

NORSK VEGTIDSSKRIFT

1965

MED FEMÅRSOVERSIKT FOR
1961—1965

OSLO

UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD

Rekkverk

Sivilingeniør Sven B. Urving

Transportøkonomisk institutt

DK 625.738

Tidsmessige veger skal bygges for relativt høye hastigheter og med høy trafikksikkerhetsmessig standard. Dette fører bl. a. til at vegingeniørene må sørge for bedre beskyttelse for trafikantene. En mer utstrakt bruk av rekkverk langs vegen er en konsekvens av dette. Statistikken for vegtrafikkulykker i 1961 viser at utforkjøringer representerer 8—9 % av alle trafikkulykker. Tallet på drepte og skadede personer i disse ulykkene er nesten 12 % av det totale antall drepte og skadede. Tar man med «kollisjoner med fast gjenstand» er de relative tall henholdsvis 11 og 16 %.

Nye rekkverk-typer av forskjellig kvalitet, styrke og materiale tilbys vegmyndighetene, og det har etterhvert oppstått et behov, hos produsentene såvel som vegbyggerne, for en viss standardisering av rekkverk-typene. For vegmyndighetene ville det enkleste være å foreskrive at et rekkverk skal kunne stanse eller avvise et kjøretøy av en viss type som kolliderer med rekkverket under en angrepsvinkel α og med en hastighet v . Produsentene kunne pålegges å foreta de nødvendige praktiske forsøk for å påvise at rekkverket holder mål. Etter dette kunne produsentene konkurrere i pris og estetisk utforming av rekkverket. Det er imidlertid lite trolig at noen er tjent med en slik løsning. Rekkverk-kostnadene blir høye, og man vil få en mengde ulike rekkverk-typer langs ellers likeverdige veger. En praktisk løsning på standardiseringsproblemet er å angi faste typer av rekkverk. Man oppnår derved den ensartethet som er ønskelig langs vegene, og for vegmyndighetene forenkles problemene med anskaffelsen betydelig. Enkelte produsenter vil i en overgangsperiode muligens få problemer ved en slik løsning, men burde i det lange løp være tjent med at vegmyndighetene angir de rekkverk-typer som ønskes.

I utlandet er det til nå lagt ned et betydelig arbeid med å finne frem til hensiktsmessige rekkverk-typer, og det har etterhvert etablert seg visse regler for utforming og oppsetting av rekkverk. Det foreligger også mange forskningsresultater som kan

benyttes i vurderinger av hvilken rekkverk-type som bør anvendes i en gitt situasjon.

I Norge er det hittil stort sett brukt trekkverk av ulike typer og betongrekkverk, enten støpt på stedet eller satt sammen av prefabrikerte lameller. I de siste årene er også stålrekkverk kommet til anvendelse i enkelte distrikter. Utbyggingen av vårt vegnett i årene fremover vil føre med seg et stort behov for rekkverk. Denne form for vegutstyr faller ofte meget kostbar, og det er derfor i første rekke ønskelig å finne frem til visse regler for når rekkverk skal benyttes. Det er også meget viktig å fastlegge retningslinjer for hvilken rekkverk-type som skal benyttes i en gitt situasjon.

Rekkverkets funksjon.

Rekkverkets hovedoppgave er å hindre kjøretøyer i å forlate vegbanen, og det skal følgelig benyttes på steder hvor en utforkjøring vil føre til store skader på personer og materiell. Det må være konstruert og plassert slik at det ved en eventuell påkjørsel oppstår minst mulig skader på personer, kjøretøy og rekkverk.

I tillegg til sin hovedoppgave vil rekkverket kunne bidra vesentlig til en optisk linjeføring. Vegens linjeforløp blir understreket av rekkverket og en viktig kanaliseringseffekt oppnås. Videre gir det trafikantene en større sikkerhetsfølelse som fører til roligere kjøring og et jevnere hastighetsnivå. Markeringen av selve vegområdet og vegens linjeforløp kan også tjene estetiske formål.

Kriteria for oppsetting av rekkverk.

Vanligvis kan rekkverk bli nødvendig på:

1. Veger som ligger på høy fylling og/eller hvor fyllings- eller grøfteskråningen er bratt.
2. 4-felt veg med smal midtdeler.
3. Veger med sidehinder som forårsaker stor skade ved eventuell påkjørsel.

De vegforhold som betinger oppsetting av rekkverk er først og fremst fyllingshøyde og fyllings-skråningens helning. Andre forhold som må trekkes inn i vurderingen er kjørebane- og bankettbredde, horisontal- og vertikalkurvatur, stigningsgrad, trafikkmengde og -hastighet, spesielle forhold langs vegen, f.eks. vann og elver, steinfyllinger, terrengets helning ved foten av fyllingen m.m. Dessuten må de klimatiske forhold (sne, is, tåke) trekkes inn. De praktiske erfaringer som kan trekkes fra ulykkesstatistikken kan også nødvendig-gjøre oppsetting av rekkverk der det ut fra ovennevnte kriterier ikke ville være påkrevet.

Detalj-planleggeren har kontroll over de fleste forhold som kan betinge oppsetting av rekkverk, og en av hans oppgaver må være å minimalisere behovet for rekkverk. De ulike linjeførings-elementer fastlegges og koordineres av ham, og det må også være hans ansvar å avgjøre hvor rekkverk må benyttes.

Det er vanlig praksis i mange land å foreskrive rekkverk på fyllinger høyere enn 3—5 meter, når skråningens helning er brattere enn 1 : 4. I USA tillater bare fjerdeparten av statene fyllingshøyder over 4 meter uten rekkverk. En undersøkelse av de ulike forskrifter i USA tyder på at man erfaringsmessig kan variere kravene både m.h.t. fyllingshøyde og skråningens helning som vist i tabell 1. Med fyllingshøyde forstås her den vertikale avstand mellom bankettens ytterste punkt og det punkt som ofte benevnes «foten av fyllingen».

Tabell 1. Største tillatte fyllingshøyde uten rekkverk i USA.

Skråningens helning	Fyllingshøyde meter
1 : 1½	2,5
1 : 2	3,0
1 : 2½	3,5
1 : 3	4,5

Som nevnt er det også en rekke andre forhold som spiller en meget vesentlig rolle når behovet for rekkverk skal undersøkes — forhold som er vanskelig å kvantifisere og som må vurderes ut fra den enkelte detaljplanleggers erfaringer og innsikt. I USA er det nylig lagt frem en rapport hvor det angis en metode som tar sikte på å eliminere meget av det skjønn som tidligere ble benyttet og som resulterte i høyst varierende anvendelse av rekkverk.

Ved hjelp av denne metoden beregnes en «guard-rail need index», dvs. et tallmessig uttrykk for rekkverkbehovet. Nedre grenseverdier for behovstall sammenholdes med disse. Er det faktiske be-

Tabell 2. Behovstall for rekkverk på fylling i USA.

Fyllingshøyde meter	Skråningens helning				
	1 : 1½	1 : 2	1 : 2½	1 : 3	1 : 4
1,2	40	35	30	25	10
2	45	40	35	30	15
2,5	50	45	40	35	20
3	55	50	45	40	25
3,5	60	55	50	45	30
4,5	65	60	55	50	35
6	70	65	60	55	40
9	75	70	65	60	45
12 og høyere	80	75	70	65	50

hovstall større enn det dimensjonerende, skal rekkverk settes opp.

Metoden tar utgangspunkt i grenseverdiene i tabell 1 som gis et «normalt behovstall» 50. For hver skråningshelning fastsettes skjønnsmessig større verdier av behovstall for høyere fyllinger og lavere tall for lavere fyllinger. Dette resulterer i et sett behovstall som vist i tabell 2.

Tallene fra tabell 2 multipliseres deretter med korreksjonsfaktorer som ivaretar andre forholdsinnvirkning på rekkverk-behovet. Tabell 3 viser korreksjonsfaktorene for horisontalkurvatur. Andre faktorer er utarbeidet for bankettbredde, stigningsforhold og vertikalkurvatur, terrengets helning ved foten av fyllingen og de klimatiske forhold.

På steder hvor det er et vertikalt fall (mur e.l.) eller vann ved foten av fyllingen (fig. 1) beregnes en ekvivalent fyllingshøyde. Den normale fyllingshøyde økes med $5 \cdot d$ hvor det er et vertikalt fall og $8 \cdot d$ hvor det er vann. Behovstallet for den ekvivalente fyllingshøyde finnes i tabell 2 og multipliseres deretter med de aktuelle korreksjonsfaktorer.

Tabell 3. Korreksjonsfaktor m.h.t. horisontalkurvatur for prøving av rekkverkbehov i USA.

Horisontalkurvatur i relasjon til dimensjonerende hastighet	Korreksjonsfaktor
Rettstrekning og slake kurver	1,0
Mellomliggende kurver	1,05
Kurvens innside:	
A: Kurver med R_{\min} eller nær R_{\min} eller en isolert mellomliggende kurve.	1,10
B: Isolert kurve med R_{\min} eller kurver med $R < 175$	1,15
Kurvens utside:	
A: som ovenfor	1,20
B: som ovenfor	1,25

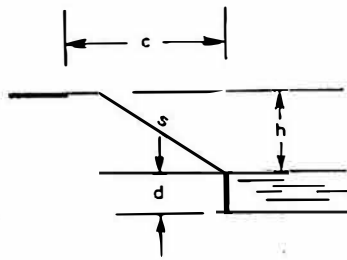


Fig. 1. Vertikalt fall eller vann ved foten av fyllingen.

Generelt kan man si at rekkverk er nødvendig dersom

$$c = 3,5 \quad 6,5 \quad 10,0 \quad 13,0 \text{ meter}$$

$$\text{og } d = 0,3 \quad 0,6 \quad 1,0 \quad 1,5 \text{ meter}$$

Metoden muliggjør en gradering av rekkverkbehovet for ulike veger ved at lave dimensjonerende behovstall fastlegges for viktigere veger og høyere behovstall for svakere trafikerte veger. I USA er det foreslått å skille mellom primære og sekundære hovedveger, og angi henholdsvis 50 og 70 som dimensjonerende behovstall for disse to grupper veger.

