

Bymotorveg gjennom Oslo sentrum?

Oslo Byplankontor har fremlagt en interessant traséutredning med tilhørende kostnadsoverslag for en bymotorveg gjennom Oslos sentrale byområder. Bymotorvegen skal være et nødvendig supplement til det hovedvegnett som allerede er besluttet utbygget i Oslo.

Traséutredningen er en grundig videreføring av Transportanalysen av 1965. I 8 kapitler omtales bakgrunn og problemstilling, forutsetninger og prognoser, behovet for differensiert vegsystem, analyse av alternative traséer, sammenligning med transportanalysen, etappeutbygging, hva er viktig å ta standpunkt til nå, sammendrag og anbefalinger. Planen skal behandles av de folkevalgte organer høsten 1968.

Bakgrunn

Regionplanen for Oslo-området forutsetter at bebyggelsen hovedsakelig vil spre seg i tre kontrollerte retninger, nemlig vestover (Asker—Bærum), nord-østover (Skedsmo—Lørenskog) og sydover (Ski—Oppegård) fra Oslo sentrum. Det sentrale byområde antas å få ca 150 000 arbeidsplasser med en høy grad av kollektiv trafikkdekning, idet fri bruk av egen bil ikke kan realiseres. Likevel regner regionplanen med nødvendigheten av en ny indre innfartsåre av motorvegstandard fra vest (Jarlinjen) frem til «Skøyen Nordre» vest for Frognerparken, Djupdalslinjens avgrening til Hasle (Haslelinjen) fra nord-øst og Europavegens fremføring til Ryen fra syd. Ved disse punkter stopper foreløpig motorvegene brått opp, og innenfor ligger stort sett bare et udifferensiert nett av eldre boligater og noen få hovedårer. Rent miljømessig må boligstrøk og arbeidsområder — inklusive sentrum — skånes for ren gjennomgangstrafikk. Gater med blandet trafikk har dessuten en skremmende høy ulykkesfrekvens. Utredningen sammenholder imidlertid dette blandede gatenetts kapasitet med de kontrollerte prognoser for trafikkutviklingen, og

påviser klart behovet for innføring av et differensiert vegsystem i Oslo sentrum hvor det overordnede ledd må utgjøres av en bymotorveg som binder sammen Jarlinjen, Haslelinjen og Europavegen.

De alternative traséer

Med de terreng- og bebyggelsesforhold som eksisterer i det aktuelle området, byr det på store problemer å finne frem til den trasé som — flest mulig forhold tatt i betraktning — medfører de færreste ulemper til de laveste kostnader.

Planleggingsoppgaven har vært å forbinde de tre hovedinnfartsveger, og det har vært naturlig å dele opp forbindelsen i fire avsnitt. Hver av disse er studert i flere løsninger (parseller) hvorav et begrenset antall er nøye vurdert (se fig. 1):

K-parsellene

— fra «Skøyen Nordre» i vest til tunnelinnslaget øst for Bislett, omfatter tre traséer (K I, K II og K III), hvorav K I er utredet med to alternative utforminger (b og c) av krysset ved Bislett.

K IV-traséen ble sjaltet ut på et tidlig tidspunkt.

Midtparsellen

— fra tunnelinnslaget øst for Bislett til Sofienbergparken (Seilduksgata/Kirkegårdsgata/Rathkes gate) omfatter én trasé som er utredet med to alternative utforminger (a og b) av krysset på Grünerløkka og øvrige tilknytninger til vegnettet.

T-parsellen

— fra Sofienbergparken (Seilduksgata) til Hasle omfatter bare én trasé (T II), idet T I-traséen ble sjaltet ut på et tidlig tidspunkt.

A-parsellene

— fra Sofienbergparken (Kirkegårdsgata/Rathkes gate) til Ryen omfatter tre traséer (A I, A II og A III).

For hvert avsnitt er parsellene sammenlignet på grunnlag av teknisk/økonomiske beregninger og miljømessige og funksjonelle egenskaper.

