

Lovmessigheten i trafikkstrømmen

Konsulent Ole Reiten

Vegdirektoratet

DK 311 : 656.1

Referat av foredrag ved kurs i trafikkteknikk. N. T. H., 7.—10. januar 1958. Foredraget gir de første resultater av en trafikkkundersøkelse som er satt igang av Vegdirektoratet.

Vi har alle lagt merke til at trafikken på våre veger har en viss rytme. Den varierer med årstidene, med ukedagene og med de forskjellige tider på døgnet. At disse variasjoner er til stede kan vi konstatere ved en ren subjektiv iakttagelse, men dersom vi vil skaffe oss et nøyere kjennskap til disse variasjoner, er det nødvendig å foreta nøyaktige og kontinuerlige tellinger av trafikken over lengre tidsrom. Slike tellinger har det tidligere ikke vært lett å foreta i noen særlig utstrekning på grunn av de store omkostninger det ville føre med seg å ha mannskap stående og telle, men nå har vi heldigvis fått automatiske telleapparater som synes å gi tilstrekkelig nøyaktige resultater, og det er derfor all grunn til å håpe at vi etter hvert vil få et fyldig materiale å arbeide med.

Før jeg tar fatt på det som egentlig er min oppgave må jeg si et par ord om hva som foreligger av trafikktegninger her i landet. Det er dessverre ikke meget. Fra tid til annen har det riktignok vært foretatt trafikktegninger på våre veger, men det har vært bare spredte foreteelser, og formålet med dem har vært å få et brukbart materiale for beregning av årstrafikken eller årsdøgntrafikken. Den mest anvendte metode har vært å telle fredag, lørdag og søndag noen få ganger i året, kanskje bare to ganger, og så regne ut en gjennomsnittlig ukedøgntrafikk som 5 ganger fredag + lørdag + søndag dividert med 7 — idet man regner fredagen for å være representativ også for dagene mandag — torsdag. Disse ukedøgn gjennomsnittene fra forskjellige tider av året ble så igjen regnet sammen til et årsdøgn gjennomsnitt.

Jeg skal komme tilbake til en vurdering av denne tellemetode senere. Men det jeg vil si her er at den gir ikke noe grunnlag for et nøyere studium av

trafikken. Det beste materiale vi har å arbeide med når det gjelder et lengre tidsrom er ferjestatistikken. Den ble utarbeidet første gang i 1938, og siden 1946 har den vært årlig.

I 1955 hadde vi trafikktegning på en større del av vårt hovedvegnett — nærmere bestemt på den del som inngår i det europeiske hovedvegnett. I forbindelse med denne telling ble det også tatt i bruk automatiske telleapparater, og etter hvert er det blitt anskaffet flere slike som en nå har forsøkt å utnytte slik at man kan få et allsidig materiale å arbeide med for klarlegging av lovmessigheten i trafikkvariasjonene.

De resultater som skal legges frem her bygger på de telleresultatene som disse timeregistrerende telleapparatene har gitt, og jeg har valgt å ta for meg resultatene fra tellepunktet ved Korsegården på riksveg nr 1, Mossevegen.

Dermed går jeg over til det som jeg egentlig skulle snakke om — nemlig lovmessigheten i trafikkstrømmen.

Det jeg har ment å kunne påvise er at variasjonene i trafikkstrømmen viser slike regelmessigheter at vi har grunn til å kalle det lovmessighet. Den første variasjonen jeg nevnte innledningsvis var variasjonen etter årstidene, de kalles vanligvis sesongvariasjoner. Jeg skal ikke komme inn på årsakene til disse variasjoner, men bare påvise dem rent statistisk ved hjelp av data hentet fra ferjestatistikken. Jeg har valgt å ta for meg trafikken ved ferjen Fredrikstad Ø—V og ved Sogndal—Loftesnes. Valget er gjort i den hensikt å vise ytterlighetene av de trafikktyper vi kan vente å finne på våre veger.

Ferjen Fredrikstad Ø—V formidler trafikken mellom to bydeler, dvs. hovedsaklig lokaltrafikk, mens ferjen Sogndal—Loftesnes er en utpreget turistferje med ubetydelig lokaltrafikk.

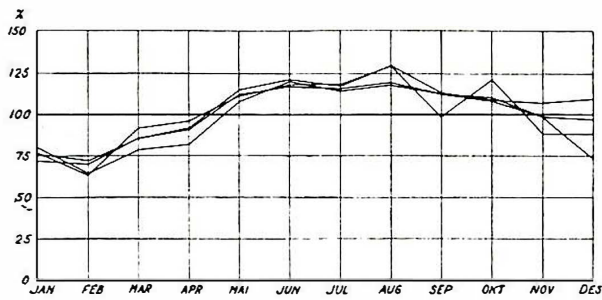


Fig. 1. Ferjetrafikken Fredrikstad Ø—V 1953—1956. Trafikken den enkelte måned i % av gjennomsnittsmåned i året. Årsdøgntrafikk 1956: 988 motorkjøretøyer.

Fig. 1 viser trafikken Fredrikstad Ø—V for hver måned, og hver kurve representerer et bestemt år. Jeg har valgt å fremstille trafikken for hver enkelt måned som prosent av den gjennomsnittlige månedstrafikk i året. På denne måten får man et godt bilde av variasjonene, samtidig som man lettere kan sammenligne disse variasjoner fra år til år. Vi ser at de forskjellige årskurvener følger hverandre temmelig godt, men vi legger også merke til at enkelte måneder viser en større stabilitet enn andre. Dvs. at den prosent trafikken denne måned utgjør av månedsgjennomsnittet holder seg mer konstant fra år til år enn tilfelle er for andre måneder. Bildet viser også at det av og til kan oppstå mer unormale svingninger i trafikken, men det er regelmessigheten som dominerer bildet.

En stor lokaltrafikk er alltid en stabiliserende faktor i et trafikkbilde, og man skulle derfor ikke umiddelbart vente å finne de samme regelmessigheter hvor lokaltrafikken er minimal. Nærmere undersøkelser viser imidlertid at man over alt finner de samme regelmessighetene i sesongvariasjonen, uansett om trafikken er stor eller liten og uavhengig av hvilken trafikktype vi har for oss.

Trafikken mellom Sogndal og Loftesnes er liten selv etter norske forhold — bare en årsdøgntrafikk på ca 100 motorkjøretøyer — og det er en typisk

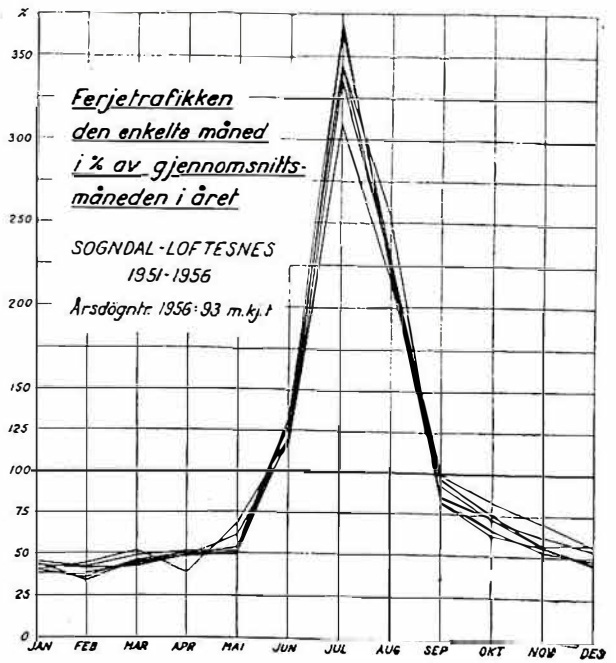


Fig. 2. Ferjetrafikken Sogndal—Loftesnes.

turistrute. Men likevel ser vi at trafikken de enkelte måneder utgjør en temmelig fast prosent av den gjennomsnittlige månedstrafikk i året. Bortsett fra juli måned er variasjonene i disse prosent for hver enkelt måned relativt små, og ligger godt innenfor et område på 25 % (se fig. 2).

En så liten variasjon er desto mer oppsiktsvekkende her hvor den totale trafikk er så liten at en tilfeldig økning eller innskrenkning i trafikken en måned ville gi stort prosentvis utslag.

Disse regelmessigheter i sesongvariasjonene som her er påvist vil vi ganske sikkert finne igjen over alt hvor trafikken har stabilisert seg. Det er bare formen på kurven som vil variere, avhengig av bl. a. næringslivets struktur og bosettingsforholdene i distriktet.

Fig. 3 viser trafikken ved Korsegården for hver dag i året 1955. Disse svingningene i trafikken

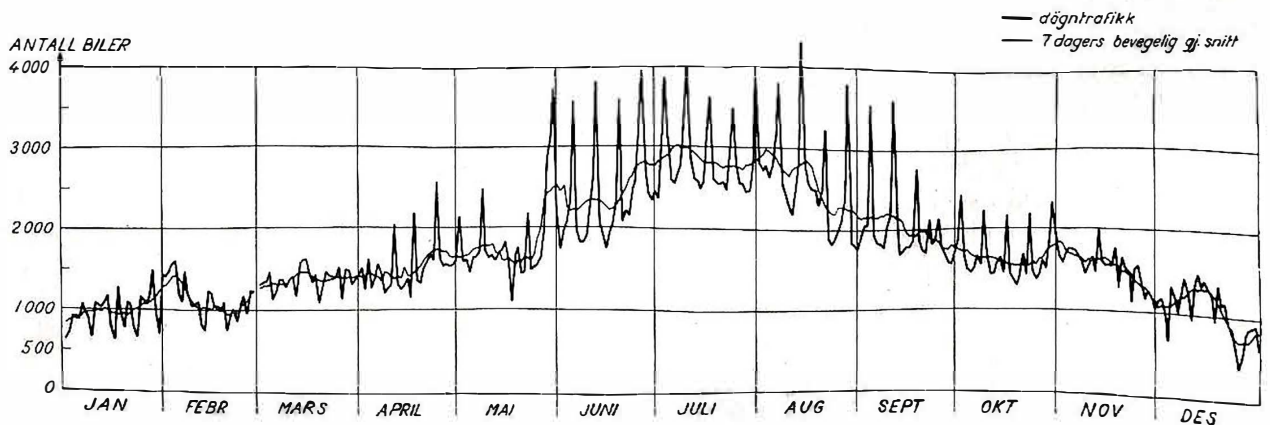


Fig. 3. Døgntrafikken 1955 ved Korsegården, rv. 1.

kan synes temmelig tilfeldige før vi studerer dem nærmere, men ved et nøyere ettersyn finner vi lett ut enkelte regelmessigheter.