Meget tyder på at denne metoden også bør komme til anvendelse her. Foruten at den er rask og enkel, oppnås den store fordel at det individuelle skjønn for en stor del faller bort, og ulike situasjoner vurderes automatisk ut fra de samme forutsetninger. Noen av de korreksjonsfaktorer som foreslås anvendt i USA må sannsynligvis endres slik at man oppnår en viss balanse m.h.t. vegutformingen. Videre må det overveies å knytte behovstallene for rekkverk til både vegtype og hastighetsnivå.

På flerfelt-veger med midtdeler vil trafikkmengde og hastighetsnivå sammenholdt med midtdelerens bredde avgjøre hvorvidt rekkverk skal settes opp. Jo smalere midtdeler og jo større trafikkmengde, desto større er sannsynligheten for at en bil vil krysse midtdeleren og komme over i kjørefelt bestemt for møtende trafikk. Hvor hastighetsnivået er lavt (nedsatt fartsgrense), vil slike ulykker være meget sjeldnere enn der trafikkhastigheten er høy. Likeledes vil klimatiske forhold kunne spille en meget vesentlig rolle i vurderingene. I distrikter med meget tåke og/eller iset vegbane i vinterhalvåret vil ulykkesfrekvensen være større enn i andre distrikter med bedre vær- og føreforhold. Behovet for rekkverk bør følgelig gjøres gjeldende ved lavere trafikkmengder der tåke og is skaper problemer.

I USA er det gjennom en årrekke høstet verdifulle erfaringer m.h.t. behovet for rekkverk i midtdeleren. Generelt anses rekkverk nødvendig ved de trafikkmengder og bredder på midtdelere som angis i tabell 4.

Tabell 4. Størstet trafikkmengder på flerfelt-veger med midtdeler uten rekkverk i USA.

Midtdelerens bredde, meter	Trafikkmengde ADT	
	Vanskelige klimatiske forhold	Gode klimatiske forhold
3	10 000	15 000
6	20 000	30 000
9	30 000	45 000

Som absolutte grenseverdier angis ofte ÅDT på 20 000, 40 000 og 60 000 for midtdelere av bredde henholdsvis 3, 6 og 9 meter. Hvor midtdeleren er 10—12 meter bred, er det vanligvis unødvendig med rekkverk så lenge kjørebanelenes planumshøyde er noenlunde like. Hvor den ene kjørebanelen ligger betydelig høyere enn kjørebanelen for møtende trafikk kan behov for rekkverk melde seg, avhengig av høydeforskjellen og skråningens helning.

På veger med høyt hastighetsnivå og betydelige trafikkmengder kan det bli nødvendig å sette opp rekkverk ved sidehindre som vil forårsake store skader på kjøretøy og passasjerer ved eventuell påkjørsel. Likeledes vil rekkverk være berettiget for å beskytte kostbare skiltgalger og andre innretninger av sikkerhetsmessig betydning for trafikken.

Belastning på rekkverk.

Gjennom energibetraktninger kan kreftene som virker på et rekkverk ved påkjørsler uttrykkes matematisk. Et kjøretøys kinetiske energi, K , er en funksjon av dets vekt og hastighet. Differansen mellom kjøretøyet kinetiske energi før og etter sammenstøtet, K_d , er et uttrykk for den energi som er gått tapt ved påkjørselen.

$$K_d = K_1 - K_2 = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$$

Dette energitap er gått med til forskjellige former for arbeide, først og fremst til deformering av kjøretøyet, E_k , og rekkverket, E_r . En del er også gått tapt gjennom varmeutvikling, E_v , og endelig må det antas at endel energi er midlertidig lagret i rekkverket, E_o . Denne siste del kan være betydelig avhengig av selve rekkverkets geometriske utforming og rekkverkmaterialets egenskaper (modulus of resilience).

$$K_d = E_k + E_r + E_v + E_o$$

Med kjennskap til hastigheten før og etter sammenstøtet samt kjøretøyet vekt kan følgelig energitapet beregnes temmelig nøyaktig. Fordelingen av

energitapet på de forskjellige faktorer er imidlertid umulig å bestemme eksakt.

Det ideelle rekkverk skal være utformet og plassert slik at det samlede energitap blir minst mulig, dvs. slik at K_2 blir størst mulig. Spesielt viktig er det at kjøretøyets retningsendring blir så liten som mulig, slik at det ikke slynges tilbake i kjørebanelen til fare for andre trafikanter. I en rekke land er det foretatt forsøk i full målestokk for å finne frem til de mest hensiktsmessige rekkverk-typer og den belastning rekkverket bør dimensjoneres for. Det er i denne forbindelse helt avgjørende hva slags kjøretøy som skal legges til grunn for dimensjoneringen, den hastighet det forutsettes å holde, samt kjøretøyets angrepsvinkel.

En stor personbil med passasjerer og bagasje har en totalvekt på nær 2 tonn og på god 2-felt veg er trafikkhastigheten ca 70 km/h. Personbilen har da noenlunde samme kinetiske verdi som en buss med ca 40 passasjerer og hastighet på 30—35 km/h. Det er rimelig å tro at den større aktpågivenhet og dyktighet hos yrkessjåføren bør trekkes inn i vurderingene ved å forutsette et lavt hastighetsnivå for bussen. Bussen er dessuten vanligvis rutegående og sjåførene har et bedre kjennskap til farlige strekninger. Dimensjoneringen for en personbil med relativt høyt hastighetsnivå kan følgelig antas å tilfredsstillende også de belastninger som rekkverket blir utsatt for av tyngre kjøretøyer.

Angrepsvinkelen er i de fleste forsøk 20—30°. Dette synes høyt for de fleste typer av påkjørsler. En av årsakene til at 30° ofte benyttes er at amerikanske erfaringsdata viser at de alvorligste ulykker skjer ved denne angrepsvinkel. En vinkel på 15° er sannsynligvis mer realistisk for de aller fleste påkjørsler. Hvis et rekkverk er satt opp 1,5 meter fra kjørebanelikanten og et kjøretøys ytre forhjul befinner seg 0,5 meter innenfor kjørebanelikanten, vil kjøretøyet når det fortsetter rett frem langs en tangent i en kurve med radius 100 meter, kolliderer med rekkverket under en 12° vinkel.

Belastningene som en seksjon av rekkverket skal tåle er imidlertid ikke bare avhengig av kjøretøyets vekt, hastighet og angrepsvinkel. Rekkverkmaterialet og selve konstruksjonen spiller også en betydelig rolle. Ved en påkjørsel under liten angrepsvinkel vil en rekkverkseksjon deformeres og belastningen overføres til de nærmeste stolper og eventuelt til rekkverkseksjonene nærmest den skadede. For uelastiske rekkverk vil nesten hele belastningen ved slike påkjørsler overføres til stolpene alene, og bare en liten del til nabo-seksjonene. For halvlastiske og fremfor alt elastiske rekkverk overføres kreftene over flere seksjoner og belastningen på hver stolpe blir mindre.

Variasjonene i rekkverkernes evne til å fordele belastningene over flere seksjoner fører til at det ikke kan fastlegges et generelt styrkekrav for alle typer rekkverk. Dette har da også ført til at det vanligvis fastlegges hvilke rekkverk-typer og utforminger som skal godkjennes. Beslutninger av denne art bygger på de opplysninger som foreligger fra undersøkelser i full målestokk.

Det er særlig stålrekkverk som er blitt prøvet i full målestokk, og det foreligger gode opplysninger om de krav som man bør stille til de enkelte rekkverkkomponenter. For en 12 GA (2,66 mm) stålskinne gis det eksempelvis følgende forskrifter:

1. Et prøvestykke skal forlenges minst 12 % over en målelengde på 5 cm.
2. Skinner og skjøter skal tåle en aksialbelastning på 35 tonn. Skjøtene skal prøves når de er plassert midtveis mellom stolpene.
3. En skinne med stolpeavstand ca 3,7 meter (12 fot) skal ha en maksimal utbøyning på ca 7 cm (2¾ tommer) når den utsettes for en punktbelastning på:
 - a. ca 680 kg (1500 lbs) på trafikksiden, midtveis mellom stolpene og
 - b. ca 550 kg (1200 lbs) på motsatte side, midtveis mellom stolpene.

Hertil kommer spesifikasjoner vedrørende stål-kvalitet og galvanisering.

Lignende krav til rekkverk-komponenter for andre rekkverk-typer er utviklet og bør eventuelt komme til uttrykk i våre vegnormaler.

Rekkverk-typer.

De ulike typer av rekkverk kan klassifiseres som uelastiske, halvlastiske eller elastiske i henhold til rekkverkmaterialets egenskaper. Alle rekkverk som skal benyttes langs våre vegger forutsettes å være sterke nok til å utføre sin hovedfunksjon, nemlig å stanse eller avvise kjøretøy.

En rekke forhold tyder på at det er riktig å ta sikte på å nytte tre hovedtyper av rekkverk i Norge, nemlig betongrekkverk, stålrekkverk og stålwire strukket mellom trestolper. De samlede kostnader til materialer, oppsetting og vedlikehold varierer sterkt for disse rekkverkene. Likeledes vil omfanget av skadene ved eventuelle påkjørsler variere betydelig.

Uelastiske rekkverk.

I de senere årene er betongrekkverk av prefabrierte lameller blitt benyttet i meget stor utstrekning i Norge. Utformingen av lamellene varierer ganske sterkt. Fig. 2 viser tverrsnitt av en del av de typer som har funnet anvendelse i forskjellige distrikter.

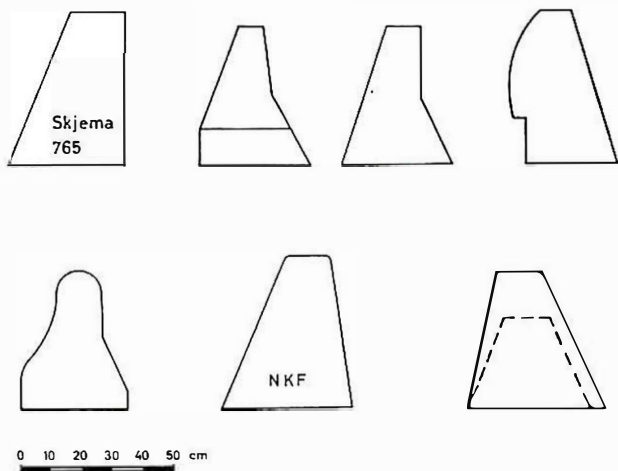


Fig. 2. Tverrsnitt av forskjellige betongrekkverk (lameller) i bruk i Norge.