Kostnadsberegningene er utført separat for de to hovedkategorier — byggekostnader og grunn- og firmaerstatninger.

Overslagene for byggekostnadene er utarbeidet av Ingeniørene Bonde & Co. i nært samarbeide med Oslo veivesen. Beregningsgrunnlaget har vært planer og profiler i målestokk 1:2000 for alle de aktuelle trasé-alternativer. Foruten de bygningsmessige arbeider på selve motorvegtraséen — med ramper — er det i overslagene også tatt med belysning, ventilasjon av tunnelstrøkninger, nødvendige utbedringsarbeider i tilstøtende gater samt kostnader ved omlegging av vann- og kloakkledninger, telefon-, telegraf- og andre kabler og ledninger.

Rapporten fremhever at det har liten hensikt i dag å prøve å finkalkulere et vegprosjekt som i beste fall vil bli fullført om 20—25 år, og sannsynligvis delvis under andre økonomiske forhold. Derfor gjelder det for alle kostnadsoverslagene at man først og fremst har forsøkt å skape et grunnlag for sammenligning av traséene.

Det anbefalte alternativ

Ved vurderingen av ulemper og kostnader må Byplankontoret nødvendigvis sammenligne traséene ut fra dagens forhold og forutsetninger. Når det gjelder de funksjonelle egenskaper, kan man derimot basere beregningene og sammenligne med en fremtidig situasjon — med fremtidige trafikkstrømmer. Det er foretatt i alt fire prøvinger av tre forskjellige nett etter samme metode som transportanalysen. Ved å sammenligne prøvene har det vært mulig å måle f. eks. hvor effektivt de enkelte løsninger tjener som avlastning for det øvrige vegnett. Man har også kunnet studere traséens svakeste ledd, f. eks. kryssene, og har utformet disse på grunnlag av kapasitetsberegningene.

Med utgangspunkt i statistikk over utkjørte vogn-km i de forskjellige nett, har det også i noen tilfeller vært sammenlignet kjørekostnader.

I tillegg til de ovenfor nevnte målbare bedømmelseskriterier — kostnader og funksjonelle egenskaper — har Byplankontoret lagt avgjørende vekt på miljømessige kvaliteter. Alternativene er bedømt med hensyn til hvilke ulemper de medfører i forhold til eksisterende bebyggelse. Spesielt er det tatt hensyn til fredede og bevaringsverdige bygg og bymiljøer. I noen tilfeller er det også

lagt vekt på at traséene åpner muligheter for byfornyelse i strøk som i dag har en lav standard. Mulighetene for hensiktsmessige utbyggingsetapper er også vurdert.

På dette samlede vurderingsgrunnlag er Byplankontoret etter systematisk gjennomgåelse av parsellene, kommet frem til at følgende parseller til sammen utgjør «beste» alternativ for en bymotorveg:

K I alternativ c, Midtparsellen alternativ a (alt. B), T II og A II.

Det samlede kostnadsoverslag for denne trasé blir 804 mill. kr, hvorav 92 mill. til grunn- og firmaerstatninger. Hvis midtparsellen alt. b foretrekkes, blir tallene henholdsvis 790 og 99 mill. kroner.

Den foreslåtte trasé går fra vest stort sett i terrengnivå til Frogner stadion, hvor det er kontakt med Sørkedalsvegen, senkes under Kirkevegen, går dels i fjelltunnel og dels i jordtunnel til toplanskryss ved Bislett stadion, videre i fjelltunnel til kontakt med Maridalsvegen, videre i bru over Akerselva til Grünerløkka, hvor et flerplanskryss forbinder de tre motorvegtraséer. Fra Grünerløkka går Haslelinjen i skjæring til kryss med Chr. Michelsens gate/Dælenenggata, videre i bru over Trondheimsvegen med kontakt til denne, videre i fjelltunnel frem til Hasle. Fra Grünerløkka går Europavegens trasé i høybru langs Jens Bjelkes gate med kryss ved Sars gate (Nylandsvegen—Trondheimsvegen), videre frem til kryss ved Økernvegens forlengelse, i fjelltunnel under Søndre Kampen til kontakt med Strømsvegen, følger Strømsvegen til Etterstad, stiger så i en høy bru over Lodalen og følger terrengnivå frem til kryss ved Ryen.