Det vil være naturlig først å undersøke hvilke dager det er som svarer til de høye toppene i sommerhalvåret. Det er søndagene. Vi vil også lett finne ut at lørdagene har relativt stor trafikk på denne tid av året. I vinterhalvåret vil vi finne at forholdet er omvendt. På denne årstid er som regel søndags- og lørdagstrafikken minst. Det er derfor hensiktsmessig å skille mellom sommerhalvåret og vinterhalvåret ved disse undersøkelser.

Den svakest optrukne kurve på figuren representerer et 7-dagers bevegelig gjennomsnitt av trafikken.

Den andre typiske variasjon jeg nevnte i innledningen var ukevariasjonen. At trafikken ikke er lik de forskjellige dager i uken har man lenge vært klar over. Det viser bl. a. den metode for trafikk-telling som jeg nevnte tidligere, og som jeg skal komme tilbake til. De trafikktegninger jeg hittil har bearbeidet viser at ukevariasjonene er helt forskjellige i sommerhalvåret og i vinterhalvåret. På veger med samme trafikktipe som Mossevegen er det søndag som viser størst trafikk i sommerhalvåret. Dernest kommer lørdagen, mens ukens øvrige dager er mer like, men mandag og fredag ligger likevel tydelig over de øvrige hverdage (tirsdag—torsdag). Ved fremstillingen av ukevariasjonene har jeg valgt å vise trafikken den enkelte dag i prosent av et 7-dagers bevegelig gjennomsnitt av trafikken.

I fig. 4 er kurven for ukevariasjonene tegnet opp særskilt for sommerhalvåret 1955 og 1956, og vi ser at disse to kurvene så å si dekker hverandre. Jeg innrømmer at observasjoner bare for to år er et tynt materiale til å trekke bestemte slutninger av om disse variasjoners stabilitet over lengre tidsrom, men dette eksempel sammenholdt med den stabilitet som sesongvariasjonene viste, gir oss i hvert fall en viss grunn til å anta at også ukevariasjonene holder seg uforandret over lengre tidsrom.

Gjennomsnittet av «den enkelte dags prosent av 7-dagers bevegelig gjennomsnitt» for disse to årene ligger så nær hverandre at de kan slås sammen for derved å gi et større materiale å arbeide med. Hyppighetsfordelingen nederst på figuren er således et resultat av begge årene. For hver dag har jeg her samlet den prosent trafikken denne dagen utgjør av 7-dagers gjennomsnittet — innenfor intervaller på 5 %. En slik gruppeinndeling, eller hyppighetsfordeling, av disse prosentene gir oss et inntrykk av hvor godt gjennomsnittet er. Vi

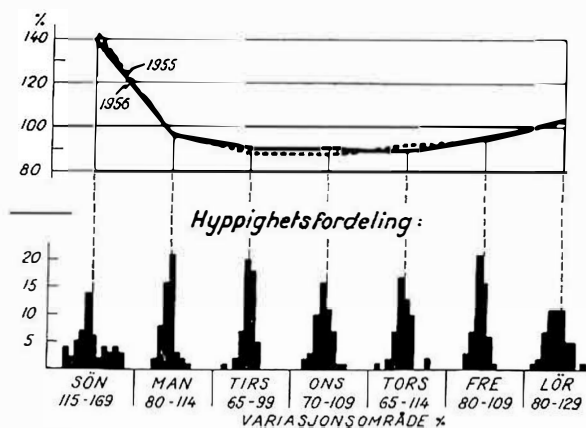


Fig. 4. Rv. 1 — Korsegården. Sommerhalvåret 1955 og 1956. Gjennomsnitt av «trafikken den enkelte ukedag i % av 7 dagers bevegelig gjennomsnitt».

ser her at for hverdage mandag til fredag viser hyppighetsfordelingen en sterk konsentrasjon av disse prosentene innenfor det intervall hvor gjennomsnittet ligger. Dette betyr at hvis vi tar trafikken en tilfeldig valgt dag og regner ut den prosent denne utgjør av gjennomsnittstrafikken for den uken, så er det liten sannsynlighet for at denne prosenten vil avvike noe særlig fra gjennomsnittet.

Vi begynner allerede nå å øyne hvilke muligheter kjennskapet til disse variasjoner gir oss når det gjelder gjennomføring av trafikktegninger etter «samplingmetoden».

Av det som her er påvist fremgår det nemlig at hvis vi kjenner den prosent som den enkelte dag utgjør av ukedøgnetrafikken, så kan vi ved å telle trafikken én dag beregne den gjennomsnittlige døgnetrafikk denne uken, og vi kan også beregne sannsynligheten for at resultatet ligger innenfor visse grenser av nøyaktighet. Ved så å foreta flere slike én-dagstillinger spredt over året, kan vi beregne årstrafikken eller årsdøgnetrafikken med en nøyaktighet som er tilstrekkelig for praktiske formål.

Fig. 5 viser ukevariasjonene i vintermånedene uttrykt på samme måte som i foregående figur. Det materiale jeg har hatt til rådighet omfatter

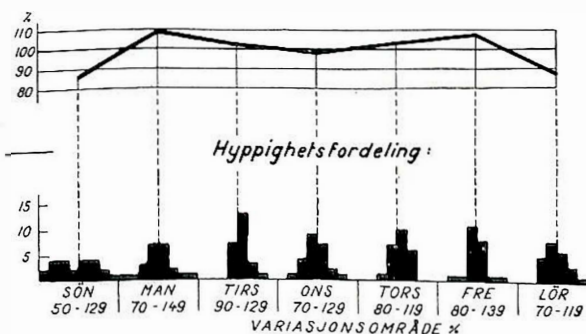


Fig. 5. Rv. 1 — Korsegården. Samme kurve som på fig. 4, men gjeldende for vintermånedene 1955.

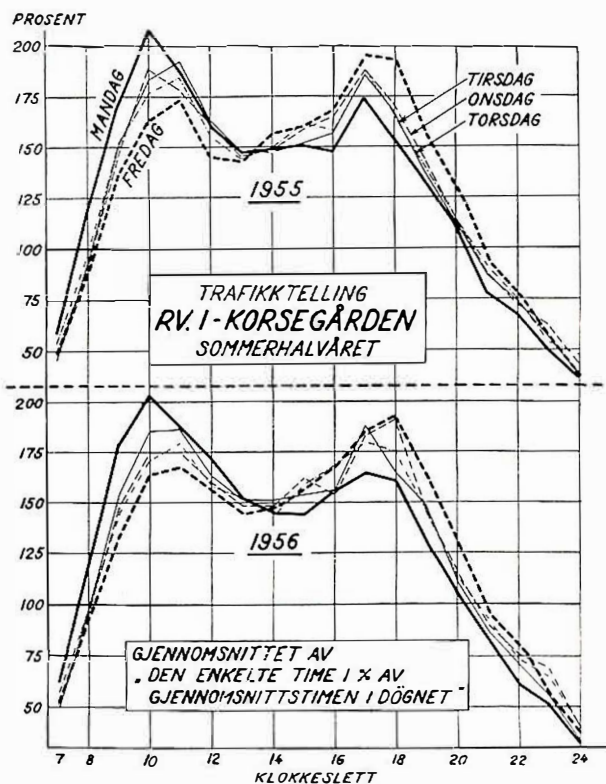


Fig. 6. Rv. 1 — Korsegården. Døgnvariasjonen sommerhalvåret 1955 og 1956.

bare ett år og er derfor noe tynt. Hyppighetsfordelingen har derfor fått større klasseintervall.

Vi ser her at ukevariasjonene i vinterhalvåret er helt forskjellig fra sommerhalvåret. Her viser søndag og lørdag minst trafikk, mens mandag og fredag har størst trafikk. Hyppighetsfordelingen nederst på figuren viser at også på denne årstid har hverdagens mandag—fredag størst stabilitet.

Som vi har lagt merke til viser disse kurvene over ukevariasjonene at både i sommerhalvåret og i vinterhalvåret har mandag og fredag større trafikk enn dagene tirsdag—torsdag. En trafikk-telling som er basert på telling fredag, lørdag og søndag, skulle derfor gi et noe for høyt trafikk-tall, men vi kan ikke på grunnlag av disse kurvene peke ut en annen dag som er bedre enn fredagen. Den største mangelen ved denne tellemetode er at den blir svært kostbar å gjennomføre i forhold til andre tellemetoder, når man forlanger at resultatene skal være like sikre.

Til slutt skal jeg ta for meg døgnvariasjonen, og jeg skal illustrere denne ved hjelp av to sett kurver (se fig. 6). De øverste kurvene gjelder sommerhalvåret 1955 og de nederste sommerhalvåret 1956. Fremstillingsmåten her er analog med den som ble brukt for sesongvariasjonene og for ukevariasjonene, dvs. trafikken den enkelte time er sett i relasjon til den gjennomsnittlige timetrafikk i

døgnet og uttrykt i prosent av denne. Hver kurve representerer gjennomsnittene av disse prosent for hver enkelt time og særskilt for hver dag — mandag til fredag. Lørdag og søndag er ikke tatt med på denne figur da disse dager viser en helt annen døgnvariasjon enn ukens øvrige dager. Bearbeidelsen av materialet er heller ikke kommet så langt at jeg vil komme nærmere inn på døgnvariasjonen for disse dagene. Vi skal derfor bare ta for oss dagene mandag til fredag.

Det første vi legger merke til er at i hovedtrekkene er disse to kurver helt like. Kurvene for mandag og fredag merker seg ut fra de andre ved at først på dagen ligger mandagskurven over og fredagskurven under kurvene for de øvrige dagene, mens forholdet er det omvendte om ettermiddagen. Kurvene for tirsdag, onsdag og torsdag følger hverandre temmelig godt innenfor et område som begrenses av mandags- og fredagskurvene.

Vi ser hvordan trafikken øker fra de tidlige morgentimer og utover til klokken 10—11 for så å avta midt på dagen. Ut på ettermiddagen, ved 17—18-tiden er det så en ny topp i trafikken. Deretter avtar den jevnt utover kvelden.