Lamellenes lengde er vanligvis 1 meter. Vannavløpene varierer i størrelse og utførelse og avløpsarealet er ofte mindre enn foreskrevet i Vegdirektoratets skjema 765 (450 cm²).

Norsk Kommunalteknisk Forening har utarbeidet et forslag til standard for lamellrekkverk av betong. På fig. 2 vises et forenklet tverrsnitt av NKF's anbefalte utforming. Forslaget omfatter også spesifikasjoner for betongkvalitet, hull for dybler og stålwire, utsparinger for vannavløp m.v.

Lamellrekkverket har en rekke åpenbare fordeler. Det er lett å sette opp, relativt rimelig i anskaffelse, enkelt å rette opp etter setninger og kan flyttes dersom breddeutvidelse av vegen blir aktuelt. Lamellene kan produseres ved fabrikker i de distriktene de skal anvendes slik at transportkostnadene holdes nede. Likeledes tjener dette sysselsettingsformål i mange distrikter.

En av ulempene ved dette rekkverk er at vannavløpene tettes hurtig av grus. Dette kan bedres noe ved å benytte rektangulære vannavløp hvor høyden er største sidekant. Dette har imidlertid mindre betydning når vannavløpene tettes av snø og is om våren. Sett i relasjon til rekkverk montert på stolper gir lamellrekkverket dårligere beskyttelse mot utforkjøring. På trafikksiden av rekkverket heller flaten bort fra kjørebanelen slik at skadene på kjøretøy og rekkverk blir minst mulig når et kjøretøy skrenser mot det. Ved små angrepsvinkler avvises følgelig kjøretøyer meget effektivt dersom hastigheten ikke er for stor. Ved større angrepsvinkler og/eller høye hastigheter vil enten sammenstøtet bli meget kraftig p.g.a. liten eller ingen elastisitet i rekkverket, eller kjøretøyet vil «klatre over», eventuelt tippe over rekkverket.

Generelt bør lamellrekkverket komme til anvendelse som skrensekant, dvs. der hvor maksimal beskyttelse ikke er påkrevet.

Betongskinner, montert på betong- eller trestolper, utgjør et mer effektivt rekkverk m.h.t. beskyttelse og vannavrenning. Denne rekkverktypen er imidlertid uelastisk, og skader ved påkjørsler blir store både på kjøretøy og rekkverk og ofte alvorlige for personer p.g.a. kraftig retardasjon. Videre blir rekkverkene satt opp permanent og oppretting etter setninger blir kostbare. Denne rekkverktype er et alternativ til lamellrekkverk på steder hvor maksimal beskyttelse er påkrevet.

Betongrekkverkene krever vanligvis lite vedlikehold og gir god optisk linjeføring. Deres anvendelse bør imidlertid begrenses til vegger med relativt små trafikkmengder eller hvor påkjørsler av andre årsaker er lite sannsynlig.

Halvelastiske rekkverk.

De halvelastiske rekkverk omfatter stål- og lettmetallskinner montert på stål- eller trestolper. Denne rekkverktype er kommet til anvendelse over store deler av verden, fortrinnsvis på de sterkest trafikerte vegger.

Fordelene ved et halvelastisk rekkverk er at det gir meget effektiv beskyttelse mot utforkjøring, samtidig som det avviser kjøretøyer selv ved relativt stor angrepsvinkel. Retardasjonen ved et sammenstøt er vanligvis betydelig mindre enn for uelastiske rekkverk. De aller fleste påkjørsler skjer under liten angrepsvinkel, og aksialbelastningene som en rekkverkseksjon utsettes for fordeles meget raskt til naboseksjoner og tilhørende stolper. Denne kjedevirkning fører til at det sjelden oppstår brudd. På vegger med høyt hastighetsnivå gir denne rekkverk-typen trafikantene en større trygghetsfølelse som resulterer i noenlunde uendret hastighet dersom rekkverket er satt opp i en viss minsteavstand fra kjørebanelikanten.

Ved samme belastning vil et stålrekkverk og et lettmetallrekkverk av samme utforming oppvise forskjellig utbøyning. Lettmetallet er mer elastisk enn stål og utbøyningen blir følgelig større. Når det forutsettes at et kjøretøy treffer metallskinnen mellom stolpene (under relativt liten angrepsvinkel) kan den større utbøyningen for lettmetallrekkverket øke risikoen for at kjøretøyet støter mot en stolpe under avvissingen. Generelt kan man si at lettmetallrekkverket kan ventes å gjennomgå større skader ved en kollisjon enn stålrekkverket. Skadene på kjøretøyet kan imidlertid bli mindre, dersom kjøretøyet blir avvist og går klar av stolpen.

Stålrekkverkene blir lett oppskrapet under snøbrøyting. Dette fører til rustdannelse som må fjernes med jevne mellomrom. Rekkverk av lettmetall ruster ikke og krever følgelig betydelig mindre vedlikehold.

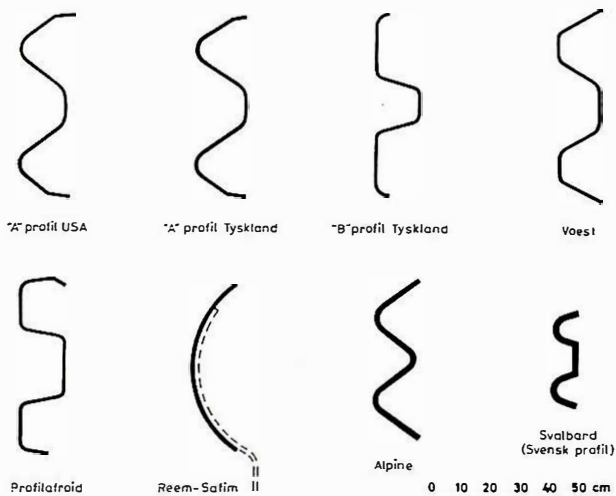


Fig. 3. De mest anvendte profiler for stålrekkerkverk.

Fig. 3 viser de mest anvendte profiler for stål- og lettmetallrekkerkverk. «Rheem—Safim» og Svalbardrekkerkverket (også kjent som «svensk profil») skiller seg ut fra de andre profilene p. g. a. sine særegne utforminger. «Rheem — Safim»-rekkerkverket forbindes til festepunktene via fjærer, og byr erfaringsmessig tilfredsstillende beskyttelse ved lettere påkjørsler. Ved kraftigere kollisjoner er det lite effektivt. Det egner seg godt langs murer o. l. hvor utbøyninger ikke kan forekomme. Ved skrensning mot rekkerkverket blir vanligvis skadene på kjøretøyet betydelig mindre enn ved andre profiler.

Svalbard-profilet er i prinsippet av samme form som de vanlige stålprofiler, men bare halvparten så bred. Godstykkelsen er 6 mm, d. v. s. det dobbelte av de fleste brede stålskinner. Ved en påkjørsel vil en bred stålskinne av vanlig godstykkelse deformeres og ta form av et «bånd» meget lettere enn Svalbard-profilet. Den smale skinnen har en bedre formstivhet og kan oppvise en større defor-

masjonssikring. Disse egenskaper fører imidlertid også til at skadene på kjøretøyet sannsynligvis blir større fordi den smale skinnen vil trenge dypere inn i karosseriet enn tilfellet er for bredere skinner.

De samlede kostnader for stål- og lettmetallrekkerkverk er relativt høye, og denne rekkerkverk-typen bør bare benyttes i begrenset omfang. På vegger med store trafikkmengder og med høyt hastighetsnivå er det i tråd med vanlig praksis ellers i verden å benytte denne rekkerkverk-type der vegens geometriske utforming krever det (jfr. Kriteria for oppsetting av rekkerkverk). Dessuten bør det overveies brukt på særlig farlige steder langs andre hovedveger, f. eks. svært høye fyllinger ved bruer eller vann m. m. De fleste riks- og fylkesvegbruer er utstyrt med vanlig bruerkkerkverk, og det er blitt hevdet at dette bør suppleres med en bred føringslist av stål. Selv for en så beskjeden anvendelse blir imidlertid merkostnadene så store at det ikke kan bli aktuelt å foreskrive slik anvendelse i normalene for rekkerkverk. Den samlede lengde av disse bruene er i dag ca 90 km, og et grovt kostnadsoverslag for den nødvendige lengde av stålskinner kommer opp i 20—25 mill. kroner. Dersom bygdevegsbruene tas med blir merkostnadene nær det dobbelte.

Elastiske rekkerkverk.

De elastiske rekkerkverk består av stålwire strukket mellom stål- eller trestolper. Wirene festes til stolpene slik at de kan beveges i vegens lengderetning. Ved en påkjørsel blir belastningen fordelt over en meget større del av rekkerkverket enn tilfellet er med de halvelastiske rekkerkverk. Stålwirenes elastisitet fører til en betydelig svakere retardasjon enn andre rekkerkverk, men utbøyningen kan bli meget stor (1—2 meter), hvilket i mange tilfeller begrenser rekkerkverkets anvendelsesmuligheter.

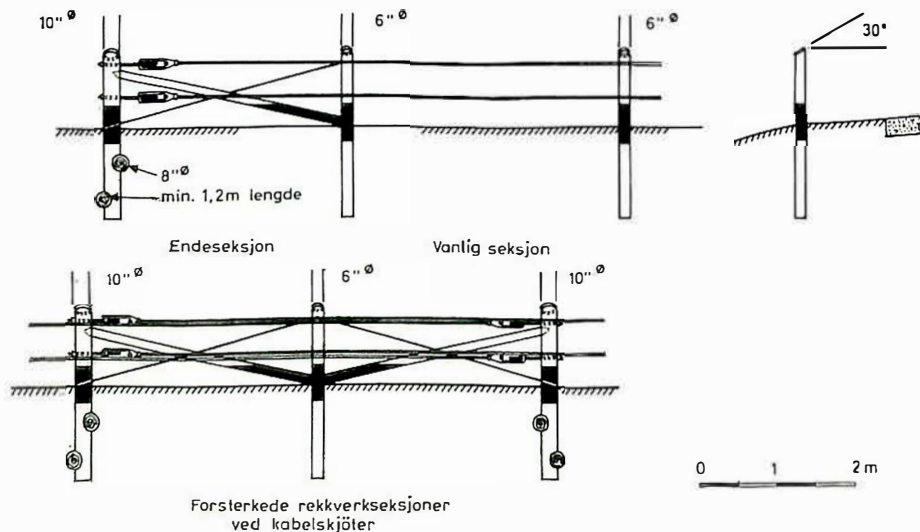


Fig. 4. Stålwirer strukket mellom trestolper.

