

MEDDELELSER FRA VEGDIREKTØREN

NR. 9

NORSK VEGTIDSSKRIFT · ORGAN FOR STATENS VEGVESEN

SEPTBR. 1950

Landeveggenes trafikk-kapasitet

Sivilingeniør Otto Kahrs, M. N. I. F.

DK 656.02 : 656.13

I det vesentlige en fri, forkortet gjengivelse av en artikkel „Highway Capacity: Practical Applications of Research” av O. K. Normann og W. P. Walker i Public Roads 1949, side 201—34 og 237—77.

I. Tidligere undersøkelser.

Det er overordentlig viktig å kjenne vegenes kapasitet så nøyaktig som mulig, men meningene om hvorledes den skal beregnes er legio og divergerer til dels meget sterkt. Stort sett kan man si at to forskjellige hovedretninger har gjort seg gjeldende. Den ene bygger på jernbanepraktis og hevder at ingen bil må kjøre nærmere den forankjørende enn at den under alle forhold kan stoppe helt på avstanden mellom bilene. Den annen regner med at den forankjørende bil også er i bevegelse og skal stoppe og at den er forsynt med stopplys som viser når den begynner å bremse. Da er det tilstrekkelig ikke å kjøre nærmere den forankjørende enn at man uten å kolliderer kan greie å stoppe når den forankjørende stopper, selvom den har ideelle bremses. Avstanden mellom bilene skal altså bare utlikne forskjellen på bremsenes godhet pluss førerens reaksjonstid. Teoretisk er det kanskje noe som taler for det første resonnement, idet det kan hevdes at den forankjørende bil kunne komme til å kolliderer, og at den da ville stoppe praktisk talt øyeblikkelig, eller i alle fall overordentlig meget hurtigere enn noen bremse ville kunne greie det, men praksis har vist at det annet resonnement gir gode resultater så meget mer som man i et knipe-tak ofte vil kunne holde til side.

Her hjemme undersøkte professor Kolbjørn Heje først spørsmålet i en artikkel i „Meddelelser fra Statsbanene” 1938, side 35—53, kfr. s. 80. I alt vesentlig er denne gjentatt i hans „Vei- og Jernbanebygning”, Oslo 1941, s. 743—747 og i annet opplag, Oslo 1945 med mindre modifikasjoner og tillegg s. 799—805. Han bygger som rimelig kan være for ham som gammel jernbaneingeniør på det første resonnement med følgende formler:

Avstand mellom bilene

$$L = \frac{v^2}{2g \cdot f} + l$$

Antall biler pr. time

$$n = \frac{2gfv}{v^2 + 2gfl} = \frac{1000fv}{0,00393v^2 + fl}$$

Største antall biler pr. time $7974 \sqrt{\frac{f}{l}}$ da blir

$$L = 2l.$$

v = bilens fart i m/sek. = 3,6 fart i km/time

g = tyngdens akselerasjon

f = friksjonskoeffisient

l = bilens lengde.

I 1942 utkom en avhandling av avd.ing. G. N. Frøholm: „Litt om moderne veibygning” hvor han s. 11—15 behandler det samme problem ut fra det annet resonnement og kommer til følgende formler:

Antall biler pr. time

$$k + \frac{3600}{2g \cdot f_1 \cdot f_2} + \frac{l}{v}$$

Største antall pr. time

$$k + 21 \sqrt{\frac{f_2 - f_1}{2g \cdot f_1 \cdot f_2 L}}$$

tilsvarende for

$$v = \sqrt{\frac{2g \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot l}{f_2 - f_1}}$$

hvor k = tidsforskjellen mellom bremsingens begynnelse for de to etter hverandre kjørende biler i sekunder.

v km/t	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$G = \frac{v}{1,8 \cdot 3,6} = x \text{ m}$	5,5	8,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2	25	27,8
$\frac{v}{6,48} = G \text{ m/sek}^2$	3,09	4,63	6,17	7,72	9,26	10,8	12,35	13,9	15,45

I Meddelelser fra Vegdirektøren 1943, s. 142—144 „Vegenes Transportevne” behandlet skriveren av dette disse formler og påviste at de er overensstemmende. Professor Heje forutsetter at den forankjørende bil stopper helt momentant, dvs. $f_2 = 00$ og reaksjonstiden = 0, „hvored beregningen blir noe for gunstig”. Det påvises i denne artikkel at sløyfingen av k gir differanser opptil 55 %. Det vises videre at for $f_2 = f_1$ går Frøholms formler over til:

Antall biler pr. time

$$n = \frac{3600 v}{k v + 3,6}$$

Maksimum antall biler pr. time

$$\frac{3600}{k} \text{ for } v = \infty$$

I annet opplag av sin lærebok opprettholder professor Heje sine formler uforandret, men på andre premisser. Han forutsetter „at veien er mettet med trafikk så omkjøring ikke kan finne sted”. Det vil med andre ord si at det er trafikktrangsel og da vil i henhold til de her senere omtalte undersøkelser vegenes maksimale kapasitet alt være avtatt betydelig. Videre går han ut fra at den bevegelseslengde som den forankjørende (Heje uttrykker det „en av uhell rammet”) vogn gjennomløper før den stanser svarer til et sekunds kjøretid. Det synes å være en merkelig forutsetning, for stoppelengden x er $= \frac{G N^2}{2}$ og altså $G = \frac{2x}{N^2}$ eller for Hejes forutsetning

$$t = 1 \text{ sekund blir } G = 2x. Nu = x = \frac{6v}{3,6} = 1,667 v$$

Praksis godtgjør imidlertid ingen slik stiging av stoppehastigheten med voksende fart, snarere tvert imot. Ing. Frøholms utforming er nok teoretisk riktigere, men heller ikke den tar hensyn til alle de innvirkende faktorer på langt nær.

Det finnes en mengde andre formler for vegenes transport-kapasitet og en del litteratur, hvorav nevnes: *Gulstad*, Erik: *Vejes Kapasitet*; meddelelse nr. 5 fra den polytekniske Lærestalts laboratorium for Vej- og Jernbanebygning, København

1941, 63 sider og *Wehner*, Bruno: *Die Leistungsfähigkeit von Strassen*. Volk und Reich Verlag, Berlin 1939, 123 sider med 189 litteraturhenvisninger. *Wehner* gir en oversikt over 19 forskjellige formler. Resultatene av disse varierer mellom 937 og 2750 maks. antall biler pr. time ved hastigheter varierende mellom 17,75 og 59,5 km/t.

II. Amerikanske resultater.

Ingen av disse eldre oppgaver kan imidlertid lengre for alvor hevdes etter at O. K. *Normann* og W. P. *Walker* har offentliggjort resultatene av Highway Research Board Committee on Highway Capacity's meget omfattende undersøkelser i *Public Roads* 1949, side 201—234 og 237—277. Det må nå anses å foreligge autoritative data fra praksis som definitivt tillater å beregne en vegs trafikk-kapasitet for biltrafikk, derimot neppe for blandet trafikk av biler, hestekjøretøyer og tråsykler.

Innledningsvis anføres 23 eldre formler (men hverken Hejes eller Frøholms).

Resultatene varierer mellom 1050 og 4800 biler maksimum pr. time ved hastigheter på 10,6 km/t og ∞ ; regner vi med V maks. = alternativt 60, 100 og 120 km/t, i stedet for ∞ , blir biltallet respektive 3380, 3944 og 4122 pr. time i stedet for 4800. Nesten alle disse formler kan føres tilbake

til uttrykket: $Kap = \frac{5280 V}{S}$ hvor Kap = Vegenes

maksimale trafikk-kapasitet, V = farten i miles pr. time (for V i km pr. time og S i meter bruk 3600 i stedet for 5280) og S avstanden fra bilforkant til bilforkant i fot.

Selve rapporten over komiteens undersøkelser og resultater begynner med:

III. Definisjoner.

1. Kapasitet.

Det er tre forskjellige slags trafikk-kapasiteter for vegene, og det er ytterst viktig å skjelle disse tre klart fra hverandre. Den første har komiteen besluttet å kalle „Basic Capacity”. Det er det største antall personbiler som kan passere et bestemt punkt på vegen i løpet av 1 time når vegdekket, føre- og trafikk-forholdene er så ideelle som mulig. Den uttrykkes i antall personbiler pr.

kjørespor (Lane) – senere bare kalt spor – og time og forutsetter at trafikken ikke sjeneres av noen slags kryssende trafikk, trafikkregulering osv. Vi kan kanskje benevne denne kapasitet som den „ideelle kapasitet“.

Den neste kaller komiteen for „Possible Capacity“. Det er det maksimale antall biler som kan passere et bestemt sted pr. time og kjørespor under de foreliggende veg-, føre- og trafikkforhold. Det er den trafikkmengde som ikke kan overskrides uten å forandre noen av de gitte forhold. Det er alltid nødvendig å oppgi under hvilke forhold den oppgitte mulige kapasitet refererer seg til. Det vil f. eks. være galt å si at en dobbeltsporet landevogs mulige trafikk-kapasitet er 2000 biler pr. time. Derimot lar det seg gjøre å si at en rettlinjert horisontal dobbeltsporet landeveg, 7,20 m bred, som er uten hindringer på 1,80 m på hver side utenfor kjørebane og uten viktige plankryssinger av noe slag har en trafikkevne på 2000 personbiler pr. time. Vi kan kanskje oversette dette med „Mulige kapasitet“.

Endelig har vi vegens *praktiske trafikk-kapasitet*. Det er det største antall biler som kan passere et gitt stykke i en time uten at trafikk tettheten blir så stor at den volder ikke rimelige forsinkelser, risikoer eller innskrenkninger av bilførerens frihet til å manøvrere under de foreliggende veg-, føre- og trafikk-forhold. Denne kapasitet har komiteen bestemt seg til å kalle for den Praktiske kapasitet. Det ligger i definisjonen at den i noen grad blir subjektiv, men leserne vil finne at rapporten senere har funnet fram til virkelige objektive metoder til å bestemme den praktiske kapasitet, og det har derfor lyktes komiteen å kunne anbefale bestemte grenser for vegenes praktiske kapasitet under forskjellige veg- og trafikk-forhold.

Komiteen betoner at det er den praktiske kapasitet som må anvendes når vegutbedringer skal planlegges.

For vegingeniøren kunne man kanskje heller kalle den for konstruksjonskapasiteten, men det er jo målet, mens den praktiske kapasitet er resultatet. Det har tidligere vært snakket om tilfredsstillende kapasitet, tålsom kapasitet og ikke tålsom kapasitet, men komiteen kan ikke anbefale disse betegnelser. Den vil for øvrig senere vise at for bytrafikk er forskjellen mellom den praktiske og den mulige kapasitet så liten at det ikke trengs noen mellomliggende betegnelse.

For landevegstrafikk er forskjellen betydelig, likeså for fasadefrie ekspressgater uten plankryssinger. Forskjellen må betraktes som et reserve-

magasin som kan oppta en trafikkoverbelastning etterat den praktiske trafikk-kapasitet er overskredet, men riktignok med stadig voksende ubehageligheter for de kjørende.

Den amerikanske komité regner med en praktisk trafikk-kapasitet for en 7,32 m bred veg med trafikk i begge retninger av 900 personbiler pr. time. For norske forhold er det regnet med betydelig lavere fart og 1500 personbiler pr. time; da er denne reservekapasitet *nesten helt oppbrukt*.

2. Andre definisjoner.

Rapporten definerer så en del uttrykk som blir gjengitt i utdrag fordi kjennskapet til amerikansk vegterminologi ikke er så utbredt som ønskelig kunne være – til dels har den kanskje også vært noe svevende – og fordi amerikansk veglitteratur er av særlig betydning for norske vegingeniører, fordi U.S.A. for tiden utvilsomt er den ledende nasjon på dette område:

Arterial Highway kan vi kanskje oversette med Stamveg, er fellesbetegnelsen for veger for gjennomgangstrafikk.

Expressway – ekspressveg, en delt stamveg for gjennomgangstrafikk, helt eller delvis fasadefri¹ og som regel uten plankryssinger.

Freeway – er en helt fasadefri ekspressveg.

Parkway – parkveg, er en ekspressveg for „non-commercial“ trafikk. Det vil si at lastebiler og busser er forbudt. Den går gjennom parker eller terreng som er parkmessig behandlet på begge sider langs vegen. Innpåkjøring helt eller delvis under kontroll.

Major Street or Major Highway – hovedgate eller -veg, en ikke fasadefri stamveg med plankryssinger. Alle kryss er søkt anordnet så trafikken blir så sikker som mulig, og trafikken reguleres best mulig.

Through street or through highway – gate eller veg med forkjørsrett.

Local street or local road – gate eller veg som vesentlig tjener som atkomst for de tilliggende eiendommer.

Roadway er vegbanen i motsetning til fortauet. En veg med delt kjørebane har 2 vegbaner etter amerikansk språkbruk.

Frontage roadway – er en vegbane som vanligvis går parallelt med en eller annen type av stamveg og har det formål å oppta trafikken til og fra de tilstøtende eiendommer så at denne trafikk ikke sjenerer gjennomgangstrafikken. Somme tider benevnes den også Service Roadway.

¹ Dvs. uten direkte atkomst fra de tilliggende eiendommer.

Pavement – den del av kjørebane som har fast vegdekke.

Shoulder = bankett, er den stripen som ligger mellom yttersiden av den faste vegbane og fortaukanten eller innerkanten av grøften eller fyllingen, eller det opprinnelige jordsmonn.

Curb = kantstein, bordurstein, en loddrett eller skrå konstruksjonsdel langs kanten av et høyere vegdekke eller forhøyning som danner del av en rennestein. Dens hensikt er å forsterke og beskytte kanten og klart og tydelig vise denne for vognførerne.

Separator kan vel best oversettes med midtstripe. Det er den del av vegen som atskiller to kjørebane med trafikk i hver sin retning. Den skal vanskelig- eller umuliggjøre at kjøretøyet passerer fra den ene kjørebane til den annen. En malt midtstripe er ikke noen Separator.

Ved fasadefrie veger pleier det å være betydelig avstand mellom de steder hvor man kan kjøre ut fra og inn på stamvegen. På de tyske bilstamveger var det vanligvis 5–10 km mellom hvert slikt punkt, på Pennsylvania Turnpike mellom Irwin og Middlesex 25,7 km. Ved atkomststedene utvides vegen med en ekstra kjørebane et kort stykke, forat de biler som skal ut fra stamvegen kan minske farten og de som skal inn på den øke farten uten å sjeneres av eller selv sjenerer trafikken. Amerikanerne kaller disse for „Speed change Areas”. De regner vegbredden i trafikkspor: „Lanes”.

Left-turn Lane er en ekstra kjørebane et passende langt stykke, som er reservert for vogner som skal svinge til venstre hvor de kan vente inntil det er anledning til å kjøre til venstre for den møtende trafikk.

Intersection er vegkryss.

Traffic Circle er rundkjøring.

Highway Grade Separation – planfri kryssing.

Barrier Line er en midtlinje merket på særskilt måte som betyr at det er forbudt å komme på gal side av linjen. Det er f. eks. meget alminnelig i U.S.A. at midtlinjen på en alminnelig landeveg med 2 kjørebane merkes streket bl. a. også for å spare maling, men hvor strekingen går over til kontinuerlig midtlinje, betyr dette at det er en „Barrier Line”.