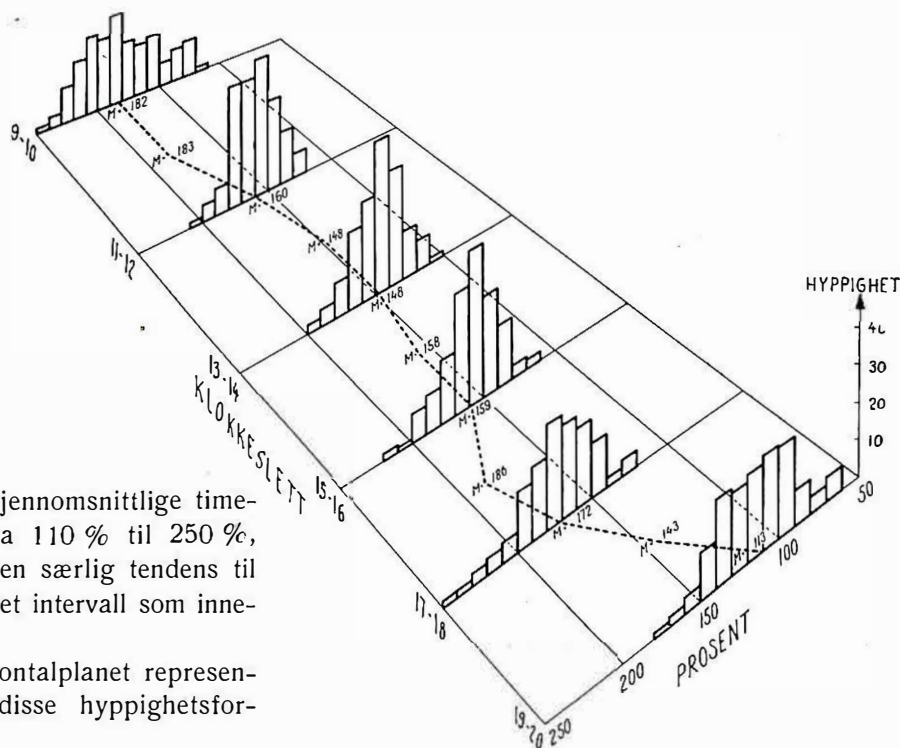
Siden kurvene for tirsdag, onsdag og torsdag faller så godt sammen, mener jeg at det ut fra et statistisk synspunkt er tillatelig å slå dem sammen og betrakte døgnvariasjonene disse dager som like. På denne måten har jeg også fått et rikere materiale å arbeide med.

Vi må her ha klart for oss at disse kurvene representerer gjennomsnitt av en hel rekke prosent. Det er derfor ikke nok at disse kurvene følger tett inn til hverandre. Vi må også vite noe om variasjonsområdet for disse prosentene og hvordan spredningen av dem er omkring gjennomsnittet. Jeg har ikke beregnet noe spredningsmål, men bare tegnet opp hyppighetsfordelingen av disse prosentene for noen timers vedkommende.

Fig. 7 er forsøkt fremstilt perspektivisk. Langsiden på horisontalplanet representerer de forskjellige timer på dagen, mens den andre siden representerer den prosent trafikken den enkelte time utgjør av gjennomsnittstimen tilsvarende døgn. Vertikalaksen angir det antall timer som har en prosent som faller innenfor de forskjellige klasseintervall. Ved disse diagrammene er intervallene 10 %. Bare annen hver time er fremstilt her av plasshensyn, men overgangen fra time til time er jevn slik at de diagrammene som mangler er en mellomting av det foregående og det etterfølgende.

Det første diagrammet, det som representerer timen fra kl. 9—10 viser at den prosent trafikken

Fig. 7. Rv. 1 — Korsegården. Hyppighetsfordeling: Trafikken den enkelte time i % av gjennomsnittlig timetraffikk i døgnet. Tirsdag—torsdag sommerhalvåret 1955 og 1956.



denne timen utgjør av den gjennomsnittlige timetraffikk i døgnet, varierer fra 110 % til 250 %, samtidig som det ikke er noen særlig tendens til konsentrasjon i og omkring det intervall som inneholder gjennomsnittet.

Den stiplede kurve i horisontalplanet representerer gjennomsnittene for disse hyppighetsfordelingene.

Diagrammet for timen kl. 11—12 viser et adskillig mindre variasjonsområde, samtidig som konsentrasjonen omkring gjennomsnittet er blitt adskillig bedre, og når vi kommer til timen kl. 13—14 har hyppighetsfordelingen antatt en form som ligger nær opp til den «ideelle» — sett ut fra et statistisk-teoretisk synspunkt.

En hyppighetsfordeling av den typen vi har her for timene fra kl. 13 til kl. 17 betyr at om vi tar trafikken en bestemt time på en vilkårlig valgt dag og regner ut den prosent trafikken denne timen utgjør av den gjennomsnittlige timetraffikk det døgnet, så er sannsynligheten for at denne prosenten skal avvike noe særlig fra gjennomsnittsprosenta for denne timen svært liten. Eller dersom vi kjenner denne gjennomsnittsprosenta for en bestemt time, kan vi ved å telle trafikken denne timen på en vilkårlig dag beregne døgnetrafikken, og det vil være stor sannsynlighet for at resultatet vil ligge nær opp til det riktige.

Etter kl. 17 begynner hyppighetsfordelingen å anta mindre gunstige former i likhet med de vi har først på dagen.

Vi la merke til at kurvene for tirsdag, onsdag og torsdag på foregående figur lå tett inn til hverandre både i morgentimene og utover kvelden, men en studie av hyppighetsfordelingen viser oss at disse timene likevel ikke viser den samme regelmessighet som timene midt på dagen.

Jeg har nå behandlet dagene tirsdag—torsdag ganske inngående, og det kunne også være grunn

til å ta for seg ukens øvrige dager på samme måte. Grunnen til at jeg nesten ikke har nevnt lørdag og søndag er at disse dagene allerede da vi betraktet ukevariasjonen merket seg ut som mindre stabile enn ukens øvrige dager. Mandag og fredag hadde også sitt særpreg, og de må derfor behandles særskilt. Det blir det ikke tid til ved denne anledning, og det får være nok at jeg nevner at også for disse dagene viser trafikken størst regelmessighet i timene mellom kl. 12 og kl. 17.

Korttidstillinger.

Til slutt skal jeg forsøke å vise hvilken nytte vi kan ha av et slikt kjennskap til lovmessigheten i trafikkstrømmen.

Jeg har tidligere nevnt trafikktegninger etter samplingsmetoden. Et eksempel var trafikktegninger basert på sammenhengende telling fredag, lørdag og søndag noen få ganger i året. Hovedinnvendingen mot denne fremgangsmåte er at den blir svært kostbar hvis man skal telle så mange ganger at man kan vente å få et tilnærmet riktig resultat. Dette vil kanskje være lettere å forstå hvis jeg sier et par ord om hva samplingsteorien går ut på. Vi tenker oss en samling statistiske data, f. eks. trafikken for hver dag i et år. Denne massen av statistiske data kan karakteriseres på forskjellige måter. Hyppighetsfordelingen, dvs. en inndeling av de enkelte dager etter trafikken størrelse, gir en karakteristikk av denne statistiske massen,

likeså den gjennomsnittlige døgntrafikk i året og de forskjellige spredningsmål for avvikelsene fra dette gjennomsnitt. Samplingsteorien går ut på at hvis vi plukker ut et tilfeldig utvalg av denne massen, så vil gjennomsnittet av dette utvalget tilnærmet være det samme som for hele massen, og likedan spredningsmålene. Denne overensstemmelsen mellom utvalget og massen som utvalget er tatt av vil være bedre jo større utvalget er.

Det er nettopp på dette punkt — når det gjelder utvalgets størrelse — at vårt kjennskap til trafikkvariasjonenes lovmessighet vil være til stor nytte. De faste relasjoner som vi har funnet mellom trafikken enkelte timer i døgnet og den gjennomsnittlige timetrafikk i døgnet, gir oss mulighet for å oppnå gode resultater ved å telle trafikken noen timer istedenfor dager. Derved kan vi endog med beskjedne utgifter sikre oss et langt større utvalg av brukbare trafikkdata enn hva som ellers ville vært mulig.

Jeg skal ikke gå nærmere inn på de teoretiske begrunnelser for at man kan være sikker på godt resultat ved en slik tellemetode som er antydnet her, men bare ta noen eksempler:

Den totale trafikk ved Korsegården i tiden 7. mai—31. oktober 1956 var 454 950 biler. Det gir et døgngjennomsnitt på 2570 biler. Jeg har så plukket ut 24 timer på følgende måte. De er alle tatt fra dagene tirsdag, onsdag og torsdag og det er timen fra kl. 14—15. Det er tatt fire timer hver måned. Trafikken disse timene har jeg så dividert med 1,58 og får da den gjennomsnittlige time-trafikk det døgnet. Faktoren 1,58 tilsvarende den prosent som trafikken denne timen utgjorde av den gjennomsnittlige timetrafikk i døgnet for disse dagene. Ved så å multiplisere den gjennomsnittlige timetrafikk med 24, får vi døgntrafikken for vedkommende døgn. Neste skritt er å finne den gjennomsnittlige ukedøgntrafikk. Fra kurven over ukevariasjonene finner vi at tirsdagstrafikken utgjør 88,3 % av ukedøgntrafikken, onsdag 88,5 % og torsdag 89,8 %. Ved så å dividere den funne døgntrafikk med faktorer tilsvarende disse prosentene, får vi den gjennomsnittlige døgntrafikk vedkommende uke. Til slutt finner vi gjennomsnittet av disse 24 ukedøgn. Resultatet ble 2657 biler i gjennomsnitt for døgnet i perioden mai—oktober. Det er en avvikelse på 3,4 % fra det riktige tall.

Ved å gjøre eksperimentet om igjen på samme måte, bare med den forskjell at vi nå tar timen kl. 15—16, får vi som resultat en gjennomsnittlig

døgntrafikk på 2677 biler, dvs. en avvikelse på 4,2 % fra det riktige.

Så har jeg prøvd å ta bare annenhver av disse dagene, altså et utvalg på 12 timer. Da får vi, når jeg bruker timen kl. 14—15, som resultat 2569 biler i gjennomsnitt for døgnet, dvs. en avvikelse på 0 %, mens samme beregning basert på timen kl. 15—16 gir et døgngjennomsnitt på 2666 biler og en avvikelse på 3,7 %.