Fig. 2 viser den forventede trafikkbelastning omkring år 1990 på det foreslåtte system av bymotorveger og differensiert gatenett.

Sammenligning med Transportanalysen

Transportanalysen av 1965 (TA) anbefalte et «vegnett C» som imidlertid var noe mer omfattende og kapasitetsterkere enn det nå foreliggende forslag.

En sammenligning mellom TA og TU (Traséutredningen) viser at den anbefalte bymotorveg byr på kostnadmessige, funksjonelle, trafikktekniske og miljømessige forbedringer, samtidig som systemene i hovedtrekkene har meget til felles. Forbedringene er blitt mulige ved en betydelig mer detaljert gjennomgåelse av traséproblemene.

En nøyaktig kostnadmessig sammenligning mel-

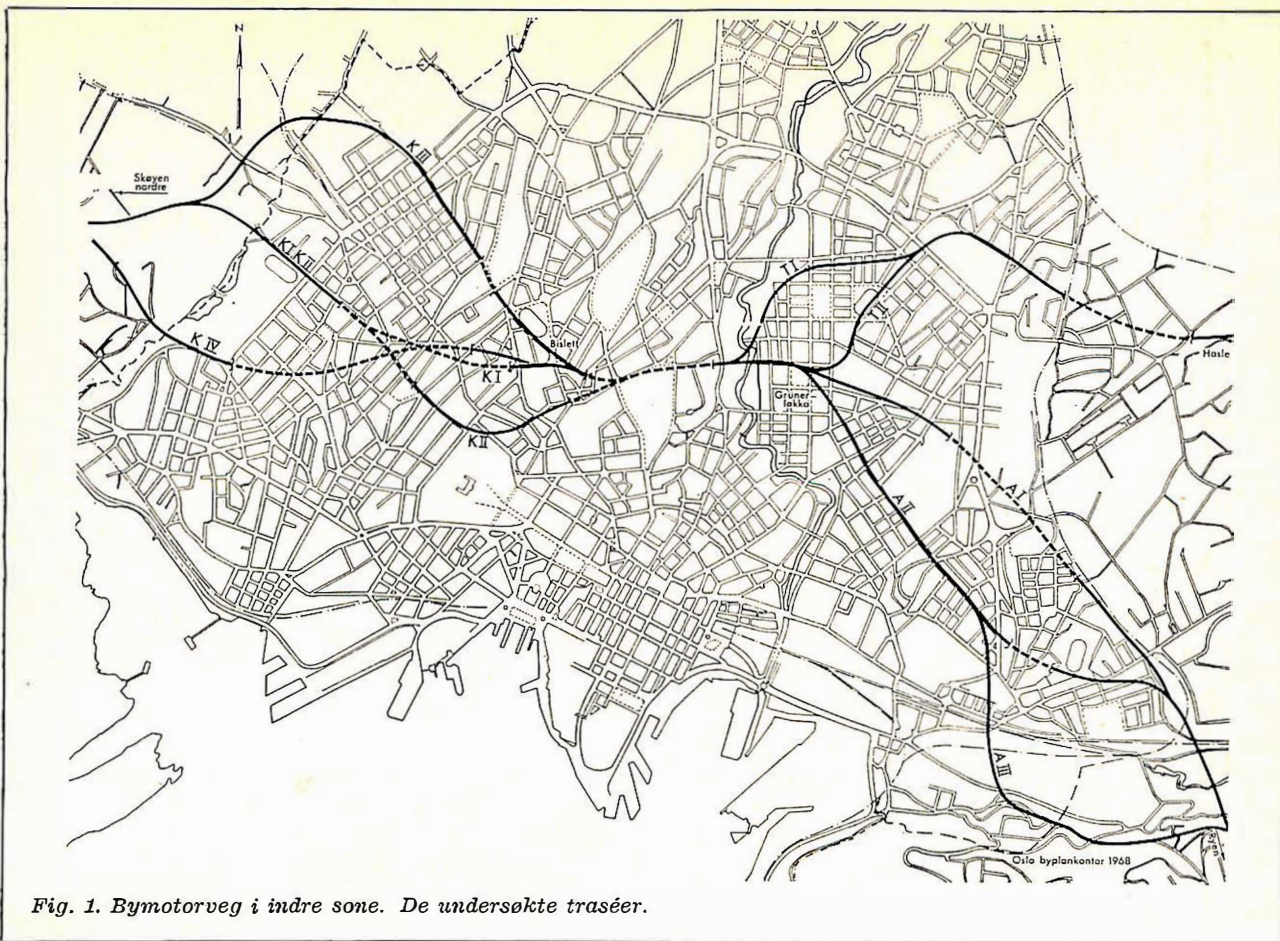


Fig. 1. Bymotorveg i indre sone. De undersøkte traséer.