Commercial Traffic.

Average speed defineres som gjennomsnittshastigheten av alle kjøretøyer i et bestemt tidsrom på et bestemt punkt av vegen.

Over-all speed er gjennomsnittsfarten inklusive alle trafikkforsinkelser.

Average over-all speed er gjennomsnittet av gjennomsnittshastighetene for alle kjøretøyer på et bestemt vegstykke i løpet av en gitt tid.

Optimum speed er den hastighet som muliggjør den største trafikk-kapasitet. Den har også vært benevnt Critical speed.

Design speed = konstruksjonsfart, dvs. den hastighet som vegen er konstruert for – kurveradier, oversikt i kurvene, fri synsvidde osv. Det er den høyeste hastighet som med sikkerhet kan brukes av alminnelige biler når føre- og værforhold er gode og trafikken liten.

Operating speed er den største gjennomsnittsfart eksklusiv stopp som en fører kan bruke på en gitt veg under de foreliggende forhold uten noen sinne å overskride konstruksjonsfarten.

Delay = forsinkelse, er den tid som brukes fordi trafikken av en eller annen grunn sinkes. Regnes i alminnelighet i sekunder pr. kjøretøy.

Fixed delay er den minste forsinkelse som er uunngåelig selvom trafikken er ganske liten. Det er en forsinkelse som et enslig kjøretøy må regne med på grunn av trafikksignaler, f. eks. „stop signs” som tvinger føreren til å stoppe før han kjører videre.

Operational delay er de forsinkelser som skyldes trafikken, tidstap på grunn av trafikktrengsel på grunn av parkerte vogner, kryssende trafikk osv.

Headway er tiden som går mellom to etter hverandre følgende kjøretøyer.

Stoppplengde.

Amerikanerne skjelner mellom 3 slags stopplengder:

Vehicle stopping distance som er avstanden fra det øyeblikk føreren begynner å trå på bremsen og til vognen er helt stoppet.

Breaking distance – bremselengde, som regnes fra det øyeblikk bremseskoen berører bremsetromlene og til kjøretøyet er stoppet helt.

Driver stopping distance – førerens stopplengde som er avstanden fra det øyeblikk føreren får anledning til å kunne skjønne at han skulle stoppe og til kjøretøyet er helt stoppet.

Weaving vil si å flytte kjøretøyet fra en kjørebane til en annen når det er flere kjørespor i samme trafikkretning.

Merging – sammensmelting av to kjørekolonner til én.

Volume – trafikkmengde, det antall kjøretøyer som går i en bestemt retning et bestemt sted i løpet av en gitt tid, f. eks. pr. time, mellom kl. 16 og 17 eller pr. dag, år osv.

Den gjennomsnittlige daglige trafikkmengde er trafikken i et år: dagtall i året. Den forkortes i alminnelighet til *Adt.* Største trafikk pr. time er den største trafikk som opptrer i løpet av det gitte tidspunkt. Tiende største time trafikkmengde er den trafikk pr. time som bare overskrides i 9 timer om året. På samme måte kan man snakke om den tyvende og den tredevte største timetrafikkmengde osv.

Density er trafikk tetthet, defineres som det antall kjøretøyer som finnes i en bestemt lengde av et trafikkspor. Den regnes i alminnelighet i antall kjøretøyer pr. engelsk mil (i Norge pr. km). Den kritiske tetthet er den tetthet som svarer til vegens mulige trafikkevne. Den oppnås når alle kjøretøyer kjører med omtrent samme gunstigste hastighet.

Traffic Pattern = trafikkmonster, defineres som en framstilling i tabell eller grafisk form av trafikens variasjoner i løpet av en gitt tid. Det snakkes om dagens-, ukens-, sesongens- og årets trafikkvariasjoner.

Development. Amerikanerne snakker om business, residential, agricultural og park developments. Ved det siste forstår amerikanerne terreng som brukes for rekreasjon, så deres forståelse av park svarer ikke alltid til den engelske eller norske betydning.

IV. Største målte trafikkmengder.

De største målte trafikkmengder skriver seg fra tunneler og bruer. På Colorado Street Bridge i

Pasadena, California er det faktisk teltet 1710 kjøretøyer i et spor pr. time, men her er sporet 4,20 m bredt. Bortsett fra denne er den største telte trafikkmengde på US 45 i Libertyville, Ill., hvor det med en hastighet av 50 km/t og en sporbredder på 2,74 m, har vært teltet 1510 kjøretøyer i en time. Stort sett kan man si at det er bare rent unntakelsesvis at dobbeltsporete landeveger overskrider 1000 kjøretøyer pr. time i én retning. For veier uten plankryssinger er det målt vesentlig større trafikkmengder, for 4 spor like opp til 2275 kjøretøyer/time, og på den 8-sporete Outer drive ved Chicago har det for tilsammen 6 spor i samme kjøreretning vært målt 9840 kjøretøyer/time. Med 4 spor i hver retning 7832 kjøretøyer for samtlige 4 spor. Denne vei har 8 spor og er således konstruert at i rushtidene brukes 6 spor for den ene retning og 2 den annen, mens det resten av dagen brukes 4 spor i hver retning.

V. De grunnleggende faktorer for vegenes trafikk-kapasitet.

For å bringe disse på det rene, må man huske på at både vegen, bilene, kjørerne og formålene for kjøringen er meget forskjellige. De fleste biler har en bestemt hastighetsgrense. Kommer man over denne, liker ikke motoren seg lenger og denne grense ligger for enkelte biltyper betydelig under vognens maks.hastighet. Mange førere liker ikke å kjøre fort, og duer ofte heller ikke til det.

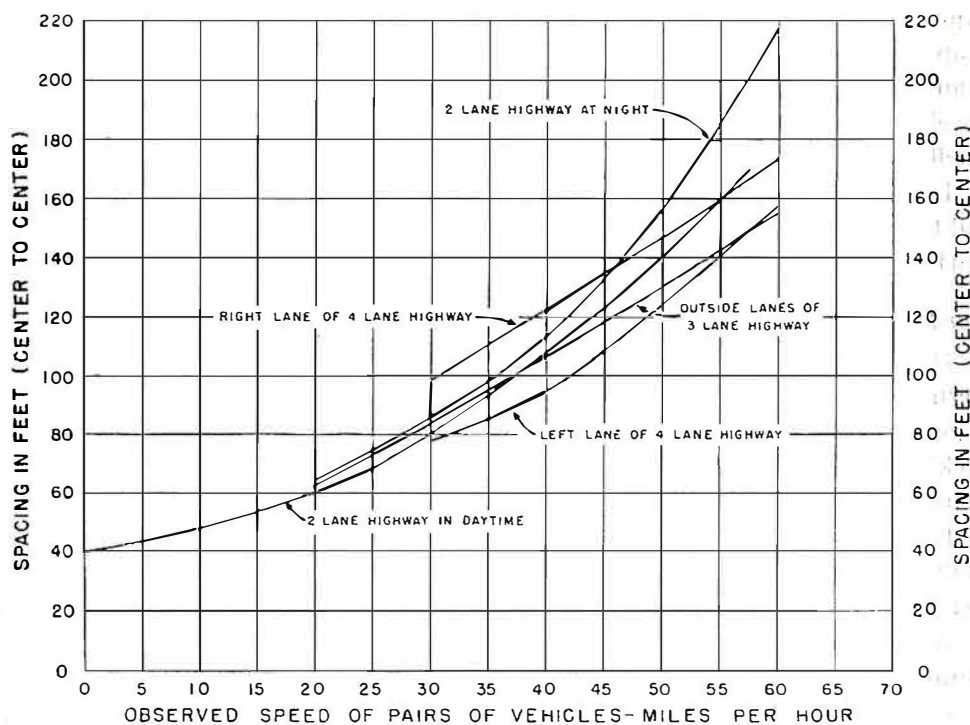


Fig. 1. Gjennomsnittlige minste avstand til forankjørende vogn ved forskjellige hastigheter.

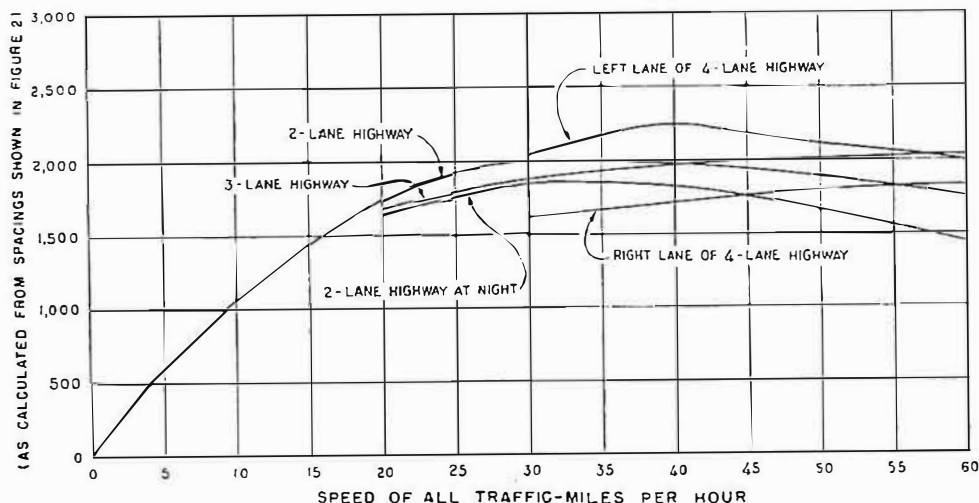


Fig. 2. Diagram for maksimal trafikkvevne på en veg når alle kjøretøyer forutsettes å kjøre med samme hastighet.

Avstanden mellom vognene.

De enkelte kjøpere holder meget forskjellig avstand til forankjørende vogn. Avstanden avhenger av vognens fart, men også av forholdene ellers.

Fig. 1 viser kurver over den gjennomsnittlige minste avstand til foregående vogn som praktiseres etter foretatte målinger. Som man ser av fig. vokser denne alltid med farten. Den er større om natten enn om dagen, som rimelig kan være. På grunnlag av disse undersøkelser viser fig. 2 grafisk den størst mulige trafikkvevne på en veg under forutsetning av at alle vogner kjører med samme fart. Som man ser av fig. oppnås den største trafikk-kapasitet med hastigheter mellom 48—64 km/t. Vokser trafikken over dette, blir resultatet trengsel, den kan gå så langt at hastigheten kan synke til 15 km/t eller mindre og vognene kjører så å si i hverandre, men den totale trafikk-kapasitet pr. time blir da betydelig mindre. Vi kan for øvrig se eksempel på dette også her hjemme, f. eks. en godværs St. Hans-natt på riksvei nr. 1 mellom Stubljan og Gamlebyen.

Den amerikanske beretning poengterer at alle faktorer som hindrer trafikken i å holde en jevn fart på minst 50 km/t reduserer vegenes trafikkvevne.

Ønskete kjørehastigheter.

Det er mange faktorer som spiller inn for kjøperens vurdering av hvilken fart han ønsker å kjøre med, som: bilen og ringenes tilstand, vegdekkets tilstand, føret, trafikk tettheten, turens lengde og formål og førerens personlige innstilling. Selvom trafikken og vegene er slik at alle kjøpere kan kjøre som de har lyst, er det stor forskjell på den brukte fart.

Av de forskjellige faktorer er trafikkmengdens innflytelse på farten blitt nærmere undersøkt, og man er kommet til det resultat at den avtar jevnt

med økende trafikkmengde. For vegar som spesielt er bygget for stor fart var den gjennomsnittlige fart f. eks. for 100 kjøretøyer pr. time 76,4 km/t, mens den med 2000 kjøretøyer var 48,2 km/t.

På en gjennomsnittlig amerikansk landeveg var tallene for de samme trafikkmengder resp. 68 og 40 km/t. (I Europa ville sannsynligvis forskjellen bli enda større for her er det meget større variasjoner i de anvendte bilers fartsevne.)

VI. Vegenes trafikkvevne ved uhindret (uninterrupted) trafikk.

Idealkapasitet.

Uhindret trafikk forekommer i alminnelighet i byene bare på fasadefrie vegar, og utenfor byene bare så lenge det ikke er sjenerende kryssinger, men selv i dette tilfelle kan både trafikk-, veg- og føreforhold forårsake trafikkvansker. Under de aller gunstigste forhold kan det muligens oppnås en trafikk på mellom 2000 og 2200 personbiler pr. time og spor. Det har nok vært hevdet større tall, men det har vist seg at alle tall på 2300 eller mer har vært feilaktige. For å kunne oppnå en trafikk på 2000 personbiler pr. spor, må følgende 5 betingelser være oppfylt:

1. Det må minst være 2 trafikkspor i samme kjøreretning.
2. Alle vogner må kjøre med praktisk talt samme fart og denne må ligge mellom 48 og 64 km/t.
3. Det må praktisk talt ikke forekomme lastebiler.
4. Både sporene og bankettene må være rikelig brede.
5. Det må ikke være innskrenket synsvidde, kurver med utilstrekkelig overhøyde, sjenerende stigninger, kryss eller sjananse fra fotgjengere, tråsyklister eller hestetrafikk.

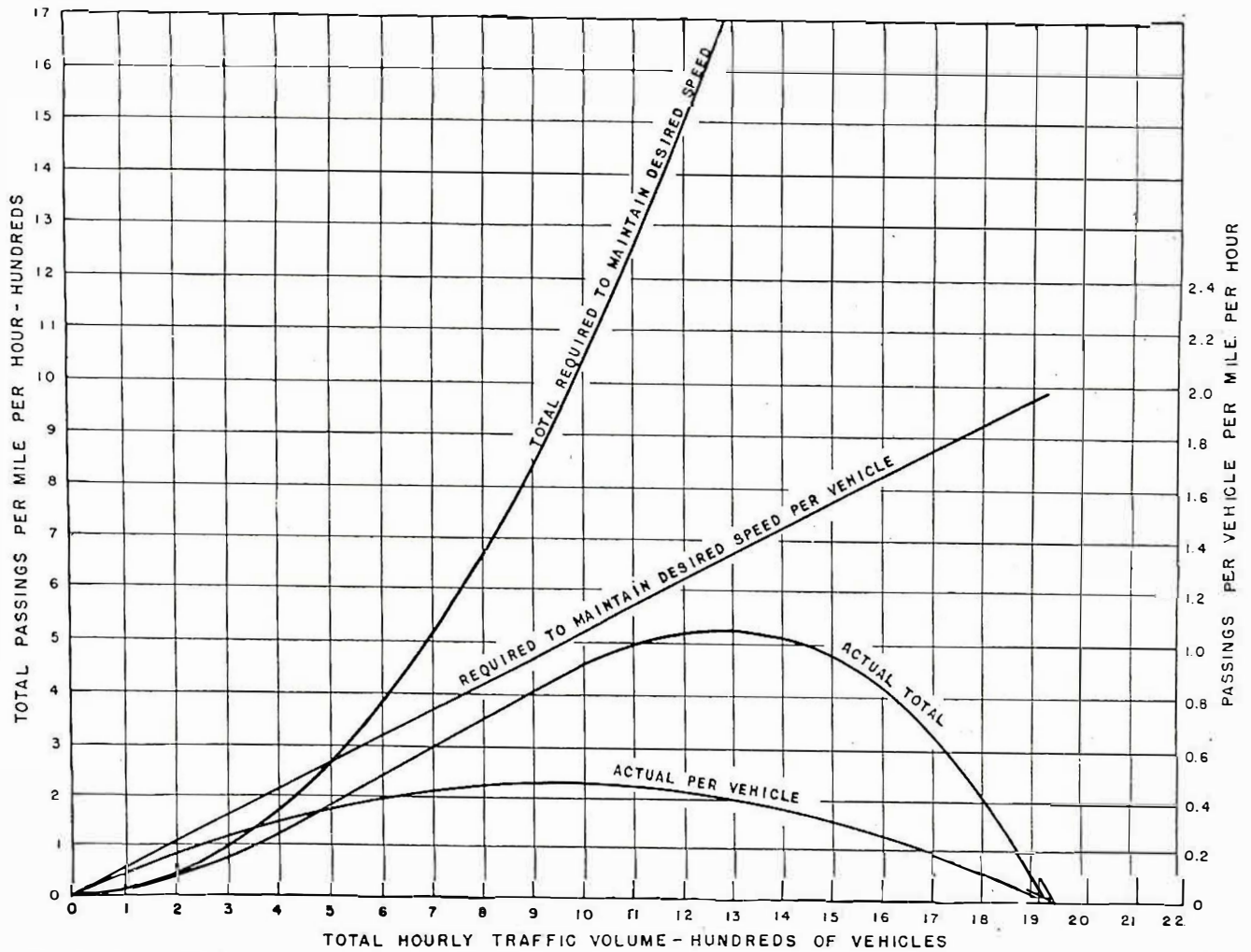


Fig. 3. Sammenlikning mellom det praktisk gjennomførbare antall passinger og det antall som ville være ønskelig for å holde en bestemt hastighet på en tosporet veg med $\frac{2}{3}$ av trafikken i én retning.