Et elastisk rekkverk er rimelig i anskaffelse, oppsetting og vedlikehold og gir god beskyttelse mot utforkjøringer. Ved kraftige kollisjoner blir imidlertid skadene på kjøretøyet store. Påkjørsler ved liten angrepsvinkel fører til at kjøretøyet treffer stolpene og retardasjonen kan da bli meget kraftig. Rekkverket bidrar til optisk linjeføring, men har ikke samme kanaliseringseffekt som f. eks. stålrekkverk.

Det elastiske rekkverk bør komme til anvendelse på store deler av vårt vegnett. På svakt trafikerte veger er sannsynligheten for utforkjøring relativt liten, men effektiv beskyttelse langs særlig farlige strekninger må likevel settes opp. Investeringene i rekkverk må holdes til et minimum i slike tilfeller. De økede kostnader som påløper ved en sjelden forekommende kollisjon kan ikke berettigede at et kostbart rekkverk settes opp.

Fig. 4 viser et typisk elastisk rekkverk med 2 stålwirer strukket mellom trestolper. Stålwirerne bør ikke være lengre enn ca 100 meter, og der de skjøtes skal to seksjoner forsterkes som vist på figuren. Forsterkningen av endestolpene er i dette tilfellet gjort svært enkelt. Festeordningene til stolpene kan også være meget enkle fordi wirene skal kunne bevege seg fritt i vegens lengderetning.

Elastiske rekkverk med 1 eller 3 stålwirer benyttes også mange steder, spesielt i Nord-Amerika. En kombinasjon av vanlig nettinggjerde og stålwirer har i den senere tid funnet anvendelse i USA i relativt brede midtdele på veger med store trafikkmengder. Denne type er funnet meget hensiktsmessig, idet kjøretøyet fanges av rekkverket og stanses med tolerabel retardasjon.

Ovenstående diskusjon av de ulike rekkverkstyper forutsetter at samtlige rekkverkkomponenter er dimensjonert slik at de svarer til hverandre. Dersom en av rekkverkkomponentene er vesentlig svakere enn de andre vil rekkverkets effektivitet forringes betydelig.

Montering og plassering av rekkverket er også meget viktig for å oppnå maksimal beskyttelse, og egne retningslinjer må utarbeides for dette.

Sammendrag.

Retningslinjer og forskrifter for rekkverk bør omfatte:

1. Hvor rekkverk skal settes opp.
2. Hvilken rekkverkstype som skal benyttes i en foreliggende situasjon.
3. Standard typer av rekkverk.
4. Materialspesifikasjoner for rekkverktypene.
5. Hvordan rekkverket skal monteres og plasseres i forhold til kjørebanelen.

De almene regler for hvor rekkverk skal settes opp er diskutert ovenfor. Likeledes er en funksjonsdeling av rekkverkene diskutert i den hensikt å finne frem til en fornuftig differensiering av rekkverktypenes anvendelse. Under like vegforhold er sannsynligheten for utforkjøringer størst på veger med store trafikkmengder og/eller høyt hastighetsnivå. På de farligste steder langs slike veger kan det være berettiget å bruke de kostbareste og mest effektive rekkverkstyper. En konsekvent bruk av f. eks. stålrekkverk langs en hovedåre er imidlertid ikke alltid berettiget. Vurderinger av «farlighetsgraden» på stedet kan tilsi at en rimeligere rekkverkstype kommer til anvendelse også på disse veger.

På veger med mindre trafikk er det nødvendig å bruke rimeligere rekkverkstyper som gir effektiv beskyttelse, men som forårsaker større skader ved de relativt få påkjørsler som vil forekomme.

Som standard typer av rekkverk for norske veger foreslås:

A. Uelastiske rekkverk.

1. Lamellrekkverk av den utforming som NKF anbefaler, eventuelt modifisert m. h. t. vannavløp, eller
2. Betongskinner montert på stolper (standard utforming må utarbeides).

B. Halvelastiske rekkverk.

1. Bred stålskinne montert på trestolper. Tysk «A» eller «B» profil eller tilnærmet profil, eller
2. Smal stålskinne montert på trestolper.

C. Elastiske rekkverk.

To stålwirer strukket mellom trestolper.

Materialspesifikasjon og retningslinjer for montering av rekkverk og dets plassering i forhold til kjørebanelen er ikke diskutert i denne artikkel. Vi har her et stort erfaringsmateriale fra andre lands undersøkelser og praksis gjennom en årrekke.

Kostnadene til rekkverk er meget betydelige, og med de begrensede midler som står til rådighet er det av den aller største betydning å finne frem til en fornuftig vurderingsmetode av rekkverktypens behovet. De rekkverktypene som skal anvendes må gi tilfredsstillende beskyttelse, samtidig som de samlede kostnader blir minst mulige.

Litteratur:

- [1] *Determination of Need and Geometric Requirements for Highway Guardrail*. Highway Research Board, Project Committee No. 9.
- [2] *Development of an Analytical Approach to Highway Barrier Design & Evaluation*. State of New York, Department of Public Works.
- [3] *Highway Guide Rail Study*. Connecticut State Highway Department.
- [4] *Roadside Design for Safety*. K. A. Stonex, General Motors Corporation.
- [5] *Typen, Berechnung und Wirkungsweise von Leitplanken*. Institut für Strassenbau, ETH, Prof. M. Stahel, Dipl.-Ing. H. Zürcher, Dipl.-Ing. Th. Balz.

Konstruktive, ikke restriktive tiltak mot trafikk-problemene

Colin Jones

Industriredaktør i «Statist» (London)

Det finnes i dag i verden en bil på vegene for omtrent hvert 25. menneske, hvilket vil si et totaltall på 120 mill. biler. De er selvsagt meget ujevnt spredt ut over jorden, med den største biltettheten i Nord-Amerika, hvor det i virkeligheten er så mange biler at hver familie kunne ha en. Den laveste biltettheten finner man i Asia. Totalt sett vokser imidlertid verdens bilpark hurtig, meget hurtigere enn befolkningen. I realiteten er den fordoblet i løpet av de siste 10 år.

Hva vil hende når nesten hver familie får virkeliggjort den amerikanske drømmen om egen bil? Det er et spørsmål som både fascinerer og forferder. De problemer som en slik situasjon vil skape, begynner man nå så smått å ane i Europa, som nå har omtrent en bil for hvert 20. menneske. Trengselen i trafikken, særlig da i byer og tettbebygde strøk, har allerede nådd et stadium hvor det å gjøre lite eller intet for å finne en løsning, forlengst har vist seg å være ubrukbar politikk. I løpet av neste generasjon vil man så få det «metningspunkt» som representeres av en bil pr familie.

Skiftende sosialt adferdsmønster.

Trafikk-kaos og opphopninger kan forhindres eller begrenses dersom folks vaner forandres tilstrekkelig til at man unngår de daglige, ukentlige eller årlige trafikk-topper man nå opplever — med andre ord ved at man bryter den flokkmentalitet som i vår motoriserte tidsalder får alle mennesker til å reise enten til arbeid eller fritidssystemer akkurat på samme tid.

Men hva vil skje dersom man ikke får denne revolu-

sjon i den sosiale rytmen? Dersom en nasjon foretrekker å følge omtrent det samme mønster som i dag, og mest mulig bevare sine byers karakteregenskaper, kan da denne nasjonen samtidig regne med å klare masse-motoriseringen? Svaret synes å være at man kan skaffe plass til mer av den ventede trafikkøkning — uten å skjemme byenes utseende — enn man hittil har trodd mulig. Forutsetningen er da at man tar de rette konstruktive forholdsregler.

Restriksjoner er ikke det eneste hjelpemiddel mot nåværende og fremtidige problemer i bytrafikken (skjønt man nok i fremtiden vil bli tvunget til en begrensning i antallet privatbiler som slippes inn i større byer). Dette er i det minste det svar som man i Storbritannia har fått gjennom den rapport som den regjeringsoppnevnte komité under ledelse av arkitekt Colin Buchanan har fremkommet med. Buchanan som er en anerkjent by-planlegger og trafikk-ekspert, er nå Professor of Transport ved Imperial College of Science and Technology, en avdeling ved University of London.

Buchanan-rapporten er et bemerkelsesverdig dokument som har fanget det britiske publikums fantasi, samtidig som det er hilst velkommen av parlamentet og i prinsippene akseptert av regjeringen. Den har øyensynlig forsonet det ønskelige britiske bysamfunn med den likeså ønskelige britiske bils rå kraft, ved det at den fremlegger visse grunnleggende prinsipper for en tilnærming. Den kombinerer trafikk-tiltak med by-planlegging, og prinsippene er enkle, preget av sammenheng og fornuft, men meget dyre.

Man oppnår meget.