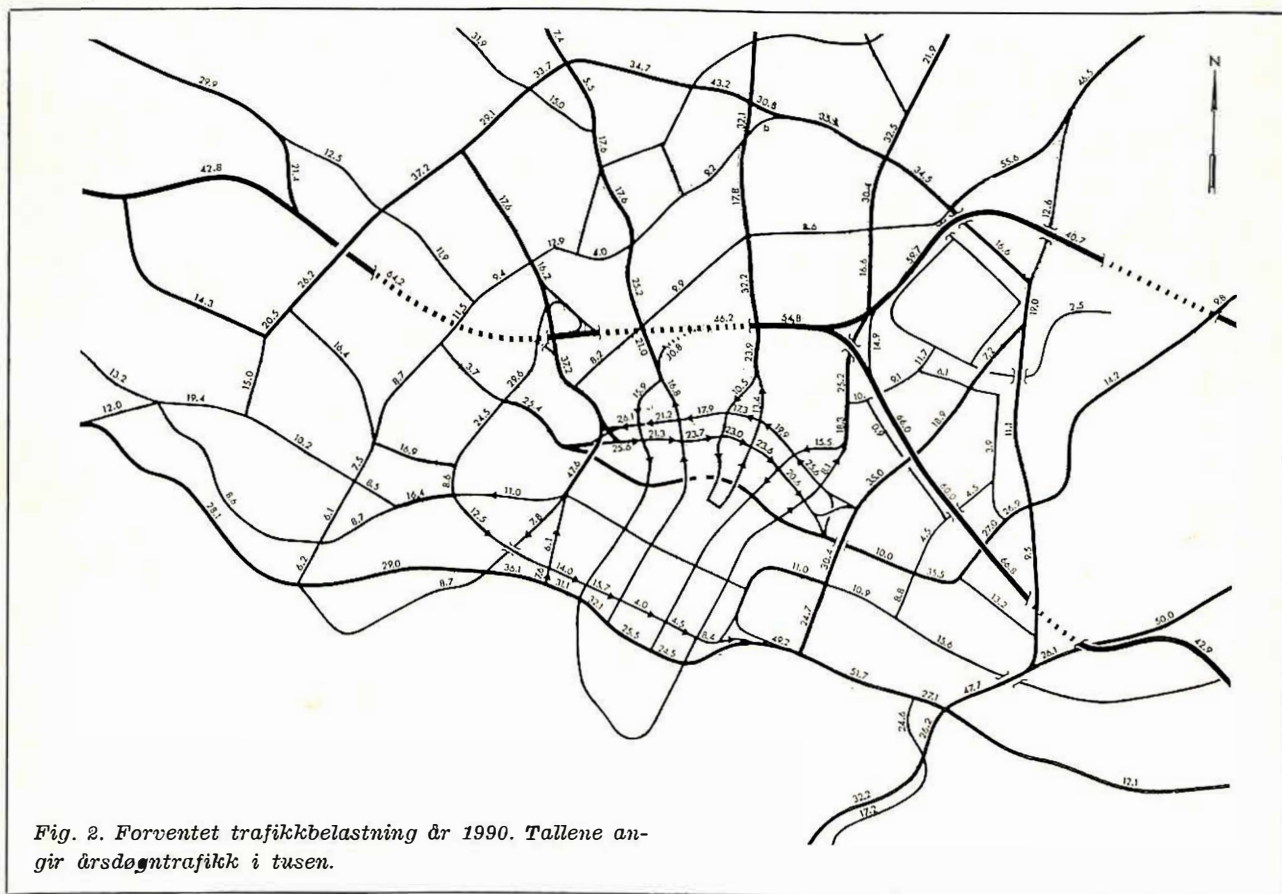


Fig. 2. Forventet trafikkbelastning år 1990. Tallene angir årsdøgntrafikk i tusen.

lom TA og TU synes vanskelig, men en sammenligning mellom det anbefalte motorvegnett og den del av transportanalysens «vegnett C» som fyller samme trafikkoppgave, viser at totalomkostningene for TA er 1029 millioner kroner i 1965 og for TU er 804 millioner i 1968. Firmaerstatninger er tatt med bare i TU's tall.

Det er på dette grunnlag berettiget å hevde at den foreliggende trasé kostnadmessig sett er vesentlig gunstigere enn motorvegen i «vegnett C».

Like viktig som kostnadsforskjellen for selve motorvegtraséene, er imidlertid de beløp som indirekte kan spares. Fordi man har fått en gunstigere fordeling av trafikken på nettet, kan hurtig-gaten fra Frogner plass til Etterstad via Hausmanns gate, som i TA var forutsatt å koste 580 mill. kroner, nå opparbeides i en lavere standard og dermed også til lavere kostnader.

Byplankontoret anmoder nå om vedtak for at soneplanen for de sentrale byområder skal utformes etter prinsippet om differensierte trafikkstrømmer, vedtak om å reservere en korridor for en fremtidig motorveg og at det tas standpunkt til hvilken trasé som skal reserveres.