Under disse forhold kan en veg med flere kjørebanner i samme kjøreretnings ideelle trafikkevne settes til 2000 personbiler pr. time og spor. Hittil har man alminnelig regnet med at jo flere spor det var i samme retning, desto mindre ble trafikkevnen pr. spor, men dette behøver ikke nødvendigvis å være tilfelle. Chicagos „Outer Drive” har f. eks. 8 kjørebanner som anvendes dels 4 i hver retning, men i rushtiden 6 i den ene retning og 2 i den andre. Her har man gjentatte ganger tallet et gjennomsnitt av 1958 biler pr. spor og time. Det må innrømmes at jo flere spor det blir, desto vanskeligere blir det å sørge for tilfredsstillende adkomst til og fra vegen.

3-sporete veger (et spor i hver kjøreretning og et midtre spor for forbipassering i begge retninger). 3-sporete veger har en ideal-trafikkevne på 1333 biler pr. spor og time. Dog ikke mer enn 2000 biler i én retning. Det foreligger ennå ingen telling for veg med 3 spor på 4000 biler pr. time i begge retninger tilsammen. Høyeste tall er 3064 for en 3-sporet veg i New Jersey.

Dobbeltsporete veger.

På en alminnelig dobbeltsporet veg med trafikk i begge retninger er den ideelle trafikkevne 2000 biler pr. time, og det er uansett hvordan trafikken fordeler seg mellom retningene. Man har bare 3 tellinger som har over 2000 biler. De forekommer i forholdsvis korte tunneler.

Mulig trafikk-kapasitet.

Denne ligger som rimelig kan være lavere enn den ideelle. Forskjellen avhenger av de faktorer som reduserer kapasiteten. Også her kreves at alle vogner kjører med praktisk talt samme hastighet, men da liker de fleste bilførere seg ikke, for de synes at da er det sjenerende trengsel på vegen. Man må huske på at når alle skal kjøre med samme fart, så er det den som kjører aller langsamst som bestemmer tempoet, og det blir da gjerne altfor sakte for mange eller de fleste. Av samme grunn blir også trafikkevnen da gjerne nedsatt.

Vegens praktiske trafikk-kapasitet.

Vegens praktiske trafikk-kapasitet blir derfor mindre. Oppfatningen av når sjenerende trengsel begynner varierer meget sterkt mellom de enkelte førere, og det er derfor nødvendig å finne objektive målestokker for trafikk-trengslen. Erfaringen viser at etter hvert som mellomrommet mellom vognene avtar, minskes også mulighetene til å holde en annen fart enn den foregående vogn. Ved en avstand av omtrent 9 sek. mellom hver bil, begynner den sjenerende trengsel å gjøre seg gjeldende. Avstanden regnes fra midten av bil til midten av bil. Hvis alle biler kjørte med samme avstand fra den foregående, kunne man på grunnlag av dette med letthet beregne vegens praktiske kapasitet, men erfaringen viser at dette ikke er tilfelle. Bilene kjører gjerne i følger på flere eller færre vogner (i Norge skyldes dette ofte vansken med å komme forbi på grunn av dårlig synsvidde og møtende trafikk, tildels også ved at den foregående bil ikke kjører tilstrekkelig til høyre).

Undersøkelser på lengre rette linjer viser at denne tendens til å danne flokker er den samme uansett trafikks størrelse. Er trafikken f. eks. 180 biler pr. time i en retning, tilsvarer det en gjennomsnittsavstand mellom bilene på 20 sek. Men i virkeligheten blir 120 av disse 180 biler liggende nærmere hverandre enn gjennomsnittet og av disse ligger hele 90 nærmere hverandre enn 9 sek., og de føler altså litt av trengsel. Stiger trafikken til 300 pr. time, øker tallet av de som føler trengsel fra 50 til 65 %. Stiger den til 400, blir det 72 %, og til 1000 blir det hele 90 %. Vi regner med, sier komiteen, at trafikken på en landeveg må anses for å ha nådd sin praktiske grense når 72 % av kjørerne må avpasse sin hastighet etter den foregående bils. Med andre ord, 800 biler pr. time er en alminnelig dobbeltsporet landevegs praktiske trafikk-kapasitet.

En annen målestokk for trengslen er mulig-

hetene for en bil til å kjøre forbi en langsomtgående bil som kjører samme retning. Forutsatt fri synsvidde begrenses forbikjøringsmulighetene bare av den møtende trafikk. Forholdet mellom det antall forbikjøringer pr. mil som er nødvendig for at føreren kan holde sin ønskede fart og det antall forbikjøringer som er praktisk utførbare på samme distanse er et godt mål for trafikk-trengsel. Fig. 3 gir en oversikt over dette for en typisk dobbeltsporet landeveg med trafikk i begge retninger.

Målet med denne målestokk er en trafikk på 800 biler pr. time med vanlig blandet trafikk tilsvarende 900 personbiler pr. time – et mål for vegens praktiske trafikk-kapasitet. Dette mål forutsetter NB. tilstrekkelig fri synsvidde over hele veglengden, og det mangler det som oftest meget på her hjemme. Det er f. eks. årsaken til at vegen langs Gjersjøen har en så begrenset kapasitet og volder så mange forsinkelser.

Hastigheter i praksis.

Den viktigste målestokk for trafikk-trengselen hva bilføreren angår er den gjennomsnittlige hastighet, bortsett fra stopp, som kan holdes av en alminnelig gjennomsnittsfører. La oss f. eks. si at han på en rett linje på en alminnelig dobbeltsporet veg med trafikk i begge retninger holder en jevn fart à 80 km/t. Så innhenter han en mer langsomtgående bil. Han vil da enten kjøre forbi denne hvis det ikke er noe møtende trafikk, eller han må saktne farten inntil sjangsen er der. En fører som kjører med 80 km/t på en moderne dobbeltsporet landeveg med en trafikk på 300 biler pr. time – 150 i hver retning – ville måtte kjøre forbi omkring 24 biler pr. time. Er trafikken 900 biler pr. time, vil tallet øke fra 24 til 130 biler pr. time. I første tilfelle ville 43 % av alle de vogner han kjørte forbi kjøre hurtigere enn 64 km/t, mens i annet tilfelle ville bare 23 % gjøre det samme.

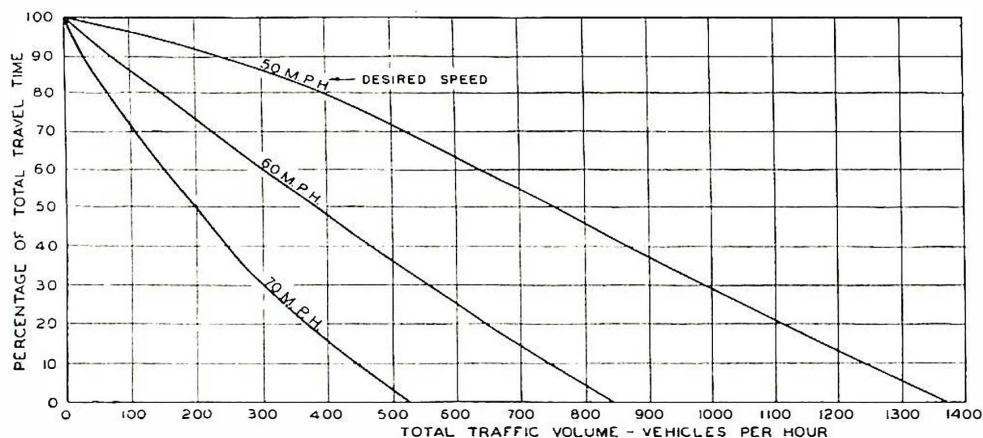


Fig. 4. Diagrammet viser hvor stor prosentdel av kjøretiden man ved forskjellige trafikkvolum kan holde en ønsket hastighet.

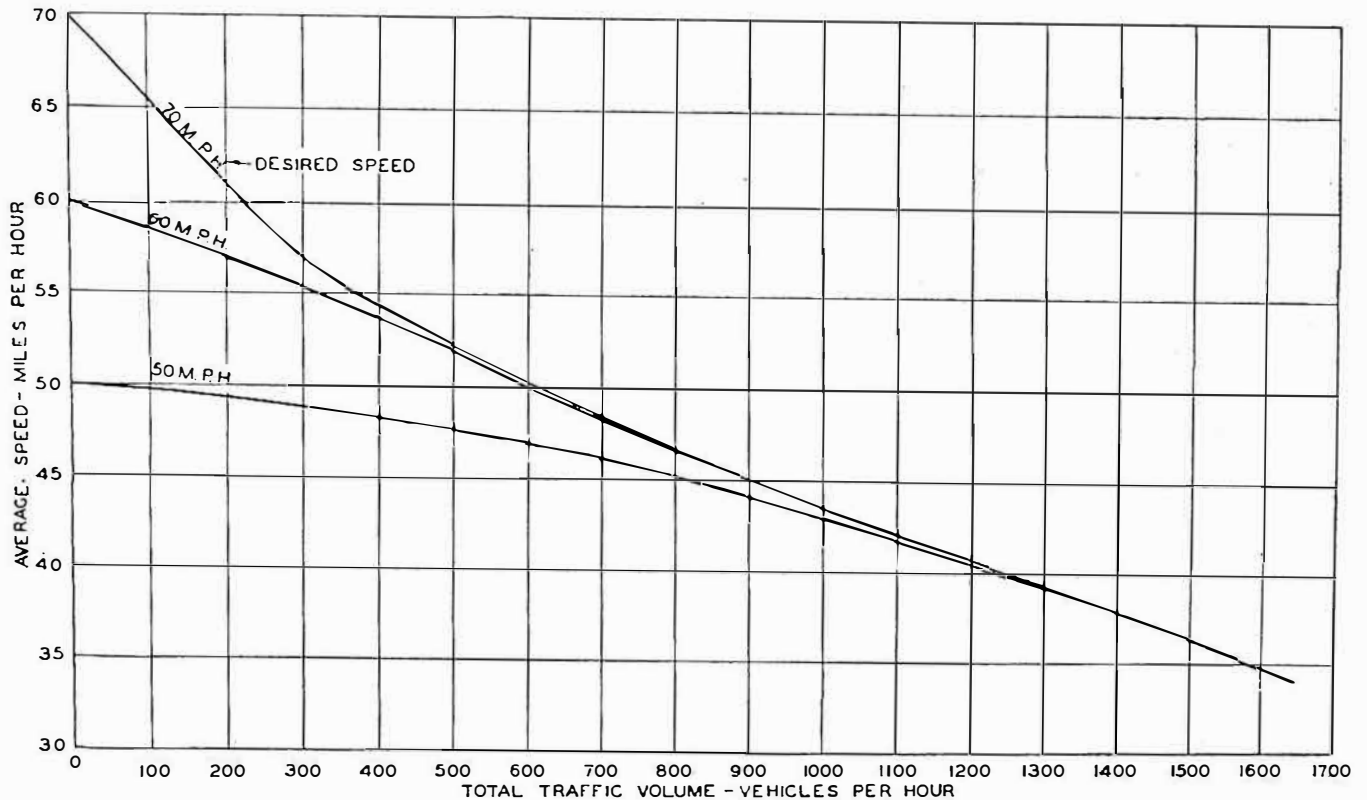


Fig. 5. Av diagrammet kan uttas den gjennomsnittlige hastighet som vil kunne oppnås ved varierende trafikkvolum når den ønskete fart holdes så ofte som mulig.

Fig. 4 viser hvor mange pst. av kjøretiden man kan holde sin ønskete fart ved forskjellig trafikkvolum.

Fig. 5 viser hva den gjennomsnittlige hastighet blir for ønsket fart på 112, 96 og 80 km/t.

Den som ønsker å kjøre 112 km/t kan alt ved en trafikk på 200 kjøretøyer i timen ikke gjøre dette mer enn halvparten av tiden. Når trafikken er vokst til 400 kjøretøyer i timen, kommer han praktisk talt ikke fortere fram enn han som ønsket å kjøre 96 km/t. Ved 550 kjøretøyer pr. time vil han ikke noe øyeblikk nå den ønskete fart. Han som ønsket å kjøre 96 km/t kan holde denne fart i 50 % av tiden med et trafikkvolum på 400 kjøretøyer i timen, og vil ikke noensinne være i stand til å nå den ønskete fart når trafikken stiger til 850 kjøretøyer i timen. En kjører som ønsket å holde 80 km/t kan holde denne fart i 50 % av tiden så lenge ikke trafikken overskrider 750 kjøretøyer, men vil ikke i noe øyeblikk kunne nå farten når trafikken overskrider 1400 kjøretøyer i timen.

Den gjennomsnittlige fart er:

Av kurvene som er gitt på fig. 5 er det mulig å bestemme den største trafikkeveie pr. time som kan opptas av en veg med 2 kjørebane, forutsatt at vegen og den frie utsikt på denne ikke volder noen hindringer og at det ikke er kryssende trafikk. På grunnlag av disse kurver er det mulig med en stor grad av nøyaktighet å kunne forutsi trafikkforholdene på den gitte veg når trafikkmengden er kjent.

Undersøkelsene har videre vist at trafikkforholdene av de fleste kjørere anses for tilfredsstillende når man kan holde en fart av 72–80 km/t i gjennomsnitt hele året med unntakelse av de få timer om året når trafikken når sitt maksimum. Under disse forhold vil den gjennomsnittlige fart av alle kjøretøyer ligge mellom 64–72 km/t og i ethvert gitt øyeblikk vil omkr. 70 % av førerne føle seg innskrenket i sin frihet. Likevel vil de ha anledning til å komme forbi en forankjørende langsomme bil uten urimelige vansker. I visse deler av landet hvor de kjørende ikke er vant til

Tabell 1.

