenter og Statens bilsakkyndige ang. oppbygging av motorkjøretøyer.

Nr 7 M. 3. februar 1956 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt VW varevogn.

Nr 8 M. 3. februar 1956 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Scania Vabis.

Nr 9 M. 20. februar 1956 til fylkesmenn, politimestre, vegsjefer og Statens bilsakkyndige ang. nummerserier for registrering av motorkjøretøyer.

Nr 10 M. 20. februar 1956 til fylkesmenn, politimestre, vegsjefer og Statens bilsakkyndige ang. nummerserier for registrering av motorkjøretøyer.

Nr 11 M. 20. februar 1956 til politimestrene ang. garanti for erstatningsansvar etter motorvognloven.

Nr 12 M. 25. februar 1956 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt International.

Nr 13 M. 1. mars 1956 til Statens bilsakkyndige og Statens Bilfordelingskontor i Oslo ang. rundskriv nr 36/55 M. av 14. mai 1955 angående de bilsakkyndiges medvirken når det gjelder innførselslisens for gavebiler.

REDAKSJON: Vegdirektoratet, Schwensensgt. 3—5, Oslo. — UTGIVER: Teknisk Ukeblad.

Abonnementspris kr 15,— pr år. Vegvesenfunksjonærer kr 5,— pr år.

Abonnement- og annonseavdeling, Ingeniørenes Hus, Oslo. Tlf. 41 71 35.