Traséutredningen skisserer også en utbyggingsplan for vegnettet oppdelt i fire 5-årsperioder, hvorav 1. etappe medgår til å ruste opp nåværende hovedvegnett og de neste etapper gjelder utbyggingen av bymotorvegen. Etappeplanen virker hensiktsmessig og vel gjennomtenkt, men tempoet er vel noe optimistisk i relasjon til de hittil gitte riksvegbevilgningers størrelse i Oslo.

Bymotorvegens geometriske standard

Som geometrisk standard på bymotorvegen er forutsatt en dimensjonerende hastighet på 70 km/h og følgende grenseverdier for traséringselementene:

	Hovedårer	Ramper
Horisontal radius	200 m	25 m
Stigning/fall	5 %	7 %
Høybrekkskurve	2000 m	500 m
Lavbrekkskurve	1500 m	500 m

Det finnes ingen vedtatte normer for normalprofiler for bymotorveger, men traséutredningen er basert på følgende typiske bredder:

Kjørebanebredde	3,5 m	For énsprede ramper	
Kantsteinsklaring	0,5 m	anbefales:	
Bankett	2,5 m	Kjørebanebredde	5,0 m
Midtrabatt	2,0 m	Bankett	2,0 m

For lengre bruer anbefales en reduksjon av midtrabatten til 1,0 m og en reduksjon av bankettene til 1,5 m.

Tunnelene er utformet med to adskilte løp, ett for hver kjøreretning. Hvert løp har tosidige banketter hver 1,5 m brede.