Ønsket fart km/t	Antall kjøretøyer i timen											
	0	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600
112	112	105	97	91	87	83	80,5	74,5	70	65	61	55,5
96	96	94	91,5	88,5	86	82,5	80	74,2	70	65	61	55,5
80	80	79,9	79,7	79,4	79	76,5	75	72,5	68,5	64,5	61	55,5

trafikktrengsel, eller hvor man kjører forholdsvis lange distanser, og på bomveger og andre spesialveger for hurtig framkomst, er kravene større, og her vil man anse vegen for utilfredsstillende hvis man ikke kan holde 80—88 km/t i gjennomsnitt hele året, med unntakelse av noen få timer når trafikken er aller størst.

I byene anses en fart av 56—64 km/t tilsvarende en gjennomsnittsfart for den hele trafikk av 48—56 km/t for tilfredsstillende.

På grunnlag av disse overveielser er en dobbeltsporet landevegs maksimale praktiske trafikk-kapasitet 900 personbiler pr. time og kjørebane. I byer og på tilkjørselsveger mellom store fabrikk-anlegg og hovedvegene er trafikkevnen 1500 personbiler pr. time. På veger for stor trafikk er den praktiske trafikkevne for en dobbeltsporet landeveg med trafikk i begge retninger 600 personbiler pr. time og spor. Er det flere spor i samme kjøretning, er den maksimale praktiske trafikk-kapasitet 1000 personbiler pr. spor og time på landet, og i byene 1500.

3-sporete veger.

3-sporete veger har hittil vært bygd hvor trafikk-kapasiteten ikke var stor nok med 2-sporete og hvor man ikke syntes at behovet var så stort at det skulle være nødvendig å bygge 2×2 spor med midtstripe. I de siste år har det vært en meget utbredt tendens til ikke å bygge 3-sporete veger, men med en gang å gå over til 4-sporete, bl. a. fordi en veg med dobbelt kjørebane og ikke trafikkert midtstripe er vesentlig sikrere. Om dette spørsmål har det vært delte meninger, men resultatene av meget inngående undersøkelser har vist at den økte sikkerhet rettferdiggjør anvendelsen av veg med 2×2 spor og midtstripe når trafikken blir så stor at den ikke kan tilfredsstillende overkommes av en vanlig dobbeltsporet veg. En vil derfor her sløyfe behandlingen av 3-sporete veger og henvise til originalen side 225—27. En vil imidlertid spesielt peke på at amerikanerne hevder at hvor synsvidden er innskrenket, er bruken av 3-sporete veger bent fram farlig. Noe annet er det at amerikanerne bruker 3-sporete veger i lange stigninger, men her er de 2 spor utelukkende reservert for den oppadgående trafikk og det ene for den nedadgående trafikk. Det tredje spor er her lagt til utelukkende for å muliggjøre at de hurtigkjørende personbiler kan komme forbi de langsommeregående lastebiler, idet erfaringen viser at det ellers i lange stigninger har lett for å bli mange sammenstøt.

Resultatene av det foregående er samlet i tabell 2.

Tabell 2. Trafikk-kapasitet.

	Vanlig dobbeltsporet veg, trafikk i beg. retn.	3-sporet landeveg med trafikk i begge retn.	Veg med 2 spor i hver retn. og midtstripe ¹	Kjørehastighet km/t
Ideell	2000	4000	2000	
Praktisk, i byer	1500	2000	1500	56—64
Praktisk, på landeveg	900	1500	1000	72—80

¹ Tallene gjelder for den sterkest trafikkerte kjøretning pr. spor.

Tallene i denne tabell gjelder for uforstyrret, jevnt flytende trafikk, under ideelle trafikk- og føreforhold. Det er i praksis alltid en hel del hindringer som gjør at man nesten aldri kan regne med slike forhold, og det vil nå i det følgende bli gjort rede for innflytelsen av de enkelte faktorer som minsker trafikk-kapasiteten, nemlig:

1. Bredden av de enkelte kjørespor.
2. Avstanden til hindringer på sidene.
3. Bredden og tilstanden av bankettene.
4. Lastebiltrafikk.
5. Vegkryss, respekt. til- og fra-kjørsler.
6. Vegens trasse og tverrsnitt, spesielt synsvidde og stigningsforhold.

1. Bredden av kjørespor.

Tabell 2 gjelder for en bredde på kjøresporet på 3,65 m (12'). Blir vegen smalere, minsker trafikkevnen, som framgår av tabell 3 (8), som også medtar innflytelsen av hindringer på sidene. Tabellen er gått ut fra at ingen hindringer som støtmurer, lednings- og lysmaster, parkerte biler, brubærere, -hengere eller -rekkverk er nærmere enn 1,83 m. Så heldige er vi bare i de sjeldneste tilfeller her hjemme.

Banketter.

Jo sterkere trafikkert vegen er, desto viktigere er det at den er forsynt med banketter av rikelig bredde. Er det ikke mulighet for en punktert bil eller bil med annen skade å kunne søke tilflukt utenfor kjørebane, vil hver eneste slik bil minske vegens trafikk-kapasitet med mer enn trafikk-kapasiteten til ett trafikkspor. Særlig gjelder dette når trafikksporene er smalere enn 3,65 m. Den stillestående bil vil nemlig tvinge trafikken til å kjøre saktere.

Sammenliknet med en hastighet av 48 km/t har en veg hvor bilene kjører med 32 km/t 13 % mindre trafikk-kapasitet, og går hastigheten enda til 16 km/t, minskes trafikk-kapasiteten for vedkommende spor med 50 %.

Tabell 3. Trafikkevnne uttrykt i % av trafikkevnne på en veg med 2—3,65 m brede kjørespor uten hindringer sidevegs nærmere enn 1,83 m.

Kjøresporbredde	Hindringer på én side				Hindringer på begge sider			
	12' 3,65 m	11' 3,35 m	10' 3,05 m	9' 2,74 m	12' 3,65 m	11' 3,35 m	10' 3,05 m	9' 2,74 m
Avstand fra kanten av kjørebanelen til hindringen	<i>Mulig kapasitet for veg med 2 kjørebaneler.</i>							
1,8	100	88	81	76	100	88	81	76
1,2	97	85	79	74	94	83	76	71
0,6	93	81	75	70	85	75	69	65
0	88	77	71	67	76	67	62	58
	<i>Praktisk kapasitet for veg med 2 kjørebaneler.</i>							
1,8	100	86	77	70	100	86	77	70
1,2	96	83	74	68	92	79	71	65
0,6	91	78	70	64	81	70	63	57
0	85	73	66	60	70	60	54	49
	<i>Mulig og praktisk kapasitet for veg med 2 kjørebaneler i en trafikkretning delt med midtstripe.</i>							
1,8	100	97	91	81	100	97	91	81
1,2	99	96	90	80	98	95	89	79
0,6	97	94	88	79	94	91	86	76
0	90	87	82	73	81	79	74	66

Et mindre uhell kan altså føre til fullstendig oppkorking av en veg hvor trafikken nærmer seg den maksimale ytelse. Er trafikksporene smalere enn 3,65 m, vil banketter som er behandlet med bituminøse stoffer og som har en bredde av minst 1,20 m øke de tilliggende trafikkspors effektive bredde med minst 30 cm.

Tabell 4. Vegenes praktiske trafikk-kapasitet uttrykt i % av kapasiteten når det bare er private personbiler i flatt terreng. Det gjelder bare for veger med to eller flere trafikkspor i samme retning.

Lastebiler	%	Flatt terreng	Kupert terreng
0		100	100
10		91	77
20		83	63

I fjellterreng avhenger lastebilenes virkning på trafikk-kapasiteten i høy grad av vegenes profil, men i gjennomsnitt ekvivalerer en lastebil 8 personbiler. På alminnelige dobbeltsporete landeveger med trafikk i begge retninger er lastebilenes innflytelse omkring 25 % større enn på veger med flere spor i samme retning.

Trasseens innflytelse.

Vegens trasse er av stor betydning for vegens trafikk-kapasitet for den har stor betydning for den frie synsvidde. For å bestemme dennes innflytelse, må vi inndele synsvidden i to grupper:

Nødvendig synsvidde for å stoppe i tide og

Nødvendig synsvidde for å kunne kjøre forbi den foregående bil uten risiko.

Den siste kommer kun i betraktning på veger med dobbeltspor og 3 spor med trafikk i begge retninger.

Tabell 5. Innflytelsen av den nødvendige synsvidde for forbikjøring på vegens praktiske trafikk-kapasitet på dobbeltsporete landeveger, under forutsetning av at det overalt er tilstrekkelig fri synsvidde til å kunne stoppe i tide.

Vegstykker med kortere fri synsvidde enn 450 m uttrykt i % av vegens lengde	Praktisk trafikk-kapasitet med private personbiler pr. time	
	Hastigheter ¹ 72—80 km/t	Hastigheter 80—88 km/t ¹
0	900	600
20	860	560
40	800	500
60	720	420
80	620	300
100	500	160

¹ Med denne hastighet menes den gjennomsnittlige kjørehastighet for førere som ønsker å kjøre med den største sikre hastighet.

Disse tall gjelder for 3,65 m brede kjørebaneler og banketter som er tilstrekkelig brede og solide til å kunne parkere skadde biler helt utenfor kjørebanelen.

Undersøkelsene i marken viste at det trenges frie synsvidder mellom 450 og 600 m med hyppige mellomrom forat alminnelige dobbeltsporete veger skal være tilfredsstillende. Fig. 6 viser mer detaljert enn tabellen hvilken innflytelse på trafikk-kapasiteten forårsakes av innskrenket fri synsvidde.

Stigninger innfluere på vegenes trafikk-kapasitet på 3 måter:

1. Bremseavstanden avtar oppoverbakke, og vokser nedoverbakke med stigningens størrelse. I

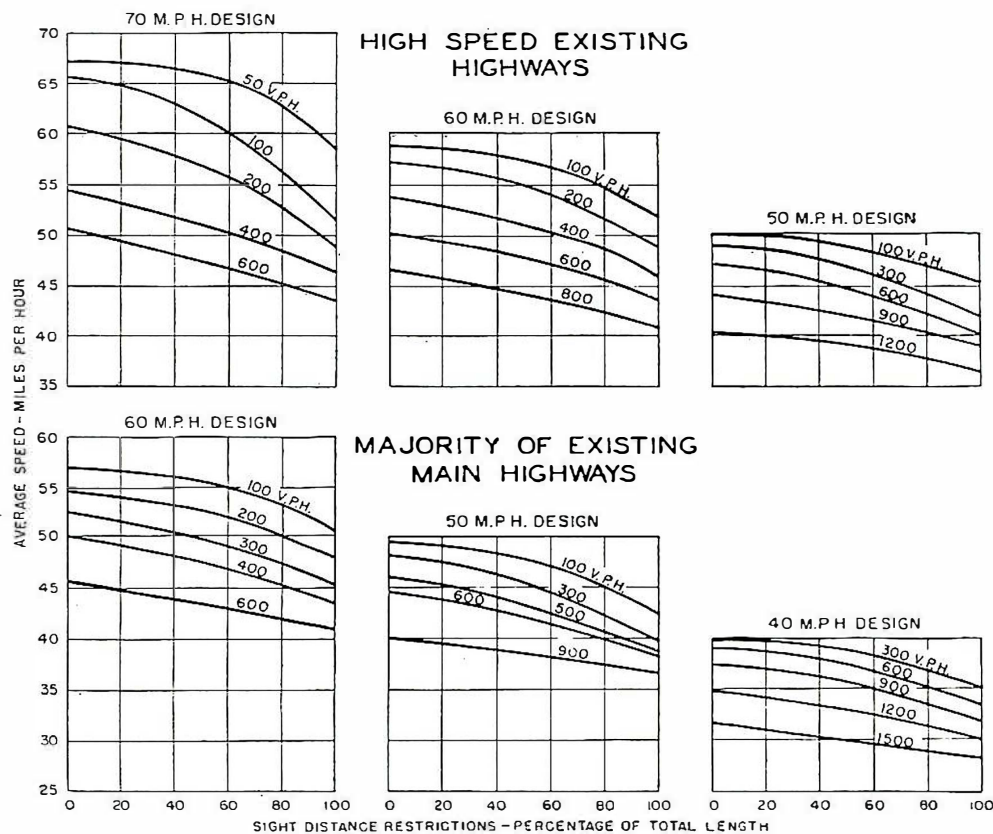


Fig. 6. Disse kurver viser den oppnåelige hastighet ved forskjellige trafikkvolum når kjøreren forsøker å holde en bestemt hastighet, men i en viss prosentdel av kjørestrækningen hindres av kortere synsvidde enn nødvendig for passering.

utforbakker blir det derfor nødvendig å ha større avstander mellom bilene.

2. Stigninger er gjerne årsaken til kortere fri synsvidde.

3. Lastebilenes hastighet minker meget sterkere i motbakker enn personbilenes. De fleste personbiler kan holde 48 km/t i stigninger på 6–7 %.

Hvor mange personbiler som ekvivaleres av en lastebil framgår av tabell 6 som gjelder for dobbeltsporete landeveger med ikke avbrutt trafikk og hvor stigningen ikke innskrenker den nødvendige frie synsvidde for forbikjøring:

Tabell 6. En lastebil ekvivalerer – personbiler på en stigning på:

Lengde av stigningen i meter	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
160	3,9	4,1	4,2	4,2	4,4
320	4,1	4,3	4,5	4,7	5,1
640	4,3	4,6	4,9	5,3	5,5
960	4,4	4,8	5,2	5,8	6,5
1280	4,6	5,1	5,7	6,4	7,1
1600	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4
2400	4,8	5,6	6,3	7,0	7,7
3200	5,0	5,8	6,5	7,2	8,0
4800	5,0	6,0	6,6	7,3	8,2
6400	5,1	6,0	6,7	7,4	8,3
8000	5,1	6,0	6,7	7,6	8,3
9600	5,1	6,0	6,8	7,6	8,3

Tabell 7 gir de samme verdier som tabell 6 under forutsetning av at den frie synsvidde er innskrenket.

	En lastebil ekvivalerer – personbiler på en stigning på				
	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
% av vegen med innskrenket frisynsvidde	30	40	50	60	70
Vegens trafikk-kapasitet med innskrenket fri synsvidde som % av veggstykket med uinnskrenket synsvidde	87	81	75	69	62
160	5,8	7,1	8,6	10,2	12,5
320	6,0	7,4	9,0	10,9	13,6
640	6,3	7,8	9,6	11,6	14,6
960	6,5	8,2	10,1	12,5	16,1
1280	6,6	8,5	10,6	13,0	16,8
1600	6,7	8,7	11,0	13,5	17,4
2400	6,9	9,0	11,5	14,1	18,2
3200	7,0	9,3	11,9	14,5	18,4
4800	7,1	9,4	12,0	14,7	19,0
6400	7,1	9,4	12,1	14,7	19,1
8000	7,2	9,5	12,1	14,8	19,1
9600	7,3	9,6	12,1	14,9	19,1

Trafikk-kapasiteten uttrykt i relasjon til den gjennomsnittlige daglige trafikk.

Sammenhengen mellom den maksimale trafikk pr. time og den gjennomsnittlige daglige trafikk er nærmere behandlet i 8. del av denne rapport. Det er skissert en metode til å regne om den maksi-

Tabell 8 viser stigningens innflytelse på vegenes bredde når 10 % av trafikken utgjøres av lastebiler og busser.