Som vi ser blir resultatene av en slik tellemetode forbausende gode, og avvikelsene fra det riktige gjennomsnitt er så små at de er uten praktisk betydning.

Jeg har også prøvd å sammenligne resultatene fra en slik telling med ECE-tellingen i 1955, og det viser seg at man vil få bedre resultat ved å telle 36 enkelttimer spredt over året enn ved å telle 14 dager fra kl. 6—22 og seks netter fra kl. 22—6.

Det er mitt håp at det jeg her har vist har gjort det klart at vi gjennom kjennskap til trafikkvariasjonenes lovmessighet har muligheter for å gjennomføre omfattende trafikktegninger med langt mindre omkostninger enn hva som tidligere har vært tilfelle. Men en slik korttidstelling krever grundige trafikkstudier før den kan settes i verk. Vi må ha en rekke permanente tellestasjoner som betjenes av timeregistrerende telleapparater. Disse tellestasjonene må plasseres slik at de kan ansees for å være representative for et større område med hensyn til trafikkens variasjoner. Dernest må telleresultatene fra disse stasjonene bearbeides på tilsvarende måte som her er gjort for Korsegården for å gi de utregningsfaktorer som er nødvendig. Videre må man utarbeide en grundig plan for selve tellingen slik at hver mann kan rekke over flest mulig tellepunkter.

Nå er det ikke bare trafikkens absolutte størrelse som er av interesse, men også dens sammensetning. Det kan derfor bli nødvendig å supplere de automatiske tellingene med manuelle tellinger for å gi oss det nødvendige tellemateriale for en fullstendig analyse av trafikkstrømmen.

Det som her er fremlagt er de første resultater av en trafikkundersøkelse som er satt i gang av Vegdirektoratet.

Meget står ennå igjen å gjøre, og dersom denne korte utredning kunne inspirere noen til å ta opp arbeidet med slike undersøkelser, ville vi raskere kunne nå målet som er å få en fullstendig oversikt over trafikken på vårt vegnett, og til en hver tid å holde denne oversikten å jour.

Cementstabilisering av vegfundamenter

Sivilingeniør Per Fossberg, M. N. I. F.

Transvaal Provincial Administration, Pretoria

DK 624.138

Artikkelen gir en oversikt over soilcement eller de såkalte cementstabiliserte dekker, som i de senere år har vunnet ganske stor anvendelse i utlandet og også har vært prøvet i Norge.

Soilcement er et forholdsvis nytt materiale og i artikkelen blir det gitt en oversikt over hvordan utviklingen har artet seg i noen forskjellige land m. h. t. varierende forskrifter osv.

Det gis en beskrivelse av fremgangsmåten ved fremstillingen av dekkene og de forskjellige typer maskiner til blanding, komprimering osv.

Det fremgår at materialet har funnet utstrakt bruk i Transvaal, hvor forfatteren for tiden arbeider.

I tilslutning til stoffet er det angitt en rekke prøve-resultater, dels fra egne forsøk, dels hentet fra litteraturen.

Historikk.

Det er ca 40 år siden de første skritt på cementstabiliseringens område ble tatt, i England (Worcestershire, under ledelse av H. E. Brooke-Bradley), og i U.S.A. (Pennsylvania, under ledelse av Dr. T. H. Amies). Imidlertid, grunnlaget for disse og senere arbeider var heller usikkert, og resultatene var tvilsomme. Først i 1932 ble det gjort forsøk på å bygge stabiliseringen på vitenskapelige forsøk og studier. South Carolina State Highway Department som vel kan sies å ha vært pioneren i moderne cementstabiliseringsteknikk, bygde i løpet av 1933 og 1934 flere korte prøve-strekninger med soilcement. Resultatene var meget lovende, og stimulert av dette ble det i årene etter foretatt inngående studier, spesielt av Portland Cement Association og U.S. Bureau of Public Works. Fra 1936 av var det en kraftig utvikling på området. Veger og flyplasser med soilcement-dekker ble konstruert i alle deler av U.S.A. og under de forskjelligste klimatiske forhold. Cementstabilisering er derfor å anse som en anerkjent og vel etablert praksis i U.S.A. — I Storbritannia gikk utviklingen av soilcement meget langsomt før siste krig. Under krigen var det imidlertid en kraftig utvikling, sannsynligvis på grunn av kravet om å kunne bygge veger og flyplasser på kort tid og til lav pris. — Det samme synes å være tilfellet i Tyskland. I 1937 satte Luftfartsministeriet igang undersøkelser angående soilcement, og ved utbruddet av krigen i 1939 var de tyske styrker vel utstyrt med såvel viten som maskineri for cementstabilisering. Tyskerne konsentrerte seg mest om stabilisering av militære flyplass-dekker, og i løpet av perioden 1938—1945 kon-

struerte de mer enn 100 mill. m² av slike dekker såvel i Tyskland som i det okkuperte Europa forøvrig. Tyskerne gjorde en betydelig innsats når det gjelder utviklingen av soilcement, både hva forskning og praktisk anvendelse angår. Ved krigen slutt gikk imidlertid utvilsomt en mengde forskningsdata tapt samtidig som praktisk talt alt maskineri var blitt ødelagt eller fjernet av de allierte. — Etter krigen synes cementstabilisering i Tyskland såvel som i Storbritannia stort sett å være begrenset til konstruksjon av billige gater og veger i boligstrøk. — Også i Nederland, Frankrike, Sverige, Danmark og andre europeiske land har cementstabilisering kommet til anvendelse, om enn i liten målestokk. — I Sør-Afrika-Sambandet ble cementstabilisering av vegfundamenter introdusert i 1942, og i Transvaal blir nå de aller fleste nykonstruerte veger av betydning forsynt med cementstabilisert fundament.

Generelle synsmåter.

Cementstabilisert jord, eller soilcement, er som kjent en intim blanding av pulverisert jord og avmålte mengder av cement og vann, komprimert til en høy tetthet. Når cementen hydrerer, herdner blandingen til et mer eller mindre hårdt og varig materiale, avhengig bl. a. av cementmengden og jordens beskaffenhet. Soilcement er å betrakte som et særskilt materiale, med sine egne muligheter og begrensninger.

Den herdnete soilcement er tettere og derfor i høyere grad vanntett og frostbestandig enn den rå jord. Dette gjør selve dekket mer varig og senker vedlikeholdsutgiftene. Det tette dekket bevirker også at undergrunnen blir mindre påvirket av regnvann o.l., slik at svekkelse p.g.a. fuktighet og derved lavere bæreevne av grunnen vil opptre i mindre grad. På den annen side kan dekket p.g.a. sin elastisitet i langt høyere grad enn f. eks. betong oppta selv store bevegelser i undergrunnen, f. eks. forårsaket av skiftende grunnvannstand. Ikke desto mindre har soilcement-dekket mange av det stive dekkes gode egenskaper: god trykkfordeling, en viss brovirkning over lokale svake partier i under-

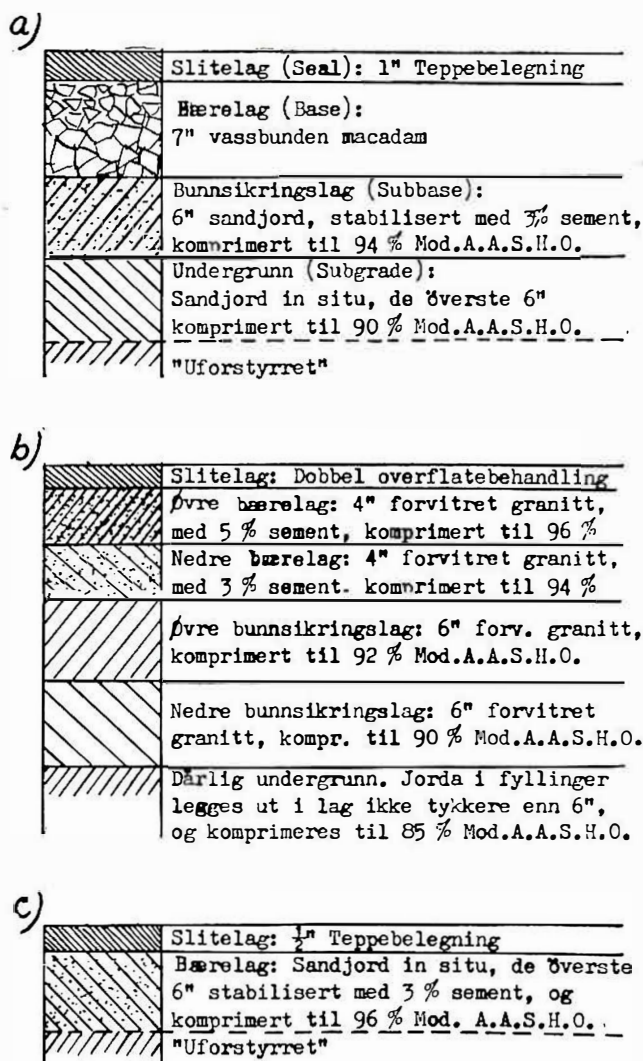


Fig. 1. Eksempler på vegfundamenter utført med soilcement i Transvaal. a) Veg T1/21 Johannesburg—Pretoria (tung trafikk, god undergrunn). b) Veg T4/3 Schagen, Øst-Transvaal (lett trafikk, dårlig undergrunn). c) Veg 746 Messina—Chippise, Nord-Transvaal (liten trafikk, god undergrunn).

grunnen samt en god overflate, egnet til en nesten hvilken som helst overflatebehandling eller overdekning. Ved de høyere cementtilsetninger vil den herdnete masse være så hard at soilcement-laget ikke vil konsolideres ytterligere under trafikk. Slitestyrken er imidlertid meget liten.

For veger med liten eller lett trafikk vil man som oftest forsyne det cementstabiliserte bærelaget med bare et bituminøst slitelag, f. eks med tykkelse 1½—2 cm. Dog går man i U.S.A. ofte til en tykkelse på 6—8 cm. For veger med stor og tung trafikk vil i mange tilfeller soilcement-laget tjene som bunnsikringslag (*subbase*) for et påfølgende bærelag av betong, vassbunden macadam, bituminøs penetrasjonsmacadam eller maskinknust pukk (*crusherrun*). I så fall kan man ofte greie seg med et mindre cementinnhold i bunnsikringslaget, idet det i høyere grad er konstruert for å

hindre erosjon, oppbløting og frostskafer, enn for øket bæreevne. Fig. 1 viser eksempler på fundamenter utført med soilcement i Transvaal.