Relative byggekostnader

Grunnforholdene i Oslo sentrum er meget kompliserte, og når det velges å føre motorvegen frem i et annet nivå enn marknivå — der terrengforholdene tillater dette — medfører det meromkostninger.

Det er regnet med en gravedybde i jord på 4—5 m uten å risikere opppressing av bunnen. Hvis jordskjæringen er større og antatt fjell ikke ligger dypere enn 10—12 m under nåværende terreng, rammes og avstives en kraftig spuntvegg til fjell. Ligger derimot antatt fjell dypere, kan uttak av masse bare skje ved svært kostbare og kompliserte metoder. En metode er å arbeide under overtrykk, og det var denne som ble anvendt for Tunnelbanen mellom Enerhaugen og Jernbanetorget stasjon.

På basis av kostnadsoverslagene har en sammenlignet prisene pr m² bymotorveg og fått følgende forholdstall:

Motorveg i terrengnivå	1,0
Motorveg forsenket 2 m	1,6
Motorveg forsenket 5 m	7,9
Motorveg i lukket kulvert (graving under trykk)	20,8
Motorveg i fullt utstøpt fjell tunnel	11,1
Motorveg i bru	6,1

De forsenkede traséer får dessuten tilleggsomkostninger til omlegging av eksisterende lednings- og gatenett.

Kjell Backer

Hovedvegene i Oslo

Vegsjefen i Oslo har utgitt en prisverdig klar og instruktiv publikasjon om utbyggingen av hovedvegene i Oslo. Publikasjonen henvender seg til publikum, folkevalgte og fagfolk og kan tjene som et mønster på saklig og god informasjon fra en offentlig vegetat.

Hvorfor er det nødvendig å bygge ut et hovedvegnett i Oslo, hvilke veger består dette nett av, hva er hittil bygget ut og hva gjenstår? Uten å omtale hver enkelte vegprosjekt i detalj, vil Norsk Vegtidsskrift gjengi vegsjef P. H. Ulstads innledningsavsnitt med kart over hovedvegnettet og den instruktive oversikt over utbygningsstatus.

På side 157 i dette nummer bringer vi en omtale av Oslo byplankontors nye traséutredning for en overordnet bymotorveg gjennom Oslos sentrale byområder.

Oslo trenger flere og bedre gater og veger, både fordi befolkningen i hovedstaden øker og fordi det blir mer og mer vanlig å ha bil. Om 25 til 30 år vil det — ifølge transportanalysen av 1965 — være omkring 450 000 biler i Oslo og distriktet omkring, eller omtrent tre ganger så mange som nå.

Byggingen av gater og veger er først og fremst avhengig av bevilgninger fra stat og kommune, men også ferdige reguleringsplaner og nødvendige grunnervervelser er i høy grad med på å bestemme tempoet i utviklingen. Dessuten må det tas hensyn til at livet i byen må gå sin gang mens gate- og vegnettet legges om og tilpasses aktuelle og fremtidige behov. Det virker også inn på utviklingen at bl. a. meget av Oslo ønskes bevart av historiske og miljømessige grunner.

Fordi ingen med bestemthet kan si hvordan trafikken vil arte seg på lengre sikt, kan det ikke legges en fast og ufravikelig gate- og vegplan. Utbyggingen må foregå i etapper mot mål som justeres etter hvert. Det er planleggerens oppgave å se fremover og peke på de forskjellige alternativer for dekning av trafikkbehovet i hovedstaden, mens de folkevalgte gjennom sine disposisjoner skal på-

virke utviklingen mot det som er til felles beste for innbyggerne.