Stigning %	Trafikkmengde Kjøre-tøyer pr. time	Stigningens lengde m	Nødvendig vegtype for å få tilfredsstillende driftsforhold for de private personbiler ¹		
			Dobbeltsporet veg	Dobbeltsporet veg med ekstra lastebilspor for den oppad- gående trafikk	Firesporet veg
0	800 eller mindre	Alle lengder	x	—	—
	Over 800 ²	Alle lengder	—	—	x
3	550 eller mindre	Alle lengder	x	—	—
	551 til 800	330 m eller mindre	x	—	—
4	Over 800 ²	Over 330 m	—	x	—
	500 eller mindre	Alle lengder	—	—	x
	501 til 800	Alle lengder	x	—	—
	Over 800 ²	240 m eller mindre	x	—	—
5	Over 800 ²	Over 240 m	—	x	—
	400 eller mindre	Alle lengder	—	—	x
	401 til 800	Alle lengder	x	—	—
	Over 800 ²	180 m eller mindre	x	—	—
6	Over 800 ²	Over 180 m	—	x	—
	350 eller mindre	Alle lengder	—	—	x
	351 til 400	Alle lengder	x	—	—
	Over 800 ²	1200 m eller mindre	x	—	—
	Over 800 ²	Over 1200 m	—	x	—
	401 til 800	Under 150 m	x	—	—
	Over 800 ²	150—1200 m	—	x	—
	Over 800 ²	Over 1200 m	—	—	x
300 eller mindre	Over 800 ²	Alle lengder	—	—	x
	301 til 350	Alle lengder	x	—	—
	Over 800 ²	1200 m eller mindre	x	—	—
	Over 800 ²	Over 1200 m	—	x	—
351 til 800	Over 800 ²	Under 150 m	x	—	—
	Over 800 ²	150—1200 m	—	x	—
	Over 800 ²	Over 1200 m	—	—	x
Over 800 ²	Alle lengder	—	—	x	

¹ Hermed forstås at vegen skal ekvivalere en trafikk-kapasitet på 800 kjøretøyer pr. time på horisontal dobbeltsporet landeveg.

² Hvis trafikken er tilstrekkelig stor, kan det bli nødvendig med et ekstra lastebilspor for oppadgående trafikk også på 4-sporete landeveger, eller det kan endog kreves flere spor.

Tabell 9 Gjennomsnittlig trafikkmengde om dagen på:

Private personbiler %	Lastebiler %	Dobbeltsporet landeveg		4-sporet landeveg		4-sporet ekspressgate	
		Flatt terreng	Bølget terreng	Flatt	Bølget	Flatt	Bølget
100	0	5750	5750	19 250	19 250	37 500	37 500
90	10	5200	4450	17 500	14 800	34 000	29 000
80	20	4800	3600	16 050	12 000	31 000	23 500

male trafikk pr. time i gjennomsnittlig trafikk pr. dag. Det fremgår derav at hvis man kjenner den gjennomsnittlige om dagen, kan den maksimale trafikk pr. time anslås ved bruk av kjente faktorer. På de fleste landeveger ligger den maksimale trafikk i en time mellom 15 og 16 % av den gjennomsnittlige trafikk om dagen, og trafikken av 900 biler pr. time svarer til omkr. 5750 kjøretøyer om dagen. På dette grunnlag er tabell 9 beregnet. Den viser hvilken gjennomsnittlig trafikk om dagen en veg kan oppta når det ikke skal forekomme trengsel større enn høyst 29 timer om året.

De følgende eksempler viser hvorledes de foregående data skal anvendes i spesielle tilfeller. I hvert eksempel er først oppgaven gitt og så løsningen beregnet i 3 trinn.

1. eksempel.

Oppgave: Hva er den størst mulige kapasitet for et av Hollandtunnelens rør når 10 % av trafikken består av tunge lastebiler og busser? Tunnelen har en 6 m bred kjørebane mellom bordursteinene, 30 cm klaring fra disse til veggen på hver side og en stigning på 4 %.

Løsning: Under helt ideelle forhold er den mulige trafikk-kapasitet $2 \times 2000 = 4000$ personbiler pr. time.

Reduksjoner: for bredde og innskrenkinger sidevegs iflg. tabell 3 0,8 for lastebiler, etter tabell 4 0,77.

Samlet reduksjonsfaktor: $0,8 \times 0,77 = 0,616$.

Mulig trafikk-kapasitet $4000 \times 0,616 = 2464$ biler pr. time.

2. eksempel.

Oppgave: Hva er den mulige og praktiske trafikk-kapasitet pr. time for en dobbeltsporet landeveg med 6 m brede kjørebane med hyppige hindringer innenfor 1,20 m fra begge kanter av kjørebane. Terrenget er kupert. 10 % av trafikken er tunge lastebiler og busser og på over 60 % av veglengden er den frie synsvidde større enn 450 m.

Løsning: Under ideelle trafikkforhold er den mulige trafikk-kapasitet 2000 personbiler pr. time og den praktiske 900 med en fart av 72–80 km/t.

Reduksjoner:

	Mulig trafikk-kapasitet	Praktisk tr. kap.
For bredde og innskrenkinger sidevegs	0,76	0,71
For lastebiler	0,67	0,67
For trasse etter tabell 5	1,00	0,80
Samlet reduksjonsfaktor	0,509	0,381

Den mulige trafikk-kapasitet blir $2000 \times 0,509 = 1018$ kjøretøyer pr. time og den praktiske $900 \times 0,381 = 343$.

3. eksempel.

Oppgave: Hva er den mulige og praktiske trafikk-kapasitet for den øvre kjørebane San Francisco—Oakland-brua? Det er bare private personbiler, 3 kjørebane i hver retning, hver 2,90 m brede. Det er ingen midtstripe og høye loddrette bordursteiner på hver side.

Løsning: Under ideelle forhold mulig trafikk-kapasitet 2000 personbiler pr. time og spor. Praktisk trafikk-kapasitet med kjørehastigheter 36–64 km/t. 1500 personbiler pr. time og spor.

Reduksjoner må her avgjøres for kjøresporbredder og sidevegs klaringer. Hertil brukes tabell 3.

	Sidevegs Klaring		Reduksjonsfaktor
	Høyre	Venstre	
Spor 1	0	0,45	0,74
„ 2	0,45	0,45	0,78
„ 3	0,45	0,45	0,78

Resultat	Trafikk-kapasitet biler/time	
	Mulig	Praktisk
Spor 1	1480	1110
„ 2	1560	1170
„ 3	1560	1170
	4600	3450

VII. Veg- eller gatekryss med lyssignaler.

I 6. avsnitt ble vist at en vegs ideelle trafikk-kapasitet meget sjelden nås på grunn av en mengde faktorer som hindrer den frie kjøring. Disse faktorer er nevnt og deres innflytelse er for noen tilfeller allerede blitt bestemt. En av de viktigste elementer som reduserer en vegs og da særlig bygaters trafikk-kapasitet er kryssingene. På grunn av disses store innflytelse blir de nå behandlet særskilt.

Det har vært offentliggjort meget lite materiale om dette emne, så det var nødvendig å foreta særlige undersøkelser. Foruten de opplysninger som komiteens medlemmer selv kunne skaffe, ble en stor mengde opplysninger gitt av de fleste stater og mange byers vegvesen. Noen byer, herunder Chicago, Philadelphia, Milwaukee og Washington avga flere mann som samlet opplysninger i en utstrekning som aldri før har vært forsøkt. Alle disse resultater ble bearbeidet for hundrevis av kryss, og det tok mange måneders anstrengende arbeid for U. S. Bureau of Public Roads. Det vil selvfølgelig måtte ventes både tillegg og forbedringer senere, men det er lite sannsynlig at de på noe vesentlig punkt kommer til å forandre de resultater som fremlegges her.

Det er visse faktorer som har innflytelse på vegkryssenes kapasitet som vi ikke har noen data for hånden for. Særlig brysom av disse er den innflytelse som omgivelsene og trafikkforholdene har. Slike ting som de lokale trafikkregler og politiforskrifter, i hvilken grad disse påses overholdt, og i hvilken grad bilførerene er godt opplært og vel trent, hører alt til faktorer som ikke kan vurderes ut fra det hittil foreliggende materiale, men deres gjennomsnittlige virkning inngår i dette.

Meningene om hvorledes man skal uttrykke vegkryssenes trafikk-kapasitet har vært nokså delte, og denne meningsforskjell er for en del årsaken til noen av de stridigheter som har vært om dette emne. Når det kommer til stykket, består et vegkryss av et krysningsareal og et antall veger på hvilke bilene nærmer seg og forlater krysningsarealet. Trafikksignalene begrenser det antall tilkjørselsveger som kan benyttes i et gitt øyeblikk,

mens utkjørslene fra krysningsarealene som regel ikke hindres av signalene. Ved enkelte kryss hvor ikke alle vegene har ens bredde, eller hvor trafikken sinkes av et bortenforliggende signal, kan kryssets trafikk-kapasitet avhenge av utkjørselsvegene, men ellers er det kapasiteten av tilkjørselsvegene som pleier å være den avgjørende. Det hender sjelden at alle tilkjørselsvegene er fullt belastet. Sannsynligvis vil den maksimale trafikk-kapasitet oppnås når ingen av tilkjørselsvegene er fylt til trengsel. Det vil derfor passe å regne vegkryssets trafikk-kapasitet i relasjon til de enkelte tilkjørselsvegers kapasitet. Det antall biler som kan kjøre inn i et vegkryss avhenger av en mengde faktorer. Noen av disse er variable og andre mer eller mindre konstante. Det er derfor av liten nytte å kjenne antallet av kjøretøyer hvis man ikke har tilstrekkelige opplysninger om disse faktorer. Man må iallfall vite tiden og veg- eller gatebredden. Det er ikke tilstrekkelig å vite hvilken del av tiden det er vist rødt lys. Det er bare den tid som signalet har vist grønt lys som kan brukes når man skal beregne trafikk-kapasiteten, og kjenner man den, kan man lett beregne hvor mange biler pr. time grønt lys kan kjøre inn i et kryss fra en bestemt gate eller veg. Når de senere gitte verdier derfor skal benyttes, må man være nøye oppmerksom på at man ikke må regne med den tid lyset viser gult. Da vil resultatene bli misvisende. Som mål for gate- eller veg-bredden brukes kjørespor.

Da disse undersøkelser ble påbegynt, trodde man at gater som hadde et bestemt antall 2,70—3,30 m brede kjørespor ville være mer effektive enn gater som var litt smalere eller litt bredere. Da bearbeidingsresultatene begynte, viste det seg at trafikk-kapasiteten varierer nesten proporsjonalt med gatebredden målt fra bordursteinene og at det derfor er bedre å regne trafikk-kapasiteten pr. meter gate enn pr. kjørespor. Eksempelvis har en 19,5 m bred gate samme trafikk-kapasitet enten den er merket for 6 eller 8 kjørespor, mens kapasiteten pr. spor var større for de 6 brede spor enn for de 8 smale.

Ideell trafikk-kapasitet i kryss.

Foran ble anført at den ideelle trafikk-kapasitet for en veg med flere kjørespor i samme retning er 2000 personbiler pr. 3,65 m brede spor og time. Ut fra dette kunne man kanskje tro at den ideelle kapasitet for veg med trafikksignaler også skulle være 2000 personbiler pr. time fri bane, men det stemmer ikke, fordi det tar tid for vognene å starte. Erfaring har vist at det i gjennomsnitt går 2,4

sekunder mellom hver bil når en stillestående bilko begynner å kjøre igjen. Det pleier å være atskillig mer mellom de første to vogner, men så minker det gradvis ned til 2,1 sek. mellom femte og sjette. Dette svarer til 1500 personbiler pr. time, og det er faktisk den ideelle trafikk-kapasitet for veger med trafikkregulerte kryss, uttrykt i personbiler pr. kjørespor og time grønt lys, forutsatt at det minst er to kjørespor i samme retning. Hvis sporene er 3 m brede, synker tallet til 1250 personbiler pr. time frie bane og kjørespor. Med fri bane forstås da den tid trafikksignalet står på kjørt (grønt lys). Den ideelle kapasitet kan heller ikke her ventes oppnådd. Det vil alltid hende tilfeller hvor motoren stopper eller føreren er slett. Av andre hindringer som må tas i betraktning kan nevnes:

1. Parkerte biler, eller biler som skal til å parkere eller nettopp kjører ut fra parkeringsplassen.
2. Høyre- og venstresvingende vogner.
3. Tung trafikk inkl. sporvogner.
4. Fotgjengere, og
5. Dårlig vær- og føreforhold.

Den praktisk trafikk-kapasitet i et kryss er derfor betydelig mindre. Fig. 7 gir et grellt begrep om hvordan forholdene er på et sterkt trafikert

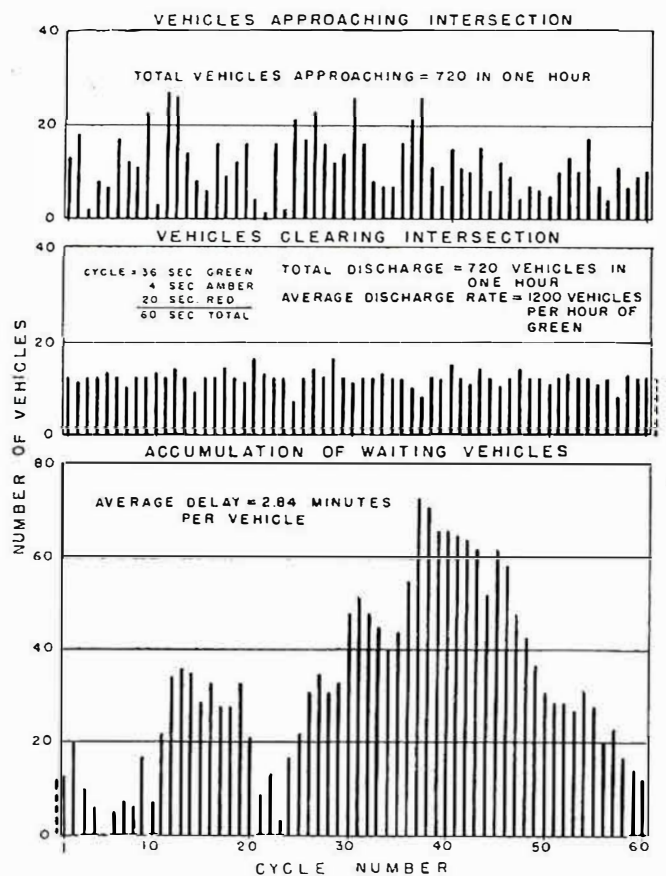


Fig. 7. Oppstuing ved rødt lys av vogner foran trafikksignal i vegkryss (vegen belastet til størst mulig trafikkvolum).