Lagtykkelsen for soilcement vil oftest være 12—15 cm (komprimert). For meget lett trafikk kan man gå ned til 10 cm. For tung trafikk kan en tykkelse opp til 20 cm være nødvendig. Dekket kan utføres i ett lag dersom man har det nødvendige komprimeringsmaskineri. For større tykkelser må dekket utføres i to eller flere lag, eventuelt med et noe lavere cementinnhold i det underste laget.

I følge definisjonen på soilcement, vil produktets kvalitet nødvendigvis avhenge av at følgende krav er oppfylt:

- Formålstjenlig jord
- Riktig cementinnhold
- Riktig vanninnhold
- Omhyggelig konstruksjon.

Grunn- og jordundersøkelser.

Et gunstig resultat ved cementstabilisering av jord er i høy grad avhengig av at en rekke forhåndsundersøkelser foretas. Mange av disse prøvene krever spesiell apparatur samt en viss fagkunnskap og erfaring, slik at det, i alle fall ved større og viktigere arbeider, bør være laboratorier som kan ta seg av såvel forhåndsundersøkelsene som kontroll under og etter arbeidets utførelse. På denne måten har man de beste muligheter for å oppnå et godt resultat, og de utgifter man måtte ha til laboratorier og personell er vanligvis små sammenlignet med veganleggets totale kostnad.

Allerede ved fastleggelsen av traseen bør man ha et åpent øye for hvilke muligheter og begrensninger som bys for cementstabilisering. Grunnvannstand og jordens fuktighetstilstand, drenerings- og avløpsforhold, vegetasjon og geologiske trekk er alt sammen selvfølgelig av interesse. Med et alminnelig godt skjønn kan man lett gjøre seg opp en mening om i hvilken grad den jord man finner på stedet er egnet for cementstabilisering, og hvilke muligheter det er for å kunne ta egnet materiale fra sidetak (*borrow pits*). Imidlertid, for å få pålitelige opplysninger må man ta jordprøver for laboratorieundersøkelser, tilstrekkelig mange og tilstrekkelig representative til å kunne gi et bilde av jordprofilen i vegens lengderetning. Prøvehullenes avstand og dybde og prøvenes antall vil selvfølgelig være avhengig av de geologiske forhold og den ønskede nøyaktighet. I Transvaal tar vi vanligvis prøver i 160 m avstand (0,1 mile), ved svært skiftende jordtyper i 80 m avstand, og i forskjellige dybder ned til 0,5 m (20"). Det

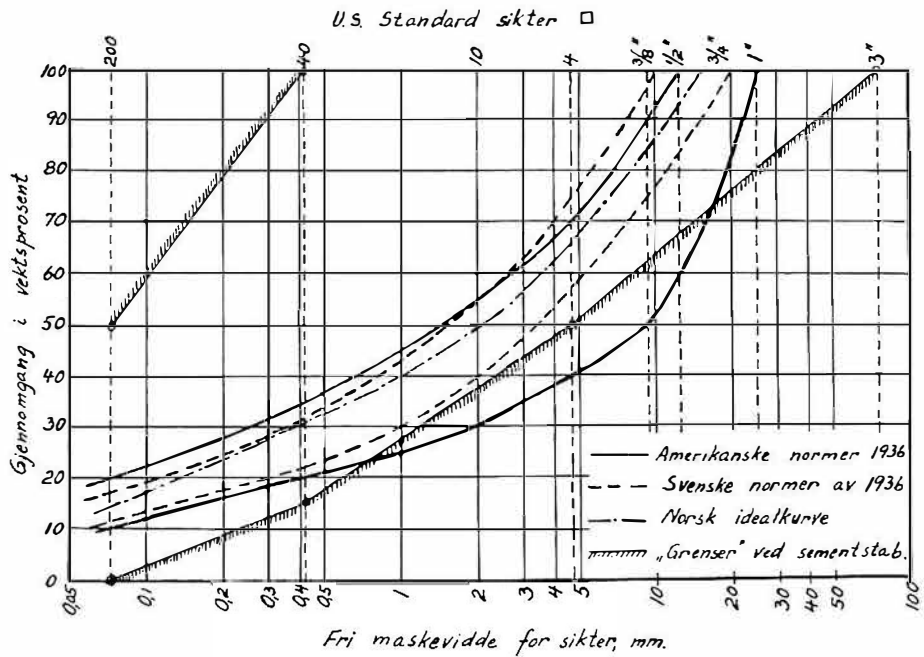


Fig. 2. Sammenligning mellom grensekurver for grus som ansees egnet for grusdekker (amerikanske normer 1936, svenske normer 1936, norsk idealkurve), og de grenser innenfor hvilke man har funnet grus som har gitt gunstige resultater ved cementstabilisering (etter engelske og amerikanske erfaringer).

antall prøver vi tar på denne måten, er imidlertid i sparsomste laget, og det jordprofil som oppnås, er i mange tilfeller ikke pålitelig.

For å kunne identifisere jordtypene foretar man vanligvis en sikteanalyse samt bestemmelse av flytegrense og plastisitetsindeks, etter hvilke materialet kan klassifiseres. Disse prøvene vil oftest gi en god pekepinn om hvorvidt jorden egner seg for cementstabilisering og i tilfelle hvor mye cement som vil være nødvendig. Men først etter å ha prøvet jorden med cementsinnblanding, vet man hvilken virkning cementen har. Og ved å undersøke plastisitets- og krympingsegenskapene, bæreværdien — f. eks. uttrykt ved C.R.B.¹ eller trykkstyrken etter en viss herdningsperiode samt foreta eventuelle varighetsprøver, kan man avgjøre hvorvidt den cement man har blandet inn, har brakt materialet opp til den ønskede standard.

Praktisk talt alle jordarters kvalitet som vegbygningmateriale kan forbedres ved cementstabilisering, selv om ikke alle jordtyper er like godt egnet. Cementsinnhold og krav til maskineri vil variere meget, slik at et viktig spørsmål blir hvorvidt en jordart kan stabiliseres med cement på en økonomisk fordelaktig basis. Men alt i alt kan man stille opp to hovedkrav til materialet:

- 1) Massen må kunne pulveriseres slik at cementen blir jevnt fordelt.
- 2) Innholdet av humussyre må ikke være for stort.

Grus- og sandjord med fra 10 til 35 % silt og leire synes å ha de gunstigste egenskaper og krever vanligvis minst cement for å oppnå tilstrekkelig styrke. Særlig velgraderte materialer kan ha et grusinnhold opptil $\frac{2}{3}$ av det totale og enda ha tilstrekkelig finstoff til å sikre en god avbinding. Sandjord med dårlig gradering og mangel på finstoff vil vanligvis trenge noe høyere cementtilsetning enn de førnevnte typer. Felles for alle disse jordtypene er at de er lette å pulverisere, at en god cementsinnblanding oppnåes forholdsvis lett og at de kan benyttes under de forskjelligste værforhold. Fig. 2 viser grensekurver for grus som ansees egnet for grusdekker etter amerikansk, svensk og norsk oppfatning [4]. Til sammenligning er antydnet de grenser innenfor hvilke man etter engelsk og amerikansk oppfatning finner de jordarter som er best egnet [3]. Man kan legge merke til at de angitte grenser ved siden av å gi et større spillerum, også synes å gi preferanse til de mer finkornige materialer.

Silt- og leirjord kan brukes for soilcement, men jord med høyt leirinnhold er vanskelig å pulverisere. Således kan man si at i materialer hvor mo-mjele-leire-fraksjonen utgjør mer enn 50 %, men hvor finmjele-leire-fraksjonen allikevel er mindre enn 20 %, vil pulveriseringsproblemet stadig være forholdsvis enkelt p.g.a. mo-mjele-fraksjonens naturlige skjørhet. De mer typiske leirjordarter, hvor finmjele-leire-fraksjonen utgjør mer enn 30 % og spesielt de fete leirer med flytegrense høyere enn 40 og plastisitetsindeks høyere enn 20, er å anse som mindre brukkbare. Ikke desto

¹ California Bearing Ratio.

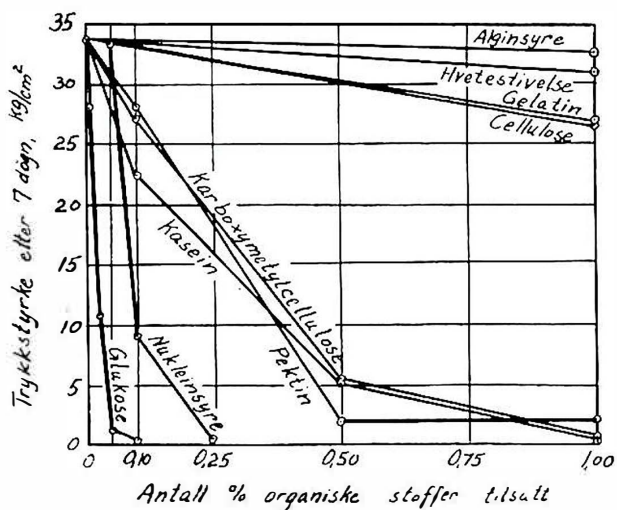


Fig. 3. Virkningen av forskjellige mengder organiske stoffer på trykkstyrken av sand-cement-blandinger med 10 % Portland-cement. (Etter Clare og Sherwood [5].)

mindre har man i U.S.A. stabilisert tildels meget kohesive leirer med godt resultat. Men dette krever redskap som er særlig egnet for pulverisering og cementinnblanding i slike masser. Dessuten kan man generelt si at jo mer leirholdig massen er, dess mer cement er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig stabilitet. Endelig er konstruksjonsarbeidet med sterkt leirholdige masser mer avhengig av vær- og fuktighetsforholdene. Alt dette tenderer mot å gjøre cementstabilisering av fete leirer dyrere og kvalitetsmessig mer usikker enn for andre jordtyper.