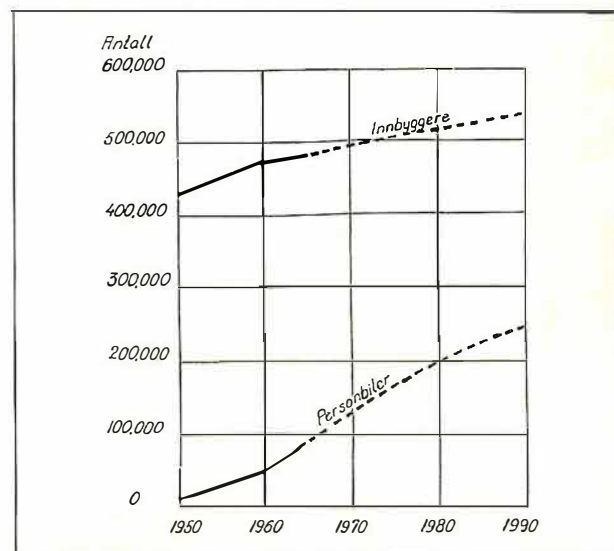
Befolkningen

I transportanalysen av 1965 fra Oslo byplankontor blir det regnet med at befolkningen i Oslo-området (det gjeldende regionplanområde) vil øke fra ca 750 000 til omkring 1 125 000 personer i 1990, mens tallet på innbyggere i selve Oslo ventes å gå opp til 550 000.

Antagelig vil fremtidens befolkning i Oslo ønske både å ha fordelene ved å bo i en stor by og muligheter for lett adkomst til naturen. Etter prognosene har i 1990 minst hver tredje innbygger sin egen bil, og den vil de bruke når det passer dem. Samtidig vil befolkningen forlange at ulempene ved bilene blir aktivt bekjempet, slik at ulykker, støy og luftforurensning kan reduseres.

I transportanalysen regnes det med at ikke alle innbyggere til enhver tid og i samme grad kan få

Fig. 1. Antatt befolkningsvekst og personbilutvikling for Oslo fra 1950—1990.



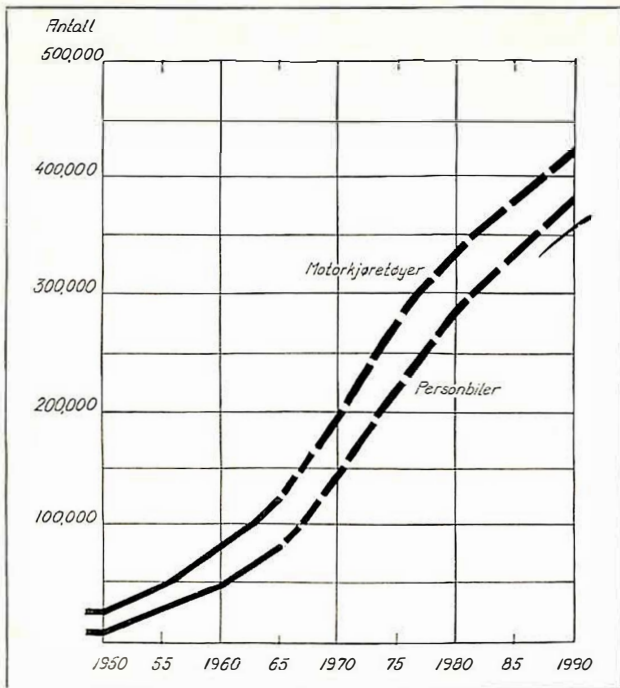
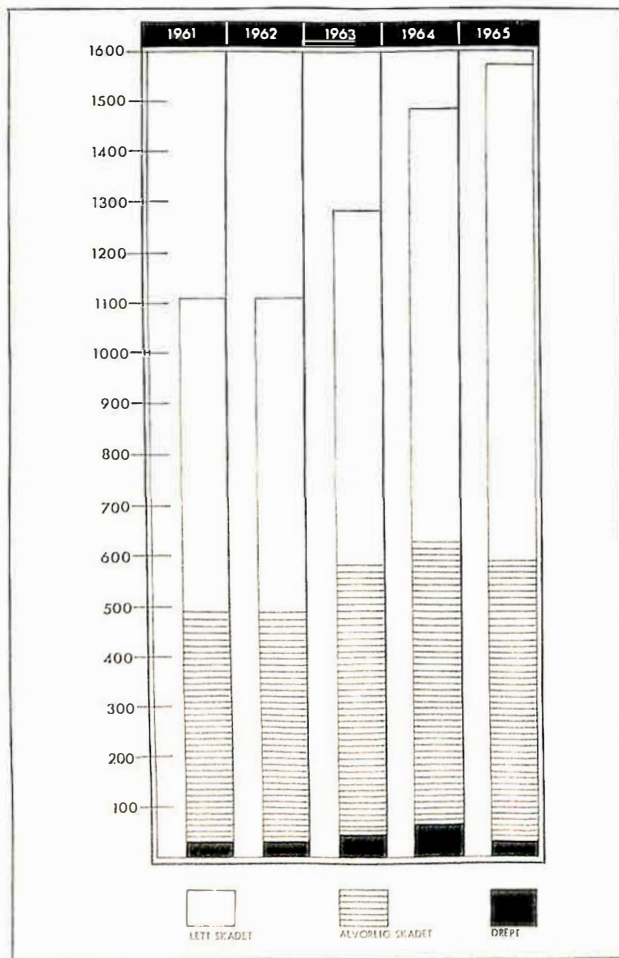