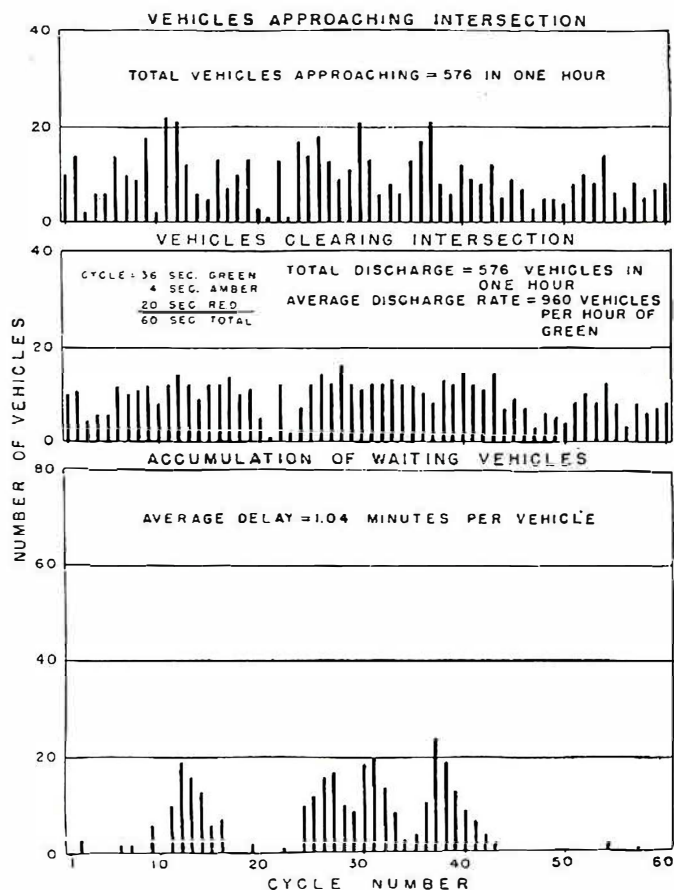


Fig. 8. Forholdene ved samme vegkryss som i fig. 7 når vegen er belastet med en trafikk svarende til den praktiske kapasitet.

landevegskryss. Som man ser har det hendt at det har vært like opptil et par og sytti vogner i kø som venter på grønt lys. Til sammenlikning viser fig. 8 det samme vegkryss når vegen er belastet med sin praktiske trafikk-kapasitet. Den gjennomsnittlige forsinkelse er da sunket fra 2,84 minutter i forrige tilfelle til 1,04 min. mens forskjellen i trafikkmengde er meget mindre, idet den i første tilfelle var 720, i det annet 576 biler pr. time og den største kø er redusert til omkring 24 biler. Det har vist seg overmåte vanskelig å finne et tilfredsstillende beregningsgrunnlag for kryssenes praktiske trafikk-kapasitet, og det har vist seg nødvendig å ta i betraktning:

1. gatebredden,
2. hvor krysset er beliggende, om det er i forretningsentrum, i de ytre distrikter eller mellomliggende distrikter,
3. om parkering er tillatt eller ikke og om det er sporvogn eller ikke.

Det hadde nok vært ønskelig å ta andre og flere faktorer i betraktning, f. eks. hvor stor del av trafikken utgjøres av tung trafikk, bussholdeplasser, venstresvingende trafikk osv., men det ville gjort beregningen altfor komplisert.

Jeg vil først hitsette en tabell over de største målte trafikkmengder av personbiler pr. 3 m gatebredde. Det gjelder for kryss med trafikksignaler uten sporvogner og med parkeringsforbud i de tilstøtende gater. Disse er belastet over sin praktiske kapasitet.

Tabell 10.

Total kjørebane bredde fra fortauskant til fortauskant	Sentrum	Mellomliggende distrikter	Ytre distrikter
9,45—14 m	717	888	703
14,3—19,5 m	740	595	638
19,8 m og over	704	538	—
<i>Gjennomsnittlig trafikkforhold</i>			
Antall fotgjengere som passerte krysset	2200	880	200
%-sats av bilene som svingte til høyre	12	11	11
%-sats av bilene som svingte til venstre	13	10	13
Av bilene utgjorde tung trafikk i %	11	10	9

Dernest kommer en tilsvarende tabell hvor det er tillatt parkering langs fortauet i de tilstøtende gater, men ellers er forholdet for tabellen uforandret.

Tabell 11. Biler pr. time grønt lys og spor à 3 m bredde over halve gatebredden (da trafikk i begge retninger er forutsatt).

Total gatebredde fra fortauskantstein til fortauskantstein	Sentrum	Mellomliggende distrikter	Ytre distrikter
9,3—13,8 m	383	435	732
14,1—19,2 m	410	475	618
19,5 m og over	400	470	—
Alle bredder	398	453	692
<i>Gjennomsnittlig trafikkforhold som ovenstående tabell bygger på.</i>			
Antall fotgjengere som passerte krysset	2700	500	200
%-sats av bilene som svingte til høyre	17	6	14
%-sats av bilene som svingte til venstre	9	8	11
Av bilene utgjorde tung trafikk i %	11	10	12

Det fremgår av disse tabeller at parkeringstilførselen minsker trafikk-kapasiteten med omkring 45 % i sentrum og 35 % i de mellomliggende distrikter, mens forskjellen er helt borte i de ytre distrikter.

Tabell 12 gir de gjennomsnittlige tall for trafikk-kapasiteten i et sentrumsgatekryss, hvor det er to sporvognslinjer og en ●y for holdeplass, men ikke tillatt parkering:

Tabell 12.

Gatebredde		Biler pr. time grønt lys pr. 3 m brede kjørebane	
Fra fortauskant til fortauskant m	Fra fortauskant til kanten av holdeplass-trafikkoen m	Regnet for gatens totale bredde mellom fortauskantene	Regnet for den frie bredde mellom fortauskanten og trafikkoen
17,4	4,2	408	857
19,2	5,1	403	760
21	6	385	685
27	9	383	575

Tung trafikk minsker trafikk-kapasiteten i gatekryss fordi den akselererer langsommere og trenger mer plass. I gjennomsnitt kan man regne at et tungt kjøretøy = to personbiler når det gjelder trafikk-kapasiteten i gatekryss. Skal lastebilene svinge inn i sidegater, gjelder ikke dette forhold.

Buss-stoppesteder.

For gatekryss med trafikksignallys som er opptil 18 m brede mellom fortauskantene, gjelder det

1. for gater i sentrum og de mellomliggende distrikter hvor parkering er tillatt, unntatt ved buss-stoppesteder, er trafikk-kapasiteten 12 % større enn for gater uten buss-stoppested men med fri parkering.

2. for gater i sentrum og de mellomliggende distrikter hvor parkering er forbudt har de gater som har buss-stoppesteder før innkjørslen til krysset 15 % større trafikk-kapasitet enn om det ikke hadde vært buss-stoppested.

Stopper bussen først etterat krysset er passert, er de tilsvarende tall 8 % i sentrum og 20 % for de mellomliggende distrikter. Det fremgår herav at buss-stoppestedene sjenerer trafikken mindre enn parkeringstillatelsene, og videre at i sentrum bør buss-stoppestedene ligge etterat krysset er passert, ikke før man når det. Det er ikke tilstrekkelige data enda til å kunne uttale noe nærmere om hvordan forholdet er for gater som er over 18 m brede mellom fortauskantene. De foregående verdier gjelder bare for alminnelige gatekryss og er forholdene ualminnelige, kan det ha stor innflytelse på trafikk-kapasiteten. En meget viktig faktor er således antall busser. Undersøkelser under buss-streiker synes å vise at en buss ekvivalerer 3—5 personbiler i krysset. Er det mange busser, reduserer de gatens trafikk-kapasitet minst med et spor à 3,65 m bredde.

Svinger i gatekryss.

Disses innflytelse på trafikk-kapasiteten avhenger av mange faktorer som gatekryssets utforming, antall fotgjengere, trafikkens størrelse osv. På landevegene kan man i stor grad oppheve de svingende bilers innflytelse ved eget trafikkspor for de som skal til venstre hvor disse kan vente inntil passasjen blir fri. Under ugunstige forhold kan de svingende biler minske kryssets praktiske trafikk-kapasitet med 50 % eller mer. Tilnærmet kan man regne at for hver pst. av trafikken som svinger til høyre minskes trafikk-kapasiteten med $\frac{1}{2}$ % og for hver pst. av bilene som svinger til venstre med 1 %. Disse tall gjelder bare hvor det ikke er særskilte lyssignaler for venstresvingende og bare når de svingende biler utgjør maks. 30 % av hele trafikken. Kommer man over dette tall, minskes ikke trafikk-kapasiteten ytterligere.

Trafikksignalenes art synes ikke å ha noen vesentlig innflytelse på trafikk-kapasiteten.

I originalartiklen er det også gitt utførlige data for trafikkforholdene i gatekryss, men her henvises til den originale kilde side 245—250, idet det formodes at disse har mindre betydning for Statens vegvesen.

Det samme gjelder bl. a. avsnittet „Weaving Sections” side 257—261 og 7. avsnitt „Ramps and their Terminals” side 262—267.

Av stor interesse er imidlertid 8. avsnitt som omhandler forholdet mellom trafikken pr. time til maksimaltrafikken — til den gjennomsnittlige trafikk pr. år.

Hittil har all trafikk-kapasitet vært regnet i biler pr. time. Dette grunnlag ble valgt av komiteen fordi trafikktrengsel og stor trafikk i det hele tatt i alminnelighet bare varer ganske kort tid. En time har hittil vært den korteste tid som har vært brukt ved trafikkteLLinger, skjønt komiteen er oppmerksom på at det under særlige forhold kan være ønskelig å avlese tellingene med enda kortere mellomrom. Når man imidlertid skal bruke de foran oppgitte trafikk-kapasiteter pr. time i praksis, vil man ofte finne at man ikke vet hvor stor trafikken er pr. time. Ofte vet man bare hva den har vært ved enkelte 24-timers tellinger, eller kanskje bare tellinger for kortere tid. Selvom tellingene er relativt billige med de moderne telleapparater som brukes i U.S.A. er det ofte nødvendig å måtte nøye seg med meget gamle data når det gjelder trafikens størrelse. Det er derfor av særlig betydning å ha nærmere kjennskap til hvordan trafikken fordeles seg i løpet av døgnet og året. Den mest alminnelig brukte målestokk er den gjennomsnitt-

lige trafikk pr. dag i løpet av et år (Annual average volum).

Undersøkelser av 48 utvalgte tellingssteder i 45 forskjellige stater viser at gjennomsnittlig var trafikken 160 dager om året større og 205 dager om året mindre enn gjennomsnittet. Forholdene varierte meget sterkt. Den var over det gjennomsnittlige i så få som 70 dager noen steder og andre steder var den over gjennomsnittet i hele 228 dager i et år. Det fremgår herav at det nytter ikke å planlegge en veg etter den gjennomsnittlige trafikkmengde om året, for da ville det være trengsel altfor ofte. At man ikke har tatt hensyn til disse store variasjoner er en av hovedårsakene til at det tidligere har vært så vanskelig å bli enig om vegens virkelige trafikk-kapasitet. Hvis en veg virkelig skal tilfredsstille trafikkbehovet, må den ta hensyn til de korte, men stadig gjentatte trafikklommer i rush-tiden, vanligvis om morgenen til byen og etter arbeidstidens slutt fra byen, for norske veger: lørdag ettermiddag fra byen og søndag aften til byen.

På den annen side er det hverken økonomisk eller fornuftig å gjøre vegen tilstrekkelig for en trafikk som bare hender et par ganger i løpet av året, fotballfinale eller landskamp f. eks.

På den annen side må man selvfølgelig ta hensyn til at når vegen er ferdigbygd, vil det gå et ganske betydelig antall år før det er midler disponible eventuelt til utvidelser eller forbedringer, og man må derfor regne med trafikkøkningen i denne tid.

På det området synes det kanskje enda grovere her hjemme.

Hvis man teller trafikken hver time gjennom et helt år, kan man vise trafikkfordelingene grafisk og på den måte både få en glimrende oversikt og en utmerket hjelp til å bestemme den trafikk-kapasitet vegen må dimensjoneres for. Tabell 13 gir et eksempel på en slik anvendelse av tellingsresultatene.

Tellingen gjelder NB søn- og helligdager som hverdager for det er ingen god grunn for at det ikke skal være like nødvendig å sørge for søn- og helligdagstrafikken som for hverdagstrafikken.

Som man ser er det meget stor forskjell på veg A og veg B, og den siste må bygges for en betydelig større kapasitet enn den første.

På veg A vil bare 1 % av den samlede trafikk oppleve en trafikk større enn 500 biler pr. døgn, mens på veg B er det over 20 % og 8 % eller omtrent 80 000 biler om året opplever en trafikk tetthet på 800 eller flere biler pr. time. Forat vegene skal være likeverdige må veg B ha dobbelt så stor trafikk-kapasitet som veg A og da vil i begge tilfelle vegen være overbelastet omtrent 30 timer om året, og omtrent 3 % av samtlige biler vil bli plaget av trafikktrengsel.

For imidlertid å komme saken noe nærmere, har komiteen analysert trafikktegninger på 171 tellingssteder i 48 stater. Resultatet foreligger i sammendrag i tabell 14 For detaljer, se kilden side 269—272.

Gjennomsnittlige trafikkvariasjoner på hovedveger utenfor byene.

Tellingen er fra før siste krig.

Tabell 13.

Trafikkfordeling på to landeveger som hver hadde en gjennomsnittlig trafikk pr. dag på 3000 biler.

Trafikk pr. time	Veg A			Veg B	
	%-sats av den gjennomsnittlige daglige trafikkmengde	Antall timer hvor trafikken var lik eller større	%-tall av samtlige biler som brukte vegen når trafikken var lik eller større	Antall timer hvor trafikken var lik eller større	%-tall av samtlige biler som brukte vegen når trafikken var lik eller større
3000	100,0	0	0	0	0
1300	43,3	0	0	0	0
1200	40,0	0	0	6	0,69
1100	36,7	0	0	15	1,64
1000	33,3	0	0	29	2,99
900	30,0	0	0	62	5,88
800	26,6	0	0	100	8,50
700	23,3	1	0,06	153	12,43
600	20,0	5	0,30	206	15,63
500	16,7	20	1,01	298	20,24
400	13,3	110	4,60	430	25,67
300	10,0	360	12,29	727	35,15
200	6,7	1366	34,14	1388	50,05
100	3,3	5270	84,21	3510	78,43
0	0	8760	100,00	8760	100,00

Tabell 14.

Telleområde	Antall tellesteder	Trafikkmengde pr. døgn			Trafikken pr. time uttrykt i % av den gjennomsnittlige trafikk pr. døgn				
		Gj.snitt for året Kjøretøyer	I % av gj.snittet		For maksimum	10. største	20. største	30. største	40. største
			Største trafikk pr. døgn	10. største trafikk pr. døgn					
New England	17	3 657	316,9	214,9	34,5	25,6	23,1	21,7	19,6
Middle Atlantic	10	13 884	241,4	190,2	21,9	17,2	16,0	15,2	14,2
<i>South Atlantic:</i>									
North portion	11	4 349	207,2	166,4	20,1	16,6	15,5	14,8	13,8
South portion	12	2 595	161,8	135,1	18,3	14,3	13,3	12,7	11,9
East-North Central	22	2 864	263,7	200,0	29,0	19,6	17,8	16,6	15,3
West North Central	20	2 017	250,6	178,5	29,4	18,9	16,7	15,7	14,4
East South Central	12	2 420	187,2	151,9	23,7	17,6	16,3	15,6	14,3
West South Central	14	3 108	177,6	140,8	17,7	13,9	12,9	12,3	11,5
Mountain	36	1 940	216,1	165,9	23,7	16,0	14,6	13,9	12,8
Pacific ¹	13	2 975	220,5	167,4	24,1	16,7	15,0	14,2	13,1
Total	167	3 370	228,9	172,6	24,9	17,8	16,2	15,3	14,1

¹ Inkluderer ikke fire stasjoner i California hvor trafikken er høyst sesongmessig og ikke representerer de fleste veger i staten.