I et jordprofil vil man som oftest finne at jorden i topplaget inneholder organiske stoffer. Disse skriver seg som kjent fra plante- og dyreorganismer, og er kjemisk meget kompliserte stoffer. I soilcement likesom i betong vil de fleste organiske stoffer ha skadelig virkning, hvilket gir seg utslag i forsinkelse av herdingen, nedsettelse av

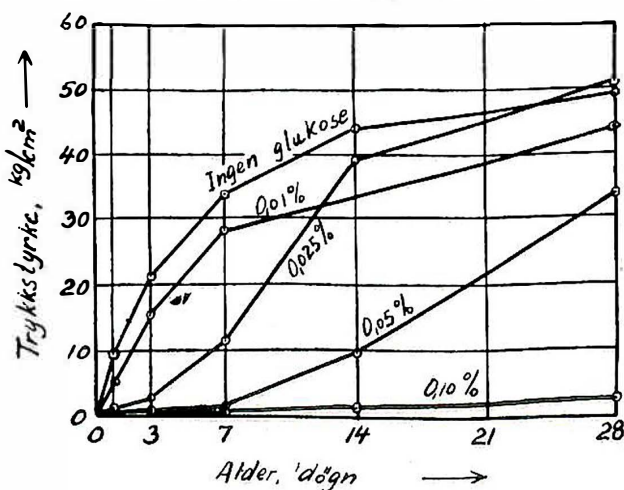


Fig. 4. Forholdet mellom alder og trykkstyrke for sand-cement-blandinger (med 10 % Portland-cement), som inneholder forskjellige mengder glykose. (Etter Clare og Sherwood [5].)

styrken og i spesielle tilfeller i en tilsynelatende sterilisering av cementen. Ikke alle typer organiske stoffer er like farlige. Forsøk utført av Clare og Sherwood [5] med ren finsand iblandet 10 % portlandcement og fra 0,01 til 1,0 % av forskjellige organiske stoffer som forekommer i jord, viser at de organiske stoffer kan klassifiseres i forskjellige grupper, nemlig (Fig. 3):

- 1) Inaktive eller svakt aktive (gelatin, cellulose, stivelse).
- 2) Aktive (pektin, kasein, karboxymetylcellulose).
- 3) Meget aktive (glykose, nukleinsyre).

Glykose viste seg som det mest aktive, idet 1 % utsatte herdingen minst 28 dager (Fig. 4).

Clare og Sherwood utførte også forsøk med jord som hadde et naturlig innhold av organiske stoffer, men fant ingen korrelasjon mellom trykkstyrke og organisk innhold. De slutter derfor at nedsettelsen i styrke ikke var forårsaket av den totale mengde av organiske stoffer, men sannsynligvis av en aktiv fraksjon av dem.

Professor F. Reinhold ved T. H. Darmstadt anvender jordens pH til å avsløre eventuelle skadelige organiske stoffer [6]. Hvis pH er sur anses massen å være utjenlig for stabilisering med bare cement, og det anbefales å tilsette lesket kalk for nøytralisering før cementen tilsettes. Clare og Sherwood foretok også sammenligninger mellom pH og trykkstyrke og fant her en viss overensstemmelse idet prøver (sand med 10 % cement) med pH mindre enn 7 også hadde lav 7-dagers trykkstyrke, mens prøver med høy trykkstyrke hadde pH større enn 7. Et par prøver ga imidlertid høy pH og liten trykkstyrke, hvilket ytterligere støtter deres påstand om at det bare er en aktiv del av de organiske stoffer som er skadelige.

En bemerkelsesverdig forbedring av cementreaksjonen i humusjord-cement-blandinger kan oppnås ved tilsetning av kalsiumklorid (CaCl_2). Det optimale innhold av CaCl_2 er vanligvis fra 0,5 til 1,5 vektprosent av tørr jord. I mange tilfeller vil tilsetning av natriumklorid (NaCl) eller sjøvann også vise seg effektiv.

På arbeidsplassen kan kalsiumklorid tilsettes enten:

- 1) oppløst i det vann som tilsettes massen for å få riktig totalt vanninnhold
- 2) i pulverform, og blandet inn i jorden sammen med cementen, eller
- 3) på forhånd iblandet cementen, på arbeidsplass eller fabrikk.

Skjønt tilsetning av kalsiumklorid absolutt er gunstig for humusholdig jord, oppnåes ingen fordeler ved normal, ikke humusholdig jord.

Cementen.

Alle typer portlandcement som fyller kravene for betongfremstilling, er fullgode for soilcement. Ekstra hurtigherdnende cement som etter amerikanske og britiske forskrifter inneholder 2 % kalsiumklorid, kan med fordel brukes for stabilisering av jordarter med et mindre humusinnhold. Kalsiumklorid er imidlertid meget hygroskopisk, hvilket gjør lagring og transport av ekstra hurtigherdnende cement vanskeligere enn for andre typer. Endelig, ut fra hensynet til utførelsen av arbeidet, er en hurtig herdning, spesielt i løpet av de første 8—12 timer ikke ønskelig. Enkelte fabrikanter hevder at slagg-cement gir en langsommere herdning, men like god styrke etter lang tid som vanlig portlandcement. Slaggcement skulle derfor være mere egnet for stabilisering av jord.

Hvilken mengde cement skal man bruke i blandingen? Dette avhenger selvfølgelig av jordens kvalitet, og de krav man stiller til produktet.

Opprinnelig forlangte man i U.S.A. meget høy trykkstyrke for soilcement (140—210 kg/cm²). Men ettersom man fikk erfaringer, ble kravene til trykkstyrken lempet atskillig, samtidig som andre prøver for bedømmelse av soilcementens kvalitet er blitt utviklet.

Således anbefaler Portland Cement Association en minste 7-dagers trykkstyrke på 21 kg/cm², mens Highway Research Board foreskriver minst 35 kg/cm² for bærelaget i viktige veier. Det er imidlertid varighetsprøvene, fukte-tørreprøven (1 døgn fukting, 1 døgn tørring, prosessen gjentatt 12 ganger) og fryse-tineprøven (1 døgn frysing, 1 døgn tining, gjentatt 12 ganger) som vanligvis vil være avgjørende. Amerikanerne legger ikke særlig vekt på gradering og plastisitetforhold da cementmengden vanligvis vil bli bestemt gjennom varighetsprøvene. Derfor vil, for en ekstra god og velgradert grus- eller sandjord, 4—5 vektprosent cement ofte være tilstrekkelig for å fylle kravene, mens man for en fet leire må opp i 15—20 %. For en sand med rimelig gradering anbefaler amerikanerne 7—8 % cement. Vanligvis vil en dårlig gradert sand med mangel på finstoff og en moderat plastisk siltjord kreve ca 10—12 % cement. Endelig vil innhold av skadelige organiske stoffer nødvendiggjøre en viss økning av cementtilsetningen.

I Tyskland ble inntil for kort tid siden soilcement stadig betraktet som en slags mindreverdige betong. Dette viste seg bl. a. i kravene i «Vorläufiges Merkblatt für den Bau von zementverfestigten Erdstrassen», utgitt av Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen i 1940. Prøvemethodene som var angitt der, var tydeligvis avledet fra betongteknologien, mens den rent jordmekaniske siden av saken ble viet mindre oppmerksomhet. Det ble forlangt en 28-dagers trykkstyrke på 100 kg/cm². Videre ble bl. a. prøvemeter for frostbestandighet beskrevet i detalj uten egentlig å standardisere kravene. De tyske forskriftene medførte at det nødvendige cementinnhold ble en god del høyere enn det som anses tilstrekkelig i Storbritannia og U.S.A. Derfor ble også soilcement-dekket betraktet som et stivt dekke som bl. a. måtte forsynes med dilatasjonsfuger. De nye tyske forskriftene² utgitt i 1956, er mer avpasset etter engelske og amerikanske forskrifter, skjønt det stadig legges den største vekt på trykkstyrken. Sammenlignet med de engelske forskriftene, hvor også trykkstyrken tillegges stor betydning (vanlig krav 17,5 kg/cm² etter 7 dager) forblir dog de tyske krav strengere. Dette rettfærdiggjøres ut fra det syn at det tyske klima er hårdere. Dessuten er såvel belastninger som hastigheter større på de tyske veier enn på de engelske.

I likhet med mange andre land går Sør-Afrika-Unionen inn for meget lave cementtilsetninger og bruker hva amerikanerne kaller cementmodifisering av massen. I Transvaal er den vanlige cementtilsetning 3—4 vektprosent. Grunnene til dette er mange. For det første er relativt gode materialer tilgjengelige over mesteparten av Transvaal. I mange tilfeller stabiliseres endog jord som etter laboratorieforsøk å dømme er god nok uten cement. Dette er å betrakte som en ekstra sikkerhetsforanstaltning, idet det må innrømmes at drenering og vedlikehold stort sett ikke vies den nødvendige oppmerksomhet. For det andre er klimaforholdene i Transvaal forholdsvis gunstige. Frost forekommer praktisk talt ikke, og nedbøren er stort sett liten. Endelig er trafikken på vegene i Transvaal liten. (En unntagelse er Witwatersrand, med sin sterkt utbygde industri, spesielt grubedrift.) Cementmodifisering har som følge av disse forhold vist meget gunstige resultater i Transvaal.

Et dekke med så lav cementtilsetning vil selvfølgelig oppføre seg fullstendig som et bøyelig

² Vorläufiges Merkblatt für die Bodenverfestigung mit Zement.