Fig. 2. Antatt utvikling av antall personbiler og motor-
kjøretøyer for Oslo-området (Oslo — Asker — Bærum
— Nittedal — Oppegård — Nesodden) (etter Norsk
Vegplan).

Fig. 3. Trafikkulykker i Oslo 1961—1965.



sine ønsker oppfylt. Samtidig fremholdes det at hensikten med den langsiktige planlegging må være å organisere byområdet slik at folk får størst mulig valgfrihet med hensyn til lokalisering av arbeidsplass og bolig, foruten ved disponeringen av sin fritid. Også ønsket om en økonomisk avvikling av godstrafikken nødvendiggjør en langsiktig planlegging.

Trafikkutviklingen

Mens det nå er 230 biler pr 1000 innbyggere i Oslo, er det forutsatt mellom 350 og 400 om 25 til 30 år. Det betyr at hver husholdning da har sin egen bil.

Konsekvensen av økende biltetthet og befolkning blir at mest mulig av trafikken må ledes utenom Oslo sentrum. Det må derfor bygges hurtigveger med stor kapasitet som ringer rundt de sentrale bydelene.

Ringene nærmest sentrum vil dannes av Grunnlinjen i syd, Hausmanns gate — Nordahl Bruns gate i nord og Huitfeldts gate (med ny trasé fra Drammensvegen til Filipstad) i vest. Denne ring vil skjerme sentrum mot trafikk som ikke nødvendigvis må innom bykjernen. Dessuten vil den føre sentrumsrettet trafikk frem til fordelingsgatene og gi adgang til større parkeringsanlegg i sentrumsranden.

Ulykkene

Med bilene følger ulykker og uhell. Utviklingen i Norge viser — som i andre land — at det i økende grad er fotgjengerne som må lide. Tall fra Oslo forteller at det blir mer og mer farlig å ferdes i byen. Fotgjengerne i sentrum utgjorde 62 prosent av de personer som i 1962 ble skadet ved trafikk-uhell der, mot 44 prosent i den ytre sone.

Trafikkulykkene inntreffer hyppigst i strøk med blandet trafikk, som i sentrum, og det samme gjelder for andre steder med sammenblanding, f. eks. Trondheimsvegen fra Sinsenterrassen til Finnmarkgata. Hyppigheten av ulykker øker på steder hvor mange ferdes i nærheten av sterkt trafikkerte åre, som på Trondheimsvegen ved Aker sykehus og ved krysset nær Bjerkebanen. Drammensvegen, som er en moderne bilveg med toplanskryss og fotgjengerbruer, har langt lavere ulykkestall.