Allikevel, selv om rapporten stiller seg sympatisk til det bil-eiende folk, antyder den også at det ikke blir mulig for enhver som eier en bil å kjøre med denne til sitt arbeide, kanskje heller ikke til forretningene. Det er en stor vinning bare det å ha fremkommet med slike tanker i et samfunn av bileiere eller vordende bil-

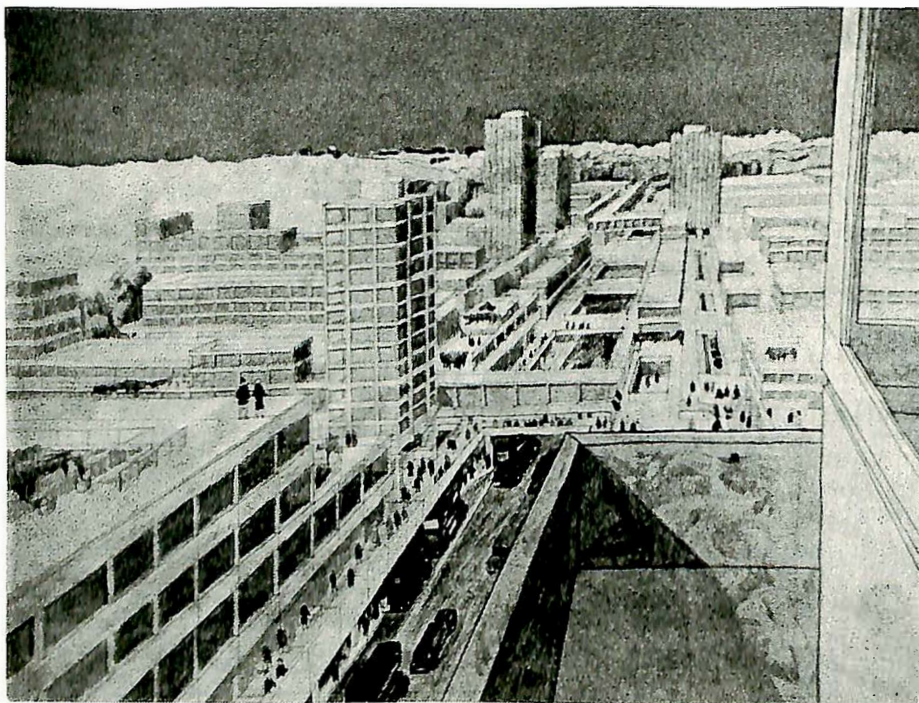
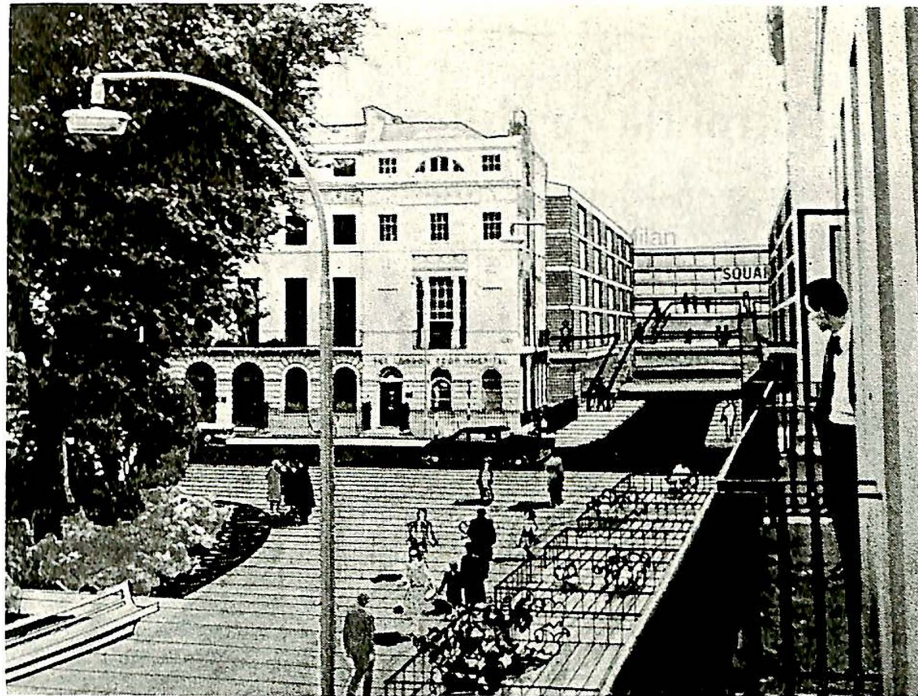


Fig. 1. Utkast til ombygging av Oxford Street-området i London, med trafikken i dype «kanaler» under fotgjenger-nivå.

Fig. 2. Detalj fra en plan for ombygging av Fitzroy Square-området i London. Den viser hvorledes plassens særpregede bygninger vil bli beholdt.



eiere, og samtidig få en bred tilslutning fra publikum. Denne suksessen skyldes det faktum at Buchanan-komiteen virkelig har fått folk til å tenke på disse problemene.

Førsteintrykket er at det hele er soleklart og enkelt, slik som alle gode, nye ideer er. Man kan best beskrive den ved en analogi med *korridorene i et hus*. I de større herreseter eller palasser hadde folk gjennom århundrene vennet seg til å gå fra rom til rom, inntil de nådde det rom de ønsket. Det 17. århundres Versailles-palass er et meget godt eksempel på denne måte å løse husets trafikkproblemer. Så begynte imidlertid arkitektene å legge inn korridorer i bygningene for å kanalisere «gjennomgangstrafikken» forbi hvert enkelt rom, og slik ble rommene de tilfluktsteder for privatlivets fred som vi kjenner i dag. Se på en moderne kontorblokk, for eksempel.

Professor Buchanan antyder derfor at man bør bruke den samme oppskriften ved byplanlegging. «Rommet» skulle være et sluttet «miljøområde», mest ideelt på ca 1,6 kvadratkilometer, hvortil bare lokal trafikk ville få adgang. Gjennomgående trafikk til og fra andre «miljøområder» skulle spres over et nett av fordelingsveger eller korridorer, med forskjellig oppgave og størrelse. Forretninger, kontorer, fabrikker og hus skulle være plassert innen disse «miljøområder», men ikke langs fordelingsvegene, som bare bør være beregnet på forflytting og bevegelse. Den ønskede miljøstandard i hvert av disse områdene vil komme til å bestemme graden av trafikk. Hvis adkomstmulighetene skal økes uten at det går ut over miljøområdets kvalitet (standard), kan dette bare oppnås gjennom økte investeringer. Men, sier rapporten, det er tross alt en grense for den trafikk som kan slippes inn. Maksimumskapasiteten på fordelingsvegene, særlig rushtids-kapasiteten, må nødvendigvis bli begrenset til det de omliggende miljøområder kan absorbere. Trafikk ut over dette vil forminske deres kvalitet og standard.

I byer og annen tettbebyggelse betyr dette at dersom

den kommersielle trafikk gis prioritet, vil det i rushtiden ikke bli plass til all den private trafikk i form av arbeids- og innkjøpsreiser som da gjerne skulle foregå. Man kunne oppnå mer privat trafikk enn nå i «Buchanan-byen», men i London ville likevel bare en femtedel av de potensielle privatbilister få plass, og i Leeds bare en fjerdedel. De øvrige ville måtte benytte de offentlige befordringsmidler, som i forhold til passasjerantallet opptar meget mindre plass, og således gjør mindre skade fra et estetisk synspunkt.

Hvordan man skal få overtalt «resten» til å innordne seg dette, er langt fra klart ennå. Det ville hjelpe med et begrenset antall parkeringsplasser, hvor man over alt måtte betale full pris, og ellers ville fordelingsvegens begrensede topkapsitet i rushtiden være til hjelp. Bilførere er imidlertid sta som reisende betraktet, også der hvor trafikkoppnopninger og parkeringsvanskeligheter gjør kjøretiden en god del lenger og mer trettende enn den ville vært med offentlige befordringsmidler. I siste instans, sier professor Buchanan, vil man av de kjørende måtte kreve «en sans for ansvar som det sømmer seg et samfunn i ferd med å oppnå en evne til mobilitet som var helt ukjent for tidligere generasjoner.»

Det vil bli meget kostbart å ombygge britiske byer etter de retningslinjer som Buchanan har trukket opp. For en by som Leeds, med en befolkning på 500 000, ville det f. eks. komme på bortimot 220 mill. pund, og for en metropol som London, med sine 8 mill. mennesker, på kanskje 6 milliarder pund. I tillegg kommer så den private ombyggingsvirksomhet. Disse summer ville imidlertid bli spredd over et tidsrom på 50 år eller mer, og i løpet av dette tidsrom ville allikevel meget av de britiske bykjernene fra det 19. århundre (eller lenger tilbake) måtte fornyes. Hva professor Buchanan derfor egentlig har foreslått, er at denne fornyelsen skulle bli gjennomført samtidig med at de ansvarlige hele tiden hadde for øye den by-type som det masse-motoriserte samfunn i det 21. århundre ville kreve.

Aktuella problem inom svensk vägbyggnad

En svensk entreprenörs synpunkter

Civilingenjör Sven Dahlström

DK 625.7/8 (485)

Forfatternen, som er ansatt ved AB Skånska Cementgjuteriet, Göteborg, holdt dette foredrag i N.I.F. Vegingeniørenes afdeling i Oslo 10. mars 1964.

När jag nu skall försöka ge en entreprenörs synpunkter på svenskt vägbyggande av i dag, vill jag i så stor utsträckning som möjligt uppehålla mig vid de problem vi har, och hur vi resonerar när vi försöker lösa dessa. I stor utsträckning kommer jag att beröra kostnaderna och vill då understryka, att dessa i huvudsak äro baserade på erfarenheterna inom vårt företag.

Jag skall börja tala om rationalisering inom svenskt vägbygge, från 1930-talets skottkärra och decauvillevagn fram till våra dagars tunga, snabba, gummihjulsdrivna schaktredskap. Vad jag bl. a. vill understryka är de kolossalt stora pengar, som i investeringshänseende kräves i det mekaniserade vägbygget. Vi säger så här i Sverige: För att utföra ett stort motorvägbygge på 15—20 miljoner fordras en maskinpark, som i inköpsvärde ligger mellan 10—15 miljoner.

Mekanisering är ju dagens lösen. Det gäller då först och främst att ha råd att köpa maskinerna. Sedan gäller det att kunna arbeta med dem på rätt sätt, och slutligen gäller det att kunna sköta dem rätt. De två sista frågorna kräver skickliga maskinförare. Amerikanen säger: «Det har vi inga problem med. Alla amerikaner är födda bakom ratten och således maskinminded, alltså inga problem.» I Sverige kan vi nog snart göra samma påstående, och Ni i Norge har säkert inte långt dit.

Tabell 1 visar vad rationaliseringsdriven medfört på kostnadssidan. Tabellen visar arbetsmomenten: Schakt, bergsprängning och beläggning. Dessa arbetsmoment utgör cirka 75 % av vägbyggnadskostnaderna. Framhållas skall, att dessa arbetsmoment dessutom normalt äro stora kostnadsbärare vid kraftverksbygge samt bostads- och industribygge. (Schakter, gator, parkeringsplatser m. m.).

Denna kostnadsutveckling visar — om man går tillbaka till 1945 då mekaniseringen satte in på allvar — att i stort sett kostar en m³ schakt, en m³ berg och en m² beläggning ungefär lika mycket i

kronor i dag, som den gjorde vid ovannämnda tidpunkt. Vidare har kronan sjunkit 3—4 gånger i värde, samtidigt som arbetaren relativt sett höjt sin förtjänstnivå till ungefär det dubbla. Det är inget dåligt resultat. Jag vill framhålla, att i Sverige — och jag gissar att det är likadant på flera andre håll — har vi en helt annan utveckling på de områden där man har stort manuellt arbetskraftsbehov, t. ex. på husbyggena. Vi vägbyggare skall väl inte förhåva oss alltför mycket, därför att förutsättningarna att rationalisera på vårt område och att mekanisera har varit och är betydligt större än på byggnadssidan.