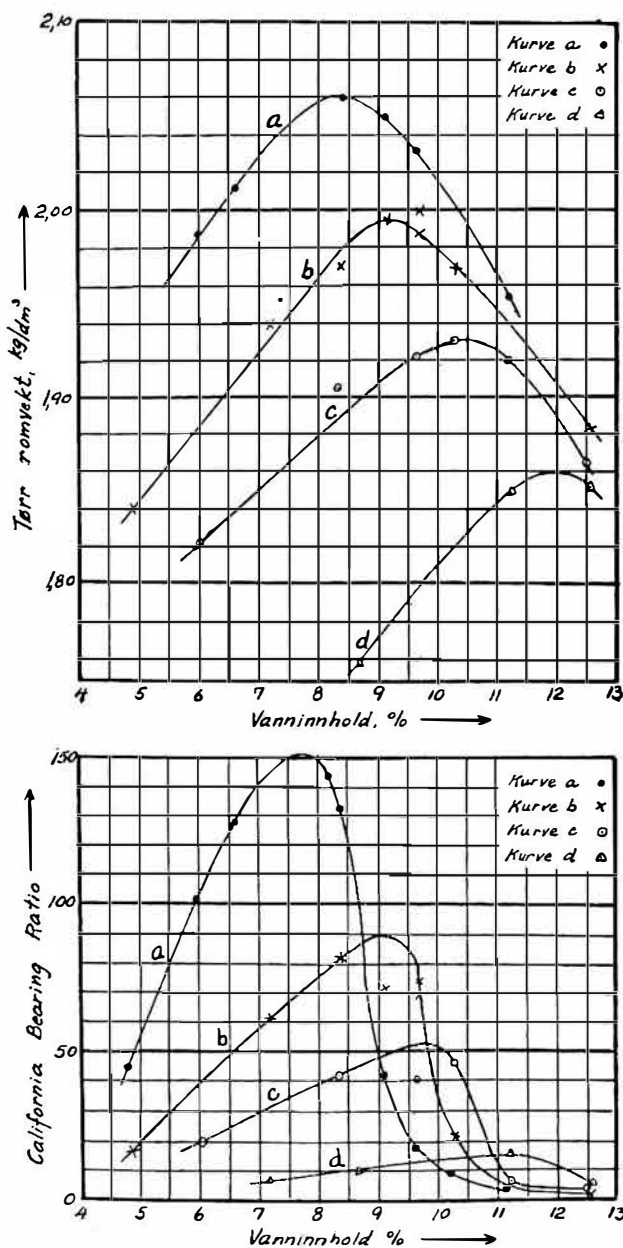


Fig. 5. Forholdet mellom vanninnhold og tørr romvekt (fig. 5 a) og mellom vanninnhold og bæreevne (uttrykt ved California Bearing Ratio) (fig. 5 b) for en sandjord fra Kroonstad, Oranjestaten. Prøvene er komprimert i sylindere, 6" høye og med 6" diameter, etter følgende spesifikasjon:

Kurve	Stemplets vekt	Stemplets fall	Antall lag	Slag pr lag
a	10 lbs.	18"	5	55
b	10 lbs.	18"	5	25
c	5 1/2 lbs.	12"	3	55
d	5 1/2 lbs.	12"	3	20

Kurve a er ved Modified A.A.S.H.O. påkjenning.
Kurve c er ved Standard Proctor påkjenning.

dekke. Prøvene av cementmodifisert masse vil bare sjelden oppnå noen særlig trykkstyrke, og vil bare unntagelsesvis kunne bestå varighetsprøvene. Til å bedømme hvorvidt et materiale med cementmodifisering egner seg for bærelag, brukes kriterier som korngradering, flytegrense, plastisitetsindeks, lineær krympning, C.B.R.-verdi osv. Og ved å stille

forholdsvis strenge krav til materialet i sin opprinnelige form er man også som oftest sikret et tilfredsstillende resultat.

Vannet.

Det vann som benyttes til soilcement bør være relativt rent og fritt for skadelige mengder alkalier, syrer og organiske stoffer. Drikkevann er selvfølgelig tilfredsstillende, som oftest også sjøvann.

Hva riktig vanninnhold angår, kan man skjelne mellom to trinn i konstruksjonsprosessen, nemlig for det første pulverisering og cementinnblanding, og for det andre komprimering.

De fleste sand- og grusjordarter er lette å pulverisere, og er vanligvis lite avhengige av vanninnholdet under pulveriseringen. Silt- og leirjord vil ofte være vanskeligere å pulverisere, spesielt hvis de ikke har det riktige vanninnhold. En siltjord som er vanskelig å pulverisere i tørr og sprø tilstand, kan brytes ned med letthet hvis vann tilsettes og får anledning til å trenge inn i massen, mens en klebrig leirjord lettere kan pulveriseres etter å ha fått tørket ut endel. Blanding av jord og cement er som oftest lettest når vanninnholdet i den rå jorden er 2—3 % under det optimale. Men også her er sand- og grusjord mer indifferent enn andre jordtyper, og iblandingen av cementen kan foregå selv om vanninnholdet i jorden er et par prosent over det optimale.

Komprimeringen av en cementstabilisert jord må, i likhet med rå jord, skje ved det optimale vanninnhold. Dette er som kjent det vanninnhold ved hvilket man kan oppnå den største lagringstetthet ved en bestemt påkjenning. En og samme jord vil derfor ha en rekke forskjellige optimale vanninnhold, avhengig av hvilken komprimeringsmetode som benyttes (fig. 5 a). Og følgelig vil de resultater man oppnår i laboratoriet, ikke nødvendigvis falle helt sammen med den maksimale romvekt man kan oppnå ved å bruke forskjellige typer valser på arbeidsplassen. Rimeligvis hersker det derfor uenighet om hvilken komprimeringsmetode i laboratoriet som best tilsvarer forholdene på arbeidsplassen, og flere forskjellige metoder for laboratorieundersøkelser av jordartenes fuktighet- og romvektsforhold er i bruk.

Jord, rå eller cementstabilisert, som har riktig vanninnhold virker hverken tørr eller grøtaktig, men inneholder tilstrekkelig fuktighet til å danne en fast masse når den presses i hånden. Med litt erfaring kan det riktige vanninnhold bestemmes med tilstrekkelig nøyaktighet etter følelsen. Sammenligner man fig. 5 a og 5 b vil man se at den

maksimale bæreverdi oppnås når blandingen er $\frac{1}{2}$ —1 % tørrere enn optimum. På den annen side vil jorden være lettere å komprimere når den er noe våtere enn optimum. Imidlertid, som fig. 5 b viser, faller bæreverdien hurtig på den våte siden, slik at man må passe på at jorden ikke tilsettes så meget vann at den svikter under komprimeringsprosessen. (Forts.)

Litteratur.

- [1] *Soil-cement construction handbook*. Portland Cement Association, Chicago 1956.
- [2] *Soil-cement laboratory handbook*. Portland Cement Association, Chicago 1956.
- [3] *Vlist, A. A. van der: Grond-Cementstabilisaties in de wegenbouw*. Cement, juni 1956.
- [4] *Lærum, O. D.: Grunnkurs i vei- og jernbanebygging*. Tapirs Forlag, Trondheim 1951.
- [5] *Clare, K. E. and Sherwood, P. T.: The effect of organic matter on the setting of soil-cement mixtures*. Journal of Applied Chemistry, 1954, pp. 625—630.
- [6] *Clare K. E. and Foulkes, R. A.: Soil stabilization in Germany*. Engineering, august 1954.
- [7] *The Swell and Shrinkage Behaviour of some cohesive Soils*. National Road Board, Pretoria 1946.
- [8] *Maclean, D. J.: Considerations affecting the design and construction of stabilized-soil road bases*. Institution of Highway Engineers, Journal Vol. III, jan. 1956.
- [9] *Grimer, F. J.: A Comparison between the costs of soil-cement and granular road base construction*. The Surveyor, 14. april 1956.
- [10] *Clare, K. E. and Pollard A. E.: The effect of curing temperature on the compressive strength of soil-cement mixtures*. Geotechnique, september 1954.
- [11] *Murdock, L. J.: The possibilities and limitations of soil stabilization in road construction*. Institution of Highway Engineers, Journal Vol I, juli 1949.
- [12] *Andrews, W. P.: Soil-cement roads*. Institution of Highway Engineers, Journal Vol II, okt. 1953.

Forsterket trafikkovervåking

Politiinspektør Th. Karlsen

DK 351.81 (481)

De fleste Vesteuropiske land har i løpet av de siste årene bygget ut sin trafikkovervåking i et imponerende tempo. Det gjelder såvel tallet på mannskapsstyrkene som det tekniske utstyr. Også spesialutdannelsen av mannskapene blir stadig vist større oppmerksomhet.

I de fleste nordiske land foregår også en planmessig utbygging av trafikkpolitiet for å kunne være såvidt mulig på høyde med de problemer det stadig stigende biltall fører med seg. Det er da også en farlig utvikling som kan bli følgen hvis man mister kontrollen over trafikken, slik at landeveger og tettbebyggelser blir liggende åpne for trafikkbøllenes herjinger.

Hva har man så gjort i Norden for å holde trafikkutviklingen under kontroll? I samtlige land (unntatt Norge) er det etter krigen bygget ut et eget trafikkpoliti, i Finnland: Rørliga Polisen, i Sverige: Statspolisen og i Danmark: Rigspoliti-*chefens færdselspoliti* som etter hvert er blitt ganske godt utstyrt for sine oppgaver.

Rørliga Polisen i Finnland er direkte underlagt Rikspolitisjefen og er bygget ut etter mønster fra U.S.A. og Canadas berømte ridende politi. Korpset har et utmerket utstyr bestående av utelukkende amerikanske biler samt Harley-Davidson motorsykler. De tekniske hjelpemidler som står til Rørliga Polisens rådighet er stort sett tilstrekkelige og det holdes god kontakt med såvel de ledende europeiske land som med U.S.A., og nye ting på trafikk kontrollens område blir straks prøvet.

Rørliga politen har — også etter amerikansk mønster — rett til å ilegge bøter på stedet for trafikkforseelser begrenset oppad til 50 dagsbøter.

Statspolisen i Sverige har nå ca 700 mann til trafikk tjeneste og korpset er under kraftig utbygging. Det legges stor vekt på mannskapets utdanning. Bilmateriell og motorsykler av høyeste kvalitet, helt utbygget radiosamband, alt teknisk utstyr som finnes på markedet blir prøvet. Således har Statspolisen allerede flere år benyttet radarapparater for hastighetskontroll, robotkameraer osv.

Utgiftene til Statspolisens trafikkovervåking dekkes i det vesentlige av bilskattemidler, og dette har vært en medvirkende årsak til at man har fått midler til utbygging av trafikk kontrollen i takt med bilparkens utvikling.

*Rigspoliti-*chefens færdselspoliti** i Danmark er også et moderne og velutviklet trafikkpoliti. Største delen av korpset er uniformert og er satt ut i døgntjeneste på alle viktige veier, 2 mann i hver bil. Dessuten er det en del sivile patruljer bestående av en politimann og en bilsakkyndig og motorsykkelpatruljer. Radiosambandet er førsteklasses — hvor man enn befinner seg i landet har man radiokontakt til bilene.

Hver bilpatrulje har førsteklasses teknisk utstyr med seg, utvalgt på grunnlag av års erfaring. Bilmateriellet består av vogner som Jaguar, Ford, Chevrolet, Mercedes 300, samt Zephyr.