Diagrammet fig. 9 viser forholdet mellom maksimumstrafikken og den gjennomsnittlige årlige trafikk for de omhandlede 171 tellingssteder på landeveger utenfor byene. Som man ser av kurvene, er den største trafikk i en time gjennomsnittlig

25 % av vedkommende vegs trafikk pr. døgn. I 15 % av tilfellene var den så høy som 32 %, og i andre 15 % var den så langt nede som 16 %. Dette er de absolutte maksima. Hvis man derimot vil tillate f. eks. trafikktrengsel i 20 av årets 8760

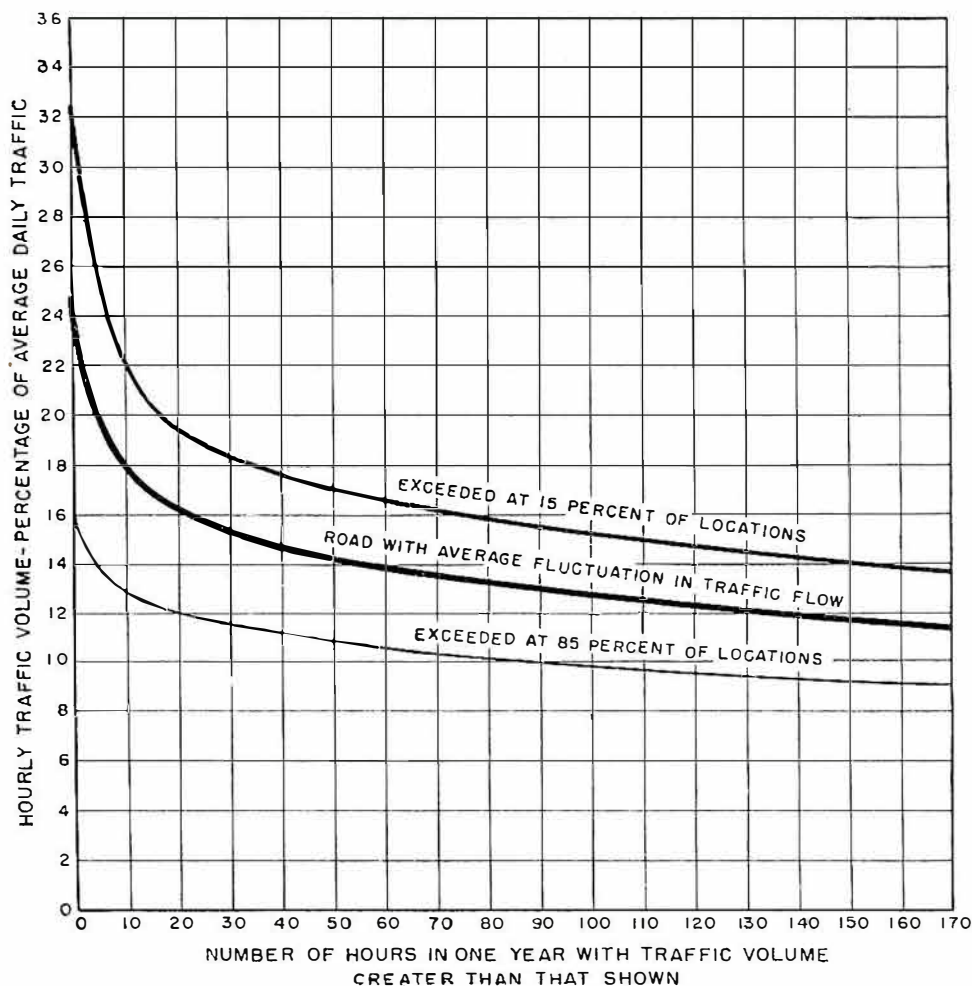


Fig. 9. Forholdet mellom maksimumstrafikken og den gjennomsnittlige årlige trafikk for 171 tellingssteder på landeveger.

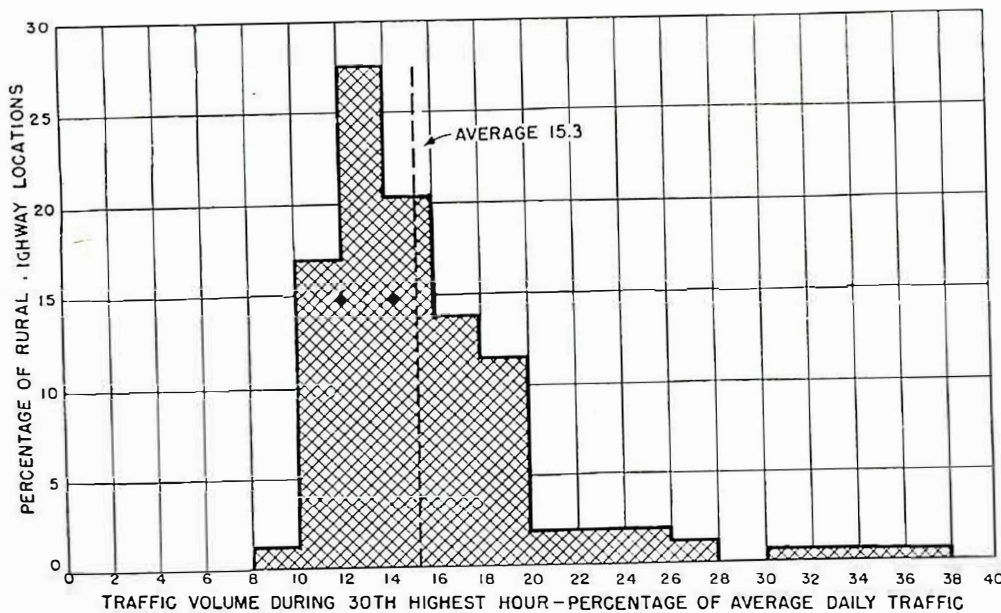


Fig. 10. Trafikken i årets 30. travleste time i prosent av den gjennomsnittlige trafikk pr. døgn for alle de 171 foran omtalte tellingssteder.

timer, er tallene resp. 16,3, 19,4 og 12,0 %. Man ser altså at den største trafikk bare forekommer noen få timer om året.

Komiteen er kommet til det resultat at man ikke bør dimensjonere veger for større trafikk enn som svarer til trengsel i 30 timer om året, dvs. 0,34 % av årets timer, eller 0,685 % av årets 12 dagtimer. Dette er det sted på kurven hvor vinkelforandringen er størst. De tilsvarende tall for trengsel i 30 timer i året er 15,2, 18,5 og 11,4 %. I mange tilfelle kan man også bruke den 50. time; da er de tidligere omtalte tall 14,3, 17,0 og 9,9 %.

Men man må ikke glemme at trafikken vokser med årene mens vegen ikke blir bredere.

Komiteen avslutter med følgende uttalelse:

Dimensjonering av vegene for den 30. største timetrafikk er i alminnelighet en pålitelig målestokk for vegens nødvendig trafikk-kapasitet, og man bør ikke i noe tilfelle gå under den 50. Det kan imidlertid være mange spesielle forhold hvor det kan være riktig å bruke andre tall, men da en trafikk telling koster så lite med de moderne hjelpemidler, bør man foreta fullstendige tellinger et helt år før man bestemmer seg definitivt.

Fig. 10 viser trafikken i den 30. største time uttrykt i pst. av den gjennomsnittlige trafikk pr. døgn for alle de 171 tellingssteder. Ved bedømmelsen av disse forhold må man aldri glemme at trafikken normalt stiger med årene. Hvis man allerede i dag har delvis trengsel i 30 timer av året og trafikken øker med 20 % i løpet av 10 år,

vil de 30 timer om året stige til 100 timer etter 10 års forløp.

Man begynner å få en del resultater for tellinger i byene. De er ikke tallrike nok enda til å gi pålitelige data, men det fremgår at den maksimale trafikk ikke er så stor i forhold til den gjennomsnittlige som på landet, og det skyldes ofte at bygatene allerede mange steder er belastet til sin ytterste grense, kanskje i hundrevis av timer om året. Det er derfor nødvendig å telle i byene.

Ved bedømmelsen av disse forhold må man ikke glemme å ta i betraktning at trafikken aldri er like stor i begge retninger. Hvis man ikke har nærmere data, vil man i alminnelighet kunne regne at $\frac{2}{3}$ av trafikken i rushtidene går den ene veg både på landet, i forstedene og de ytre distrikter. Jo nærmere man kommer sentrum i byene, desto mindre blir forskjellen, som somme tider i selve sentrum kan synke til 0.

I tabell 15 er det gitt noen oppgaver over hvordan trafikken er fordelt i løpet av et døgn.

På basis av disse opplysninger har jeg foretatt en del beregninger for typisk norske landevegsforhold. Det kan naturligvis være meningsforskjell om de valgte typer er de mest typiske og meningene om dette vil sikkert variere sterkt i de enkelte distrikter. De vil vel i alle tilfelle gi en viss idé om hvordan landet ligger an og det skulle i det foregående være gitt tilstrekkelige opplysninger til å kunne foreta nye beregninger hvor forholdene er vesentlig normale.

Tabell 15. Prosentvis fordeling av trafikken over et døgn.

	6—14		14—22		22—6		8—16		7—19		I løpet av de sterkeste trafikerte 8 timer som ikke er fortløpende	
	Gj.snitt	Grenseverdier	Gj.snitt	Grenseverdier								
Landeveger:												
Hovedveger	41	38—44	49	46—52	10	8—13	49	44—55	74	69—79	57	53—60
Bygdeveger	45	41—50	48	44—50	7	5—9	52	50—58	78	75—82	59	53—65
Byer:												
Washington D. C. (hverdager)												
13 tellesteder	40	38—42	47	46—50	13	10—15	41	36—47	70	65—74	52	49—60
Innover	45	40—56	43	39—46	12	9—15	44	37—51	70	64—76	53	50—62
Utover	34	38—37	52	48—60	14	11—17	38	32—43	69	63—73	53	48—60
Chicago parkveger (hverdager)												
8 tellesteder	38	34—46	48	45—49	16	12—21	44	38—49	68	61—72	55	50—61
Innover	49	35—54	39	30—44	12	9—16	55	49—60	74	67—79	58	52—63
Utover	25	15—35	56	48—62	19	13—26	33	21—45	64	55—72	58	50—65
Detroit, Mich.												
3 tellesteder	39	38—41	48	47—50	12	11—14	40	38—42	70	67—72	54	53—55
Delaware River Bridge												
Maks. hverdag	35	—	44	—	21	—	40	—	62	—	49	—
Til Philadelphia	38	—	37	—	25	—	41	—	59	—	49	—
Til Camden	31	—	51	—	18	—	39	—	65	—	55	—
Maks. søndag	26	—	46	—	28	—	32	—	50	—	52	—
Til Philadelphia	9	—	55	—	36	—	14	—	32	—	72	—
Til Camden	37	—	35	—	18	—	54	—	71	—	54	—
New York City bruer og tunneler												
Hverdager	—	—	—	—	—	—	—	—	71	—	—	—
Lørdager	—	—	—	—	—	—	—	—	67	—	—	—
Søndager	—	—	—	—	—	—	—	—	64	—	—	—

Tabell 16. Vegbreddens (kjørebanens) og sideklaringenes innflytelse på vegenes trafikk-kapasitet i % av en 7,30 m veg uten sidehindringer.

Avstand fra kjørebanen til nærmeste hindring	Hindring bare på den ene side							Hindringer på begge sider						
	2 × 6,50	7,00	6,50	6,00	5,50	5,00	4,50	2 × 6,50	7,00	6,50	6,00	5,50	5,00	4,50
1,80	96	91,5	83	75,5	70	65,5	61,5	96	91,5	83	75,5	70	65,5	61,5
1,20	95	88	79,5	73	68	63,5	59,5	94	84,5	76	70	65	61	57,5
0,75	93	84	76	70	65	61	57,2	91,5	76,5	69	64	59	55	52
0,50	91	82,3	74,3	68,3	63,3	59,3	55,5	89	72,5	66	61	56	52	49
Total 0,00 ...	85,5	77,5	70	65	60+	56,5	53	77,5	64	58	53	49	45,5	42,5

Tabell 17.

Den tunge trafikkens innflytelse — % reduksjon

Trasseens innflytelse på den praktiske trafikk-kapasitet

Endel tung trafikk i % av den samlede	10	20	30	Praktisk kapasitet 7,30 m bred veg uten hindring Personbiler pr. time	1500	1200	900		
Flatt terreng ...	87	77	69	Forbikjørings lengde = 450 = i % av veglengden i % herav	2 %	Herav			
Kupert terreng ..	71	55	45,5						
Fjellterreng	52,5	36	27						
						0 %	100	100	100
						20 %	96,5	96	95,5
						40 %	91	90	89
				60 %	83	81,5	80		
				80 %	73	71	69		
				100 %	60	57,5	55		
				Hurtigste gjennomsnittsfart km/timr	50	56	64		

For tomme store lastebilers vedkommende er innflytelsen vesentlig mindre, skjønnsmessig tredjedelen.

Tabell 18. Største praktiske vegkapasiteter i biler pr time.
Tung trafikk 10% største gjennomsnittsfart personbiler 50 km/time.

Vegbredde			m	2 × 6,50	7,00	6,50	6,00	5,50	5,00	4,50
Hindringer på siden, ikke nærmere enn m		Forbikjøring mulig over % av veglengden								
Venstre side	Høyre side									
<i>Flatt terreng</i>										
1,80	1,80	80	—	—	1150	1045	950	880	825	775
0,75	1,80		—	—	1050	955	880	815	765	720
0,75	0,75		—	—	960	870	800	740	690	650
1,80	1,80	40	—	—	990	900	815	755	710	665
0,75	1,80		—	—	910	820	755	700	660	620
0,75	0,75		—	—	825	745	690	640	595	560
<i>Kupert terreng.</i>										
1,80	1,80	60	—	—	885	805	730	680	635	595
1,20	1,20		—	—	820	735	680	630	590	555
1,80	0,75		—	—	800	735	680	630	590	550
0,75	0,75		—	—	740	670	620	570	530	500
1,80	1,20	20	—	—	685	620	565	530	493	462
1,80	0,75		—	—	650	590	545	505	473	444
1,20	0,75		—	—	625	560	520	481	450	425
0,75	0,75		—	—	595	535	497	458	427	404
0,75	0,50		—	—	580	525	485	447	415	398
0,75	0,50	0	—	—	476	431	400	367	342	322
0,50	0,50		—	—	463	421	390	357	332	313
<i>Lange stigninger, fjellterreng (ikke viddene).</i>										
1,80	0,75	40	—	—	550	496	457	425	398	373
1,20	0,75		—	—	525	473	437	405	379	358
0,75	0,75		—	—	500	451	418	385	359	340
0,75	0,50		—	—	486	441	408	376	349	330
0,50	0,50		—	—	474	431	398	366	340	320
1,80	0,75	20	—	—	483	437	402	374	351	329
1,20	0,75		—	—	463	417	385	356	333	315
0,75	0,75		—	—	440	397	368	339	316	299
0,75	0,50		—	—	428	388	359	331	308	290
0,50	0,50		—	—	417	379	351	322	299	282
1,80	0,75	0	—	—	396	359	330	307	288	270
1,20	0,75		—	—	380	342	316	293	274	258
0,75	0,75		—	—	361	326	302	278	260	245
0,75	0,50		—	—	351	318	295	271	252	238
0,50	0,50		—	—	342	311	288	264	245	231
0,00	0,00		—	—	302	274	250	231	215	200

All regning med regnestav.