Tabell 1. *Kostnadsutveckling.*

Ar	Schakt kr/m ³	Berg kr/m ³	Beläggning		Förtj. nivå	VoV index
			Yg ¹ kr/m ²	Massa kr/ton		
1935	2:- à 3:-	8:- à 10:-			1:-	46
1940	2:- à 3:-	11:-				66
1945	3:50 à 5:-	15:- à 17:-	2:75			82
1950	4:- à 5:-	17:- à 20:-	2:75 à 3:-	60:-		100(48) 99
1955	4:-	16:- à 18:-		55:-		150
1960	3:50 à 4:50	14:-	3:-	55:-	7:- à 8:-	184

¹ Yg = Ytbehandling på grusunderlag.

Då är frågan: Är det i dag billigt att bygga vägar i Sverige? Jag vill svara både ja och nej. Vi konstaterade att 75 % av vägbyggnadspriset låg på schakt, bergsprängning och beläggning. På resterande 25 % ha vi en helt annan kostnadsutveckling; huvudsakligen manuellt arbete och följaktligen betydligt dyrare. Jag skall visa i tabell 2 vad vi genomsnittligt anser att en svensk väg i dag kostar att bygga inklusive asfaltbeläggning. Som synes går det inte att multiplicera den 2-filiga vägen med två för att komma til priset för 4-filig motorväg. Förklaringen härtill är att motorvägens planfria korsningar medför mer omfattande schakter och fyllningar. Man får bygga stora karuseller för tra-

fikens insläppande. Man tvingas bygga mycket sidovägar och parallellvägar för trafikens uppsamling. Slutligen är naturligtvis kvaliteten högre på en motorväg.

Om man jämför kostnaderna finner man, att i dag varje vägmeter är mycket dyrare än för 20 år sedan, och det stämmer kanske inte riktigt vid första anblicken med den bild jag visade över kostnadsutvecklingen. Förklaringen är den högre standarden. Vi bygger bredare vägar, vi bygger med kolossalt mycket bättre profiler, och över huvud taget bygger vi naturligtvis kraftigare.

Tabell 3 visar kostnadernas procentuella fördelning å posterna: material, arbetslöner, maskinhyror, transporter och övrigt. Vi har i vårt företag försökt att se om någon förändring skett i denna

Tabell 2. *Genomsnittlig byggnadskostnad (inkl. asfaltbeläggning) på svensk väg. (Entreprenadkostnad).*

2-filig	9 m bred	200— 300 kr/m
2-filig	13 m bred	250— 350 kr/m
4-filig	motorväg	1 500—2 200 kr/m

(inkl. ansl.vägar, karuseller, viadukter).

fördelning. Man kan säga, att det enda vi med absolut säkerhet kunnat konstatera är, att posten «övrigt» ökar, och det är arbetsledning o. dyl. som är orsaken. (Mer och mer arbetsledning till följd av mekaniseringen. Vi ha i dag en arbetsledare på 5—6 arbetare).

Som följd av rationaliseringen hade man väntat minskning av arbetslönedelen kombinerad med ökning å maskinkostnaderna. Detta finner man inte, troligen förorsakat av att kostnaden per arbetstimma kraftigt ökat.

Vi har ett annat sätt att se kostnadernas fördelning på et svenskt vägbygge, nämligen kostnadernas fördelning på olika arbetsmoment. Jag skulle tro, att på ett norskt vägarbete ligger allmänna kostnader betydligt lägre än i Sverige. Vi har betydligt mera arbetsledning på fältet än vad Ni har. Det är svårt att säga att vi gör fel, när man vet vad maskinerna kostar och vad en stilleståndstimme kostar. Allting har ju sitt optimum, men jag tror att vi har kommit väl högt på denna post.

Det kan kanske vara av intresse höra att vi svenska vägbyggnadsentreprenörer anser oss, vad beträffar maskiner, arbetsledning och dylika resurser, endast sysselsatta till 75 %, kanske beroende på att man talat mycket om oerhört kraftiga steg-

Tabell 3. *Procentuell uppdelning av kostnader vid vägarbeten.*

Transporter	20
Maskinkostnader	20
Arbetslöner	15
Material	25
Övrigt	20 (ökar)

Tabell 4. *Procentuell fördelning av kostnader på olika arbetsmoment å vägarbeten.*

Schakt	15
Torrläggning	10
Bergsprängning	15 (35)
Bärlager (Grus)	10
Ytarbeten o. spec.arbeten	10
Beläggning	20
[Ospec. kostn. (Trafikanordn., vägunderhåll o. just.)	5]
Allmänna kostnader	20 (25)

ringar i vägbygget, vilka förväntningar ännu inte infriats.

Enligt vägbyggnadsplanen bygger vi för 600—700 miljoner kronor vägar med statliga medel. (En stor del av dessa pengar placeras i dag på vägar i anslutning till större centra samt genomfartsleder för dessa.) Vi underhåller samtidigt vägarna för cirka 500 miljoner. En allmän önskan vore nog, att om man så kunde, genom ökning av byggnadsverksamheten ett slag, på sikt skära ner underhållskostnaderna. (Skillnaden mellan byggnadskostnad och underhållskostnad är som synes i dag inte så stor.)

För fullständighetens skull skall jag nämna, att vi tidigare haft stora variationer i vägbyggnadstakten för att balansera konjunkturerna. Med motivet att vägar i dag bygges av kvalificerade specialister och att stora investeringar krävs för dessa byggen, ha vi länge tjatat om önskvärdheten av kontinuerlig sysselsättning i vägbranschen. Vi tycker oss i dag se, att detta tjat börjat få gehör hos våra myndigheter.

I Sverige tjänar en vägarbetare omkring 11:— kronor per timma, inklusive sociala kostnader. Jag gissar att Ni i Norge de senaste åren haft stora löneökningar för denna kategori, och att Edra vägarbetare nu tjänar ungefär motsvarande antal norska kronor. Att i detta sammanhang försöka värdera vad den svenska contra norska kronan är värd, vägar jag mig inte på.

I sammanhanget vill jag nämna, att vi för närvarande ha ett stort problem med löneglidningen i Sverige. Löneglidningen, som är störst på hus- och industribyggnadssidan, är kraftigast i expanderande tätorter, och vi märker på vägsidan att vi glider med speciellt på dessa platser. I Sverige toppar hus- och industribyggnadsarbetarna lönekurvan inom byggnadsindustrin, men i Norge har Ni väl de högsta lönerna hos anläggningsarbetarna. Vi har arbetat kraftigt med löneglidningsproblemet i Sverige den senaste tiden. Den enda kurva som talar sitt klara språk är den, att löneglidningen är stor när efterfrågan på arbetskraft är stor och vice versa. Vi försöker lösa problemet genom att skola fram mer arbetskraft inom byggnadsindustrin, flytta arbetskraft till «heta» trakter, samt att ratio-



Fig. 1. Transportabelt kors-
verk; dagskapacitet 4—500
m³.

naliserar så, att vi kan bygga med så lite folk som möjligt.

Vi har byggt motorvägar i Sverige i 10—12 år, och i ärlighetens namn skall sägas, att vi anser oss ännu inte behärska alla problem på dessa stora arbetsobjekt. Motorvägarnas storlek varierar, men säg att de ligger på 15—25 miljoner kronor per entreprenad. För dylika arbetsobjekt ha vi i allmänhet 2 års byggnadstid. Vi har på ett sådant jobb 15—20 arbetsledare eller motsvarande samt ungefär 100 arbetare exklusive chaufförer. Vi kan komma upp i en omsättning av 25.000:— kronor per dag.

Vilka problem arbetar vi intensivast med?

Vi lägger ned kolossalt mycket arbete på kostnadsuppföljningen, som är synnerligen viktig på objekt med sådan arbetstakt. Vi har inte som industrin fördelen av att inom stängsel och murar arbeta med samma arbetskraft på samma produkt. Vi bygger på ny arbetsplats varje gång, skaffar ny arbetskraft på platsen, kanske lite nya arbetsledare, i stor omfattning har varje objekt nya problem o.s.v.. Detta gör att vi anser oss böra lägga ner mycket arbete på rationalisering, organisation, planering m. m.. Vår framtidsvision är kanske, att med datamaskinens hjälp klara både den kvalificerade planeringen (nätverksplanering etc.) och kostnadsuppföljningen samt kalkyleringen. Vi ha nu byggt en del vägar som projekterats med datamaskin. Våra erfarenheter härifrån håller vi för närvarande på att summera.

Vi arbetar intensivt med vidareutbildningen av vår personal. Det gäller utbildning i ekonomiska frågor, produktionsfrågor, personalfrågor och träning i organisations- och planeringsarbete. Vi tycker att de svenska tekniska skolorna i det avseendet är lite underutvecklade.

I samband med rationaliseringen så propagerar

vi vägbyggare för att de som projekterar vägarna skall ha en viss byggnadserfarenhet. Vi säger att vägarna skall projekteras så att maskinerna kan utföra arbetet.

Under de senaste åren har man i Sverige börjat engagera sig kraftigt i att försöka driva vägarbetena året runt. Vi tycker att det är en riktig utveckling bl. a. av sociala och totalekonomiska skäl. Genom att nyttja resurserna året runt följer ekonomiska fördelar som motväger de ökade kostnader som följer med arbete i vinterklimat. När vi sedan några år genom träning skaffat oss god erfarenhet, tror jag att ett «åretruntbyggande» kan medföra billigare arbeten. Ett par viktiga saker vill jag nämna och det är först och främst, att de arbeten som skall drivas under vintern måste ut i god tid före vintern, så att förberedelsearbetena kan göras innan tjälén börjar tränga ned. Det gäller att välja ut för vinterdrift lämpliga arbeten. «Tjocka» arbeten, d.v.s. höga schakter och fyllnader, tycker jag är ett relativt lämpligt vinterarbete. «Tunna» arbeten, ytarbeten, är olämpliga som vinterarbeten. För att återgå till så stora arbetsobjekt som motorvägarna innehåller dessa i regel så pass mycket arbete som kan utföras under vintern, att man får den jämna sysselsättning som man strävar efter. Slutligen är naturligtvis vid vintervägbyggnad planeringen oerhörd viktig, och jag påstår, att den alternativa planeringen för parering av vädrets nycker tillhör det viktigaste. Vi skall slutligen ha klart för oss, att vid åretruntbygge kommer vi i kläm mellan viljan att nå högsta kvalitet och ambitionen att bygga oberoende av väderförhållandena, vilka tyvärr inte riktigt gå hand i hand.