I Norge har vi ikke noe sentralt ledet trafikkpoliti. Koordineringen ligger i Justisdepartemen-

tets 4. politikontor som får månedlige rapporter fra politimestrene om trafikkontrollen og på grunnlag av disse rapporter gir visse direktiver om trafikkontrollen. Etter de gjeldende retningslinjer skal hvert politikammer holde minst 1 trafikkontroll pr måned i vinterhalvåret og 2 kontroller pr måned i sommerhalvåret. For kontrollen foreligger en hendig instruksjonsbok, men den er ikke ajourført.

I løpet av de siste par år er det til trafikkontrollen anskaffet motorsykler til en rekke politikamre, men utenom Oslo politikammer finnes det praktisk talt intet teknisk utstyr.

Spørsmålet om et forsterket politioppsyn har vært utredet av et departementalt utvalg som avga sin innstilling i november 1954, på rekordtid, vel en måned etter at det ble oppnevnt. Som rimelig kan være greide ikke utvalget på denne tid å tilrettelegge en utvikling av politiets trafikkontroll i takt med biltrafikkens (og motorsykeltrafikkens) utvikling. En av de få positive ting utvalget pekte på — anskaffelse av motorsykler — har departementet gjennomført i stor utstrekning, og dessuten er det satt i gang utdanningskurs ved politiskolen for motorsyklister.

Selv om man tydelig merket behovet for et økt politioppsyn kan man vel si at de forskjellige politikamre med sitt mangelfulle utstyr stort sett har greid å holde situasjonen under kontroll til i dag.

Det må imidlertid ansees som helt klart at man nå på det nærmeste har nådd grensen. Det lokale politis innsats kan ikke økes i nevneverdig grad — og slett ikke i det tempo som den stigende bilpark gjør påkrevet — uten at man bygger ut politiet.

Det er slett ikke sikkert at det vil være riktig med våre geografiske forhold å oppsette et eget færdselspoliti etter mønster fra noen av de øvrige nordiske land, men det er nødvendig å få hurtiggående biler og motorsykler, et vel utbygget radiosamband og moderne teknisk utstyr til trafikkontrollen og flere folk som spesialutdannes for trafikkontroll og til å bruke det tekniske utstyr.

Bil- og motorsykkelparken må forventes å øke i et meget hurtig tempo i årene fremover, og skal det være mulig å holde utviklingen under kontroll, er det nødvendig at det gjøres en betydelig innsats for å styrke trafikkontrollen, både i byene og på landevegen.

I løpet av en finansperiode vil det være nødvendig å ha utbygget trafikkontrollen med minimum 100 mann, 50 biler og 50 motorsykler, med et førsteklasses kontrollutstyr hvis man skal make oppgaven.

Utgiftene til politiets arbeid med trafikken er anslagsvis beregnet til 8—10 mill. kroner pr år (bilavgiftskomiteens innstilling). En fullt utbygget trafikkontroll etter disse retningslinjer ville formentlig koste bortimot 3 mill. kroner pr år i tillegg, men på den annen side er det betydelige verdier som står på spill. Trafikkulykkene koster det norske samfunnet minst 100 mill. kroner pr år, samt et betydelig valutatap, 5000 mennesker kommer til skade hvert år og 300 blir drept. Det er klart at en effektiv trafikkontroll kan redusere disse ulykker i betydelig grad og det er derfor både en riktig og en nødvendig investering man går til ved å bygge ut trafikkontrollen.

En viktig ting i forbindelse med utbyggingen av trafikkontrollen er at man i en ganske annen utstrekning enn hittil må gi dem som arbeider med trafikproblemer større adgang til å følge med i utviklingen såvel når det gjelder anskaffelse av faglitteratur som når det gjelder å holde kontakt med dem som arbeider med de tilsvarende problemer i Vesteuropa og i U.S.A.

Et land som Norge vil aldri makte å drive omfattende eksperimenter og derfor er det nødvendig å følge med i det som skjer ute, først og fremst i de vesteuropeiske land og U.S.A. Når det gjelder økonomiske, tekniske, sosiale og merkantile problemer driver vi nå en utstrakt selvstendig forskning, samtidig som vi på disse felter stadig studerer utviklingen i de forskjellige land.

Når det gjelder trafikproblemer og deres løsning har man fremdeles den oppfatning at dette er noe som kan løses ved hjelp av vårt berømte skipperskjønn, her trengs ingen systematiske studier av de problemløsninger man har kommet frem til i utlandet. Det er et typisk utslag av dette syn at Oslo var den eneste vesteuropeiske hovedstad som ikke var representert på den første internasjonale trafikpolitikonferanse i Holland i oktober 1957, hvor en rekke sentrale problemer både for trafikkontroll og trafikavvikling ble drøftet.

I første omgang — til man kan få gjennomført de mer omfattende tiltak med sikte på en utbygging av politiet til bedre å løse sin oppgave i trafikkontrollen — er følgende tiltak nødvendige:

1. Anskaffelse av teknisk kontrollutstyr, radarfartsmålere, robotkamera, lyskontrollutstyr, lette bilvekter, et effektivt radiosamband, hurtiggående biler, flere motorsykler. Det vesentlige av dette materiell må være klar til innsats 1. april 1958.

I første rekke bør anskaffes materiell til en del sentralt beliggende politikamre i de forskjellige landsdeler, både fordi noen bør skaffe seg erfaring

med hensyn til brukbarheten av de forskjellige hjelpemidler under norske forhold, og fordi de som skal betjene apparatene bør ha spesialopplæring.

2. Til kampen mot alkoholpåvirkede førere bør man overveie å ta i bruk det såkalte drunkometer. Dette er et meget praktisk hjelpemiddel under trafikkontroll, idet man på denne måte kan få testet et betydelig antall personer. Det svenske statspoliti anbefaler sterkt dette hjelpemiddel etter å ha prøvet det et par år.

Drunkometeret erstatter ikke legeundersøkelsen og må bare betraktes som en forprøve. I likhet med i Sverige er det heller ikke i Norge noen plikt til å underkaste seg en slik drunkometerprøve, men den svenske statspolitisjefen uttalte forleden at han overhodet ikke kjente til tilfelle hvor noen nektet å underkaste seg en slik forhåndsprøve.

Reklameskilter langs offentlig veg

I Lensmannsbladet for februar 1958 er referert en notis fra Dagbladet hvori lovligheten av å sette opp reklameskilter langs offentlig veg er gjort til gjenstand for en nærmere vurdering.

Notisen i Dagbladet hadde følgende ordlyd:

«Lensmennene vil om ikke lenge få en henvendelse fra Justisdepartementet hvor de blir gjort oppmerksomme på naturvernlovens paragraf med forbud mot landevogsreklame. Den nye naturvernloven trådte i kraft 1. desember 1954, og i § 7 heter det at frittstående reklameskilt eller reklameinnskrifter på hus, berg eller stein skulle være fjernet innen 1 år om vedkommende ikke kunne vise til dispensasjon fra Kirkedepartementet.

Byråsjef Værn i Kirkedepartementet har opplyst at det er gitt bortimot 30 dispensasjoner, men at en god del søknader er avslått. En dispensasjonssøknad blir alltid forelagt for de lokale myndigheter og som regel blir deres innstilling tatt til følge.»

Når det i denne notis er henvist til bestemmelsene i naturvernloven kan det være grunn til å sette fingeren på at også vegloven i sin § 40 har en lignende regulerende bestemmelse som fortsatt har sin fulle gyldighet ved siden av naturvernloven.

Vegdirektøren har ellers i noen tid hatt sin oppmerksomhet henvendt på spørsmålet om reklameskilter langs offentlig veg og blant annet vært i kontakt med noen av de større sjokolade- og tobakksfabrikker for å få disse til å vise større aktsomhet under spesiell hensyntagen til de bestemmelser som finnes i vegloven og naturvernloven når det gjelder oppsetting av reklameskilter langs offentlig veg.

Dødsfall

Fhv. kontorsjef i Vegdirektoratet, *Otto Nagell*, døde den 1. april 1958 i en alder av 89 år.

Med *Otto Nagell* er en av vegvesenets mest særpregete personligheter gått bort. Han var en usedvanlig rikt

3. Bevilgningen til overtid ved trafikkontroll må økes betydelig, slik at det blir mulig for politikamrene å avgi folk til kontrollen som bør foregå såvel dag som natt og i betydelig større omfang enn nå.

4. Politimestrene innenfor naturlige trafikkområder må pålegges å legge en felles plan for trafikkontrollen, både for å gjøre denne mer effektiv og for best mulig å utnytte det tekniske utstyr som anskaffes.

5. Så snart teknisk utstyr er anskaffet, settes igang korte spesialkurs slik at alle politikamre har folk som kan betjene disse hjelpemidler og instruere sine kolleger i bruken av dem.

Gjennomføres disse beskjedne krav skulle politiet stå forholdsvis godt rustet til trafikkontrollen neste år.

utrustet natur og løste alltid de oppgaver som ble lagt på ham på en fremragende måte.

Da han fratrådte som kontorsjef i Vegdirektoratet etter oppnådd pensjonsalder i 1939 ble det i daværende «Meddelelser fra Veidirektøren» i nr 7 på side 100 gitt en oversikt over hans tjenestegjøring gjennom 55 år i vegvesenets tjeneste. En skal derfor ikke gjenta dette ved denne anledning.

Oppnådd pensjonsalder satte imidlertid ikke punktum for Nagells arbeidsdag i vegvesenet, idet han under krigen i flere år fungerte som sjef for Vegdirektoratets personalkontor. I denne ytterst kritiske tid hvor personalspørsmål ofte var av meget ømfintlig natur, greide Nagell å løse flokene på en måte som avtvang den aller største respekt.

Da krigen sluttet ble Nagell engasjert til å skrive siste bind av vegvesenets historie. To bind var tidligere kommet under vegdirektør Skougaards redaksjonelle ledelse, men sikkert også den gang med Nagell som en meget flittig medarbeider.

Bind 3 er et ruvende verk omfattende tiden inntil 1940 med et vell av detaljer for alle som har nytte av å følge de forskjellige anlegg og bevilgninger opp gjennom anleggsperiodene. Med dette verk har Nagell utført en bragd som vil knytte hans navn til vegvesenet for generasjoner fremover.

For statstjenestemennenes interesser hadde Nagell et våkent øye, og de tjenester han gjennom et langt liv rakk å yte for deres sak satte varige merker etter seg. Både i departementsforeningen og i Statstjenestemannsforbundet — sistnevnte var han med på å stifte — gjorde