For de smaleste vegene 4,50, 5,00 og i noen grad 5,50 m er tallene som bygger på grafisk tilnærmet forlengelse av kurvene for kjente data mindre pålitelige og er for 4,50 m sikkert for høye. De forutsetter ennvidere reduserte bredder for tungtrafikkens biler – maks. 200 for 4,50 m veg, og selv da betyr tungtrafikken større kapasitetsreduksjon enn ovenfor forutsatt.

Ønskes større hurtigste gjennomsnittsfart reduseres trafikk-kapasiteten tilnærmet med 20 % for 56 km/time og 40 % for 64 km/time.

I lange stigninger med dårlig sikt er det mulig at de ovenfor anførte tall er mindre pålitelige for 50 km/time og kanskje ligger noe høyere.

Bløte eller løse vegkanter reduserer trafikk-kapasiteten betydelig, spesielt tungtrafikkens innflytelse.

LENGDEN AV OFFENTLIGE VEGER I NORGE

PR. 30. JUNI 1950,

FYLKESVIS FORDELT

Fylke	A Riks- veger km	B Fylkes- veger km	C=A+B Hoved- veger km	D Herreds- veger km	E=C+D Samlet veglengde km
Østfold	546,7	323,4	870,1	1 146,0	2 016,1
Akershus	638,3	384,7	1 023,0	1 083,1	2 106,1
Hedmark	1 304,5	277,7	1 582,2	2 491,6	4 073,8
Oppland	1 296,5	283,2	1 579,7	1 219,7	2 799,4
Buskerud	842,4	165,7	1 008,1	1 036,5	2 044,6
Vestfold	409,2 ¹	385,4	794,6	528,6	1 323,2
Telemark	862,9	225,0	1 087,9	1 179,3	2 267,2
Aust-Agder ...	660,7	235,0	895,7	936,2	1 831,9
Vest-Agder	550,8	617,6	1 168,4	1 193,1	2 361,5
Rogaland	653,9	283,4	937,3	1 598,9	2 536,2
Hordaland	891,3	394,1	1 285,4	1 719,7	3 005,1
Sogn og Fjord. .	950,3	258,8	1 209,1	1 074,2	2 283,3
Møre og Romsd..	1 061,6	502,5	1 564,1	2 316,0	3 880,1
Sør-Trøndelag ..	779,3	237,6	1 016,9	1 422,2	2 439,1
Nord-Trøndelag.	1 056,6	125,3	1 181,9	1 837,8	3 019,7
Nordland	1 343,0	665,8	2 008,8	1 102,9	3 111,7
Troms	952,3	296,4	1 248,7	733,0	1 981,7
Finnmark	1 128,3	213,5	1 341,8	250,0	1 591,8
Hele landet	15 928,6	5 875,1	21 803,7	22 868,8	44 672,5
Hele landet pr. 30. juni 1949..	15 919,4	5 659,2	21 578,6	22 679,0	44 257,6

¹ Nedgangen i lengden av riksvegene i Vestfold fra foregående år skyldes omklassifisering.

Konkurransen om emblem for Statens Vegvesen

Statens Vegvesen ønsker forslag til et i sort og hvitt tegnet emblem som fortrinnsvis kan brukes til alle vegvesenets formål som f. eks. brevhode, merke på vegvesenets biler og materiell, merke i vegvokterluer m. m., i likhet med statsbanenes vingede hjul o. l. Emblemet må kunne nyttes så vel av vegvesenets sentraladministrasjon som Statens Vegvesen i fylkene.

Det mottas også forslag til emblem som bare egner seg for bruk i begrenset utstrekning, f. eks. på vegvesenets materiell, eventuelt som en variant av et fellesmerke. Emblemet bør egne seg for bruk som silketrykk og til svimerke på tre. Forslaget bør tegnes i en størrelse av 15—20 cm og bør egne seg for nedfotografering til liten størrelse.

Det er satt opp en 1. premie på kr. 1000,—, en 2. premie på kr. 500,— og en 3. premie på kr. 300,—. Det tas forbehold om rett til innkjøp av ikke premierte utkast til en pris av kr. 250,— pr. stk. Bedømmelsen vil bli foretatt av en komité bestående av en representant for Tegneforbundet og to representanter oppnevnt av Vegdirektøren.

Forslag må være framkommet til Vegdirektøren, Schwensensgate 6, Oslo, innen 10. november 1950 kl. 12,00 i forseglet konvolutt merket «vegemblem». Utkastet merkes med motto og vedheftes lukket navnekonvolutt.

Oslo, den 11. september 1950.

Vegdirektøren.

Oversvømmet veg

Bildet viser en situasjon fra 1948 da riksveg 40, Sørlandske Hovedveg ved Tredal i Sør-Audnedal, ble satt under vann 4.—5. september på grunn av en flom som var usedvanlig stor i de mindre vassdrag i distriktet.



Flommen sto en tid 90 cm over vegbanen. Vegen er nå løftet her.

For å holde trafikken gående, plaserte vegvesenet en lastebil på hver side av flompartiet. Med robåt ble tau rodd over så bilene kunne taues gjennom vannet.

Oljepåfyllingsrøret ble tettet igjen, og da motoren var slått av, ble vannet ikke sprutet utover tenningsanlegget. Bilene startet greit igjen etter dukkert.

J. B. I.

Fundamenteringens betydning for et godt dekke

Rett som det er møter vegbyggerne bløt grunn av mange slags. Det kan være myr, kvikksand, vannholdig leire, osv. I gamle dager gikk man helst utenom, men med den økte biltrafikk, er den økonomiske betydning av korte veger med færrest og slakkest mulige kurver til lagt stadig større vekt. Den sikreste måte å komme fram på er utvilsomt å grave bort massen og erstatte den med solid jordsmonn. En annen måte er å fylle god masse oppå og så sprengre under fyllingen, hvorved det kan lykkes å senke den gode masse ned på fast bunn. Den tredje utvei er å drenere massen og i svært mange tilfelle blir den bløte grunn fullt tilfredsstillende fundament når den blir tilstrekkelig tørket.

Ved byggingen av Stockholms nye flyplass for oversjøisk trafikk, bruker man som bekjent vertikale drenstrimler av papp som nedrammes med en praktisk talt automatisk maskin.

Ved den bilstamveg som nå bygges gjennom New Jersey, har man oppnådd det samme på en annen måte. Her var bløt grunn opptil 27 m under overflaten. Kontraktøren Geo. M. Brewster & Son, Inc., Bogota, N. J. borrar med 35 cm jordborr hull med 3 meters avstand inntil fast bunn nås. Jordborret er hult og fylles med grov sand som komprimeres sterkt, hvorpå det hule borrar trekkes opp. Borret rammes ned med rambukk og sandkjernene virker senere som drensrør.

Det tar mellom 3—12 måneder før byggegrunnen blir tilfredsstillende bæredyktig. (Excavating Engineer, juni 1949, s. 18 f. f.)

O. K.

Amerikansk betongbru

I Engineering News-Record for 10. juni 1948 er beskrevet en original bjelkebru av armert betong som ble tatt i bruk i begynnelsen av 1948 i California. Den fører skrått over en elv i et trangt dalføre i nærheten av San Francisco. Brua er 305 m lang og har bare en enkel bærebjelke med en søylerad i avstand fra 16 til 25 m. Bjelken er utformet med kassetvernsnitt som har en høyde av 2,75 m og en bredde på 1,83 m med veggtykkelse ca. 30 cm i feltene og 70 cm over søylene. Dekket har to 4 m brede kjørebane og to sidekanter av ca. 1 m bredde og krager på begge sider ut over bærebjelken. Brua ligger i kurve med radius 225 over halve lengden og med overhøyde i kurven på 11 %.

Brua ble bygd av entreprenør og brutypen ble valgt fordi den bød på laveste anbudssum som var 300 000 dollar for selve brua og 150 000 dollar for tilstøtende veg. Omgjort til pris pr. m² brubane kommer en til det forholdsvis lave beløp av kr. 550,— pr. m². I. R.

Litteratur

Th. Tharaldsen: *Brannkjemi*. Håndbok i brann- og eksplosjonsfarlige stoffers egenskaper og behandling. Dreyers Forlag. 218 sider. Kr. 15,— innbundet.

Brann- og eksplosjonsfarlige stoffer kan, når de behandles uforstandig og feilaktig, bevirke store skader på liv og eieendom, og det er derfor påkrevd at alle som på en eller annen måte har med slike stoffer å gjøre er fullt klar over deres karakteristiske egenskaper og hvilke forholdsregler av sikkerhetsmessig hensyn må tas.

Vi har hittil savnet en samlet redegjørelse angående de brann- og eksplosjonsfarlige stoffers egenskaper, men nå foreligger en håndbok «Brannkjemi» av artillerikaptein Th. Tharaldsen, tidligere Statens sprengstoffinspektør som døde for kort tid siden. I denne bok beskrives de stoffer og varer som har praktisk betydning i brannkjemisk henseende. Dessuten er det også tatt med eksempler på hvordan feilaktig behandling kan lede til ulykker og store skader. Fremstillingen er enkel og klar og kan tilegnes av alle som har litt kjennskap til kjemiske grunnsetninger.

Innledningsvis forklares de alminnelige uttrykk i forbindelse med brann, slukning av brann og eksplosjon. Deretter omhandles de faste, flytende og gassformige stoffer. For hvert stoff angis de karakteristiske data, for så vidt angår deres brannfarlighet, såsom spesifikk vekt, kokepunkt, flammepunkt og dampens eksplosjonsområde.

Boken er meget vel egnet som lærebok ved utdanning av brannbefal og politiets brannetterforskere, og som oppslagsbok for forsikringsselskaperes funksjonærer, by- og kommuneingeniører og for øvrig for alle som under sitt virke har ansvar for behandling av brann- og eksplosjonsfarlige stoffer. Boken vil sikkert vise seg som et nyttig og effektivt virkemiddel, når det gjelder å spre opplysning om brannårsaker m. v. og sikre at ikke skader og ulykker voldes.

A. R.

Arne Neegård: *Håndbok for bygningsingeniører*. Første bind utkom i 1947 og ble anmeldt i «Meddelelser fra Vegdirektøren» nr. 7, 1947.

Når det gjelder annet bind som er kommet nå kan en i store trekk holde seg til det som ble sagt i anmeldelsen av første bind. Annet bind inneholder: Tre, Fundamentering, Murverk o. a. — Overflatebehandling samt diverse.

Når bortses fra trykfeil m. v. som kan rettes i senere opplag, må boka sis å være en hendig orienteringsbok for ingeniører og teknikere som arbeider i bygningsfaget hva enten det nå gjelder arbeid på kontoret eller byggeplassen, men den må brukes med kritikk.

Det refereres i boka utdrag av en rekke forskrifter og det

har da naturligvis ikke vært mulig å få med alt slik at en i hvert enkelt tilfelle får fullstendig orientering. I så tilfelle må en søke videre og det er da tatt med henvisninger til litteratur og forskrifter.

R. I.

Dansk Vejtidskrift nr. 8, 1950.

Innhold: U. S. A.s vejevæsen. Af amtsvejsinspektør K. P. Danø. — Forskud på andel i motorafgifterne. — Den bornholmske stenindustri. Af H. E. Madsen, formand for Stenindustriens Arbejdsgiverforening på Bornholm. — Gummihjulstrømle til jordkomprimering. Af amtsvejsinspektør K. P. Danø. — Ved vej og sti. Af havearkitekt Johannes Tholle.

Personalia

Ansettelse i vegvesenet.

Som overingeniør av kl. II ved vegavdelingen i Vegdirektoratet er fra 1. september 1950 ansatt tidligere avd.ing. I i Oppland fylke Christen Lomsdal.

Hr. Lomsdal som er uteksaminert fra N. T. H. i 1921 kom inn i vegvesenet som ekstraingeniør samme år, ble fast ansatt som assistentingeniør i Aust-Agder i 1923 og har fra 1929 vært ansatt som assistentingeniør og senere avd.ing. av kl. B og A og som avd.ing. I i Oppland fylke til han tiltrådte stillingen som overing. II i Vegdirektoratet.

Ved vegadministrasjonen i Sør-Trøndelag fylke er Asbjørn Sundø ansatt som ingeniør av kl. I. I en tilsvarende stilling i Nord-Trøndelag fylke er ansatt Tormod Nordmark.

Ved bilkontrollen i Bergen er midlertidig kontorist frk. Aud Davidsen ansatt som kontorist av kl. I.

Ved bilkontrollen i Trondheim er Reidun Hage ansatt som kontorist av kl. II.

Nummererte rundskriv 1950

Nr. 40. 14. juli 1950 til vegsjefene ang. bygningers avstand fra veg. Veglovens §§ 36 og 39.

Nr. 41. 14. juli 1950 til vegsjefene ang. lagmannsrettssak: Jacobine Haakonsen mot Lillehammer kommune og staten, ved Samferdselsdepartementet.

Nr. 42. 15. juli 1950 til vegsjefene ang. varselskilter, forbudsskilter, forkjørsvegskilter m. v.

Nr. 43. 15. juli 1950 til vegsjefene ang. oppmerking av vegene. Orienteringstavler.

Nr. 44. 19. juli 1950 til vegsjefene ang. prøvetaking fra asfaltdekker.

Nr. 45. 22. juli 1950 til fylkesmenn ang. vegoppsynsmennenes kostgodtgjørelse på tjenestereiser.

Nr. 45. 27. juli 1950 til vegsjefene ang. nedleggelse av Forsynings- og gjenreisningsdepartementet.

Nr. 47. 28. juli 1950 til vegsjefene ang. lønn under militærtjeneste og heimevernstjeneste for sesongarbeidere i statens tjeneste.

Nr. 48. 18. august 1950 til vegsjefene ang. grustak langs off. vegger. Jordvern.

Nr. 49. 19. august 1950 til vegsjefene ang. Amin, et kleberbedrende middel for asfalt.

Nr. 50. 26. august 1950 til vegsjefene ang. provisoriske rekkverk av tre.

Nr. 51. 29. august 1950 til vegsjefene ang. riksveggenes vedlikehold.

Nr. 52. 29. august 1950 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. ferie i statstjenesten, feriegodtgjørelse.

Nr. 53. 4. september 1950 til vegsjefene ang. rapport for maskinplanering.

Nr. 54. 11. september 1950 til fylkesmenn og vegsjefer ang. forslag om opprykk for kontorpersonelet m. v.

Nr. 55. 11. september 1950 til vegsjefene ang. snøbrøyting 1950—51.

UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSLO

Abonnementspris: kr. 10,00 pr. år. — Annonsepris: 1/1 side kr. 120,—, 1/2 side kr. 65,—, 1/4 side kr. 35,—.

Ekspedisjon: Ingeniørenes Hus. Telefoner: 42 00 93, 42 34 65.