Det var lite stora problem som vi sysslar med. Jag skall också något beröra en del detaljproblem och tekniska problem vi har på vägbyggnadssidan.

En förändring som kan vara av intresse att be-

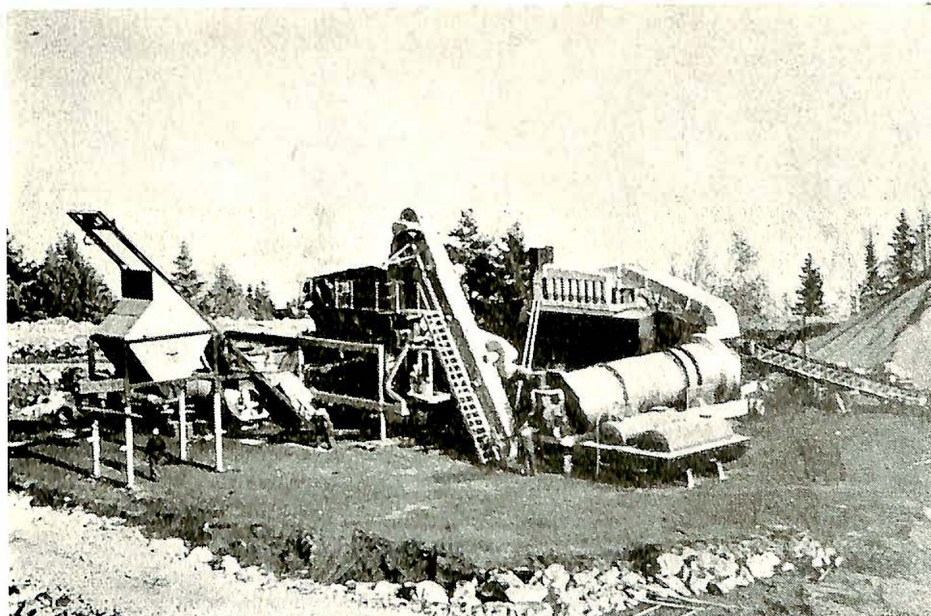


Fig. 2. Transportabelt asfaltverk; dagskapacitet 6—700 tonn.

röra har skett hos oss. I dag är vi inte som tidigare rädde för att lägga vägarna i bergterräng. Skälen äro två: Man kommer mycket billigare undan med marklösen. Vidare har vi lärt oss att på ett mer avancerat och ekonomiskt sätt använda berget som finns i väglinjen. Det användes som en övre bärmantel, till bärlager (samkross och makadam) samt till belägningsmaterial. Detta har medfört krav på transportabla anordningar i form av krossar och asfaltverk, som då av transportekonomiska skäl placeras mitt ute på väglinjen.

Asfaltbeläggningarna ingår i Sverige i allmänhet i vägentreprenaden. Anledningen till detta är, att man vill att entreprenören skall ansvara för allt arbete ifrån botten upp till toppen. En annan, kanske viktigare, anledning är, att man anser att man skall vara så human mot trafiken att man tidigt lägger på asfaltbeläggningen. Nackdelen är att man får en del skador på asfaltbeläggningen av eftersättningar, som kanske hade kunnat undvikas om man låtit vägen ligga under trafik som grusväg en tid före beläggningen.

Några ord om komprimeringsproblemet: På de allra flesta håll i Sverige, och som jag tror även i Norge, har man mycket svåra jordar att komprimera. Man kan inte få någonting som heter optimal vattenhalt i dem o.s.v. Speciellt blir ju svårigheterna stora när det som de fyra senaste åren bara regnat.

Personligen är jag av den uppfattningen, att vi bygger med väl klena överbyggnader i Sverige. Detta framgår nog också om man jämför med internationell standard. Det är ett ekonomiskt avvägningsproblem, men när man vet hur länge vägarna kommer att få ligga, och vet hur axeltrycket ökar år från år, samt hur trafikintensiteten ökar, så

undrar jag om det inte vore klokt att lägga ett par kronor extra per m² på ett lite kraftigare överbyggnadslager. Vi ha fått en del skador på våra nybyggda vägar. Om det beror på klen överbyggnad eller på de senaste årens regniga väder är svårt att säga. Det är alltid riskabelt att lägga en tät beläggning ovanpå ett vått underlag, på vilket vinterns kyla ganska snart sätter in.

Man hör ibland uppfattningen att vi bygger lite för fort. Det är klart, att när man fått ut pengar, så vill man snabbt ha vägen färdig. I vissa fall, t. ex. då kraftiga och långvariga sättningar väntas, kan resultatet bli bättre om man inte bygger alltför snabbt.

Schakterna äro ekonomiskt problematiska. För att få goda profiler gör man numera stora ingrepp i naturen. Detta för med sig stora skärningar och fyllnader med vattenmättat material under övertryck från sidoterrängen. Då blir schakterna av helt annan svårighetsgrad än förr, då ingreppen inte gick djupare än torrskorpan.

Skall man lägga ner mycket pengar på skärnings- och fyllnadsslänter? I anslutning till tätorter är det givet. Ute i landsbygden tycker jag att Ni i Norge ser mera rationellt ekonomiskt på detta än vi gör. Dylika arbeten äro ju handarbete, som är dyra och orationella.

Alla vet vi att investeringar i vägar äro synnerligen lönsamma. I Sverige önskar vi att vi de närmaste åren skall få råd till och finna det klokt att i stor omfattning investera i byggande av goda vägar. Jag är övertygad om, att Ni i Norge har samma önskan, och uttrycker förhoppningen att denna Er önskan skall infrias i så stor utsträckning som möjligt — gärna i byggande av vackra norska vägar, till vilket Er natur ger så stora möjligheter.

Limt, laminert tre

Anvendelse til fotgjengeroverganger

Sivilingeniør Jarle R. Herje

Limt, laminert tre har nå vært i bruk i ca 60 år forskjellige steder omkring i verden. Men først i de siste årene har det funnet noen større utbredelse i Norge.

Materialet har en rekke særlig gunstige egenskaper som nå ved moderne limtyper, arbeidsteknikk og på grunnlag av lang tids erfaring kan utnyttes på en rasjonell måte.

Formbarhet.

En kan fremstille krumme konstruksjoner hvor det er ønskelig. Men jo krappere krumning de får, jo tynnere lameller må en bruke ved oppbygningen. Det betyr mere arbeid, svinn og lim, og derved høyere pris.

Største lamelltykkelse er vanligvis 1½". Denne bruker en for rette konstruksjoner og for krumme med radius ned til vel 4 m.

Det forhindrer imidlertid ikke at en med brukbart resultat kan gå helt ned til 2,0—2,5 m i enkelte tilfelle.

Lengdene kan gå helt til 25—30 m uten skjøter. Her er en begrenset av transportmulighetene. Materialet er lett å bearbeide, og sammenkobling av forskjellige deler skjer ved beslag, bolter, dybler og stift.

Overflaten kan bearbeides etter ønske fra en grov ubehandlet til en glatthøvlet og pusset flate.

Vekt.

I forhold til bæreevnen er tre meget lett. Som eksempel kan nevnes at en 15 m lang bjelke med en jevnt fordelt nyttelast på 1000 kg/m vil veie ca 15 tonn utført av vanlig betong med rektangulært tverrsnitt, ca 7 tonn av spennbetong, ca 2½ tonn av stål i profil og ca 1½ tonn av laminert tre.

Varighet.

Innebygget og beskyttet slik at sopp, råte og insekter ikke får tak, er tre praktisk å regne som uforgjengelig. Erfaringer synes å tyde på at limt, laminert tre har noenlunde tilsvarende egenskaper.

Skal konstruksjonene utsettes for væte, bruker en vannfast lim, gjerne i forbindelse med trykkimpregnerte materialer. Til impregnering brukes helst salter. Overflaten kan gis forskjellig behandling. Best er beis, lakker og særlig oljer. Dekkende maling er ikke alltid heldig. Treet lever, og resultatet kan bli generende riss, særlig hvis fuktigheten i begynnelsen varierer i vesentlig grad, og konstruksjonshøyden er stor.

Brannstabilitet.

De grove, limte, laminerte konstruksjonene er tungt antenkelige og underholder selv ikke forbrenningen. De er derfor brannteknisk gunstige.

Kvalitetskrav.

Beregningene av konstruksjonene baseres på vanlig kjent statikk, samt bygningsforskrifter og Norsk Standard. For også å ha fremstillingen under kontroll, er det opprettet et Lamineringsutvalg med representanter bl.a. Rådgivende Ingeniørers Forening og Norsk Treeteknisk Institutt. De har utarbeidet detaljerte regler for fremstillingen. Bedrifter som følger disse regler og underkaster seg kontroll av Norsk Treeteknisk Institutt, får en godkjenning av Lamineringsutvalget.

Ønskes denne kvalitetsgarantien, kan en undersøke om den aktuelle bedriften er godkjent.

På den måten kan en sikre seg å få et produkt frem-



Fig. 1. Fotgjengerovergang ved Lysaker.

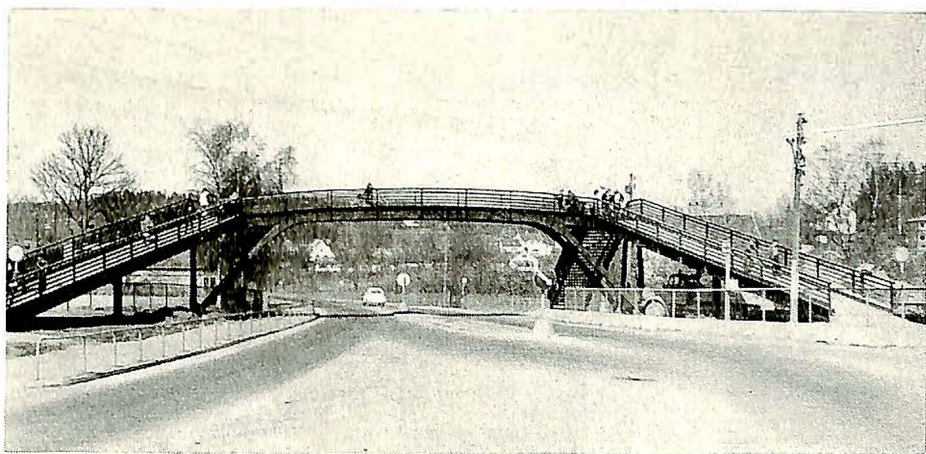


Fig. 2. Overgang ved Nesbru.

stillet i overensstemmelse med de krav erfaring og teori stiller.

Til fotgjengeroverganger er det i enkelte tilfelle nyttet bærekonstruksjoner av limt, laminert tre. Dette er i og for seg små konstruksjoner, men allikevel hyggelige oppgaver. De er ikke like. For hvert nytt prosjekt har en høstet erfaringer som har resultert i forbedringer, i alle fall etter ens egen mening.

En del forhold har en betraktet som de primære:

Fotgjengerens behov, montasjetid, konstruksjonsprinsipper, vedlikeholdsutgifter, fleksibilitet, økonomi, estetikk.

Fig. 1 viser en overgang ved Lysaker, bygget for Bærum kommune i januar 1962. Det er hva en kan kalle en klassisk brukonstruksjon med hovedbæring ved en treleddbue, hengestenger på midtpartiet og sidestøtter. Minimum 4,5 m fri høyde i en bredde på 22 m. Spennvidden for buen er 29,2 m. Adkomsten skjer ved ramper. Total lengde på banen er 76 m og total vekt eksklusive fundamenter er ca 21 tonn.

Fig. 2 viser en overgang ved Nesbru. Her er brukt en treleddramme med sidestøtter. Spennvidden er 22 m, total lengde 66 m, minimum fri høyde er 4,5 m i en bredde på 11 m. Adkomsten er på den ene siden en rampe, og den andre siden både rampe og trapp.

Brodekket er krysslagte bord og bredden 2,2 m. Total vekt for hele konstruksjonen er ca 18 tonn. Sammenføyninger og fester til fundamenter er utført med

mutterskruer. For å få midtspennet på plass, måtte vegen sperres i 2 timer. Delvis sperring var ikke nødvendig i tillegg til dette. Rammebenene er skrå-stillet, og sammenbundet med strekkstag av stål for å sikre sidestivhet. Dette betød en komplikasjon montasjemessig, men ble funnet ønskelig av hensyn til stivheten.

Rekkverket er trelekter og netting på stålstendere.

Fig. 3 er fra Fagerheim i Skoger kommune. Midtpartiet er også her en treleddramme, spennvidde 15 m, total lengde 39 m. Minimum fri høyde er 4,5 m i 8 m bredde. Adkomsten er rampe på begge sider. Rammebenene er parallelle og avstivet med diagonaler av tre. Dette forenkler montasjen vesentlig uten å redusere stivheten. Overgangen ble levert fra fabrikk i 4 deler: 2 rammehalvdeler og 2 ramper. Montasjen av disse delene tok ialt ca 60 arbeidstimer. Vegen måtte sperres i 3 timer.

Rekkverket er i netting på stålstaver. Totalvekt av hele konstruksjonen er ca 10 tonn. Delene er boltet sammen og kan lett demonteres.

Alle 3 overganger er utført av trykkimpregnerte materialer. De 2 første er gitt en mørk overflatebehandling, den siste en farveløs bestrykning som ikke dekker trematerialenes kulør.

Fotgjengernes behov og vaner er vanskelig å vurdere fullt ut. At behovet for overganger er stort mange steder, kan en lett registrere. Men hvordan skal en sikre seg at overgangene blir brukt? Blir de det ikke,

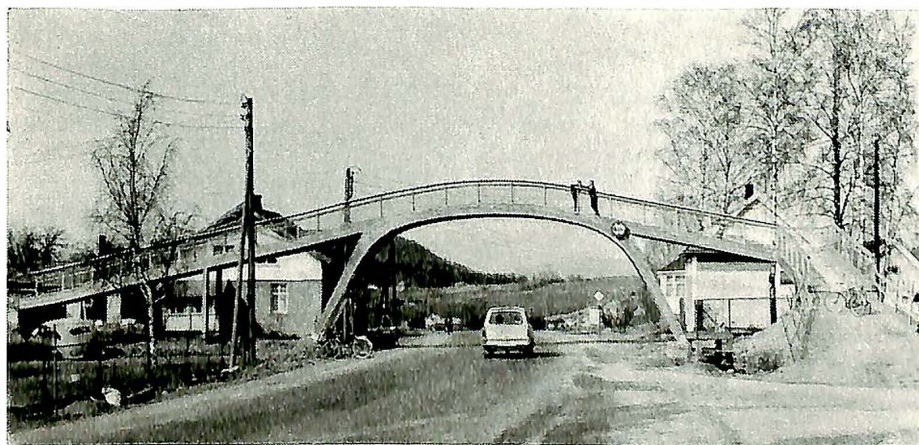


Fig. 3. Overgang ved Fagerheim i Skoger.

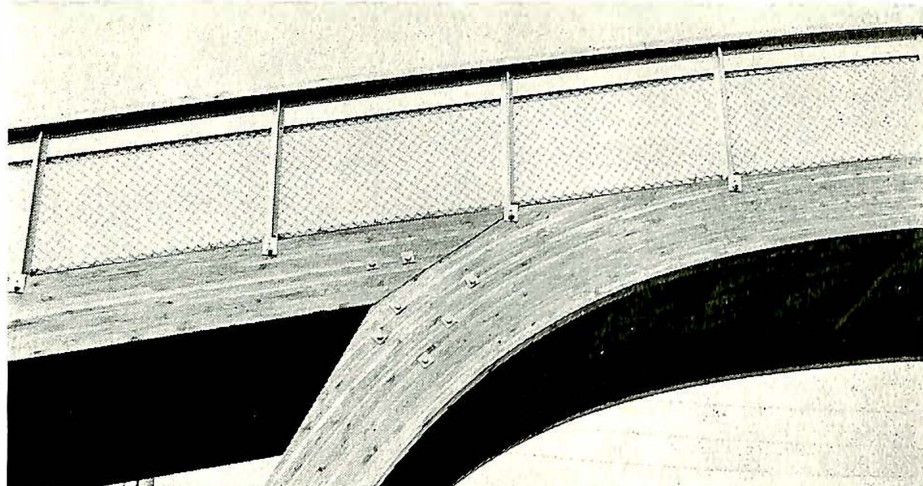


Fig. 4. Detalj fra overgangen ved Fagerheim.

er det en fordel å kunne flytte eller forandre konstruksjonen på en relativt enkel måte. Tidene skifter fort, forandring i behov trafikkmessig, samt krav til omgivelsene kan gjøre det ønskelig å fjerne konstruksjonene. Dette er alt forhold som tyder på at limt, laminert tre passer meget bra til å dekke dette spesielle behovet. Det gir oss relativt lette og fleksible konstruksjoner.

Men selv i en såvidt enkel sak som dette, merker en spesialiseringen. På den ene siden har en trafikkteknikeren, på den andre siden trekonstruktøren. De har teoretisk og praktisk kjennskap til hvert sitt felt. Et samarbeid kan føre til positive resultater. De 3 eksemplene som er nevnt foran, kan tjene som, om ikke noen norm, så i all fall som et utgangspunkt.

Vegsjef Helge Skagseth fratrer.

I henhold til aldersgrenseloven fratrådte vegsjef Helge Skagseth sin stilling som sjef for Nord-Trøndelag fylkes vegvesen den 31. januar i år.

Skagseth tok artium i 1913 og avgangseksamen fra NTH i 1917. Etter å ha tjenestegjort som assistentingeniør i Nord-Trøndelag ble Skagseth i 1924 ansatt som avdelingsingeniør i Nordland fylke. I 1926 flyttet han til Oppland og i 1929 til Møre og Romsdal fylke som avdelingsingeniør. I 1943 ble Skagseth utnevnt til vegsjef i Troms fylke, hvilken stilling han innehadde til han etter ansøking ble forflyttet til Nord-Trøndelag.

Det har i løpet av hans 48-årige tjenestetid foregått en rivende utvikling på vegbyggingens og vegtrafikkens område. Da Skagseth i denne tid har vært med på å bygge ut våre kommunikasjoner i forskjellige deler av vårt land, har han ervervet seg inngående kunnskaper på dette område, som er kommet vegvesenet til gode.

Det var store og interessante oppgaver som skulle løses. Av betydelige arbeider som han med glede kan se tilbake på er den berømte Trollstegvegen i Møre og Romsdal og Storlivegen i Nord-Trøndelag fylke.

Ved siden av sitt arbeide som vegmann har Skagseth hatt flere offentlige og private hverv. Blant annet har han vært medlem av Troms jernbanekomité og Harstad og Troms Innland rutebilstyre.

Vegsjef Skagseths virke har alltid vært preget av stor interesse for vegvesenets ve og vel og når han nå

trækker seg tilbake som vegmann, har vi sikkert alle med oss når vi ønsker ham alt godt i årene fremover. Skagseth er R. S. V. O.

Vegsjef Torleif Nordang fratrer.

Torleif Nordang fratrådte sin stilling som vegsjef i Telemark den 1. desember 1964 etter nådd aldersgrense.

Vegsjef Nordang har eksamen fra Trondheims tekniske skole 1914 og tiltrådte samme år i vegvesenet. I sin vel 50-årige lange tjeneste som vegingeniør har han arbeidet i seks av landets fylker, derav den lengste tid i Hedmark, Nordland og Telemark. Fra 1947 har Nordang vært vegsjef, først i Nordland og fra 1957 i Telemark fylke.



Vegsjef Nordang har nedlagt et betydelig arbeid som vegingeniør og alltid hatt et åpent blikk for de krav utviklingen førte med seg, såvel når det gjaldt planlegging som bygging og vedlikehold av våre veger. Han er således en av de første som kom igang med maskinplanering på veganlegg her i landet, i den tid han arbeidet i Hedmark fylke.

I de siste årene har han, som vegsjef i Telemark, bl. a. gått inn for en rask og planmessig utbygging med faste vegdekker og oljegrusdekker på de viktigste hovedruter i dette fylke og har i løpet av få år oppnådd betydelige resultater.

Når han nå er trådt tilbake som vegsjef, gratulerer vi ham med innsatsen og ønsker ham fortsatt mange gode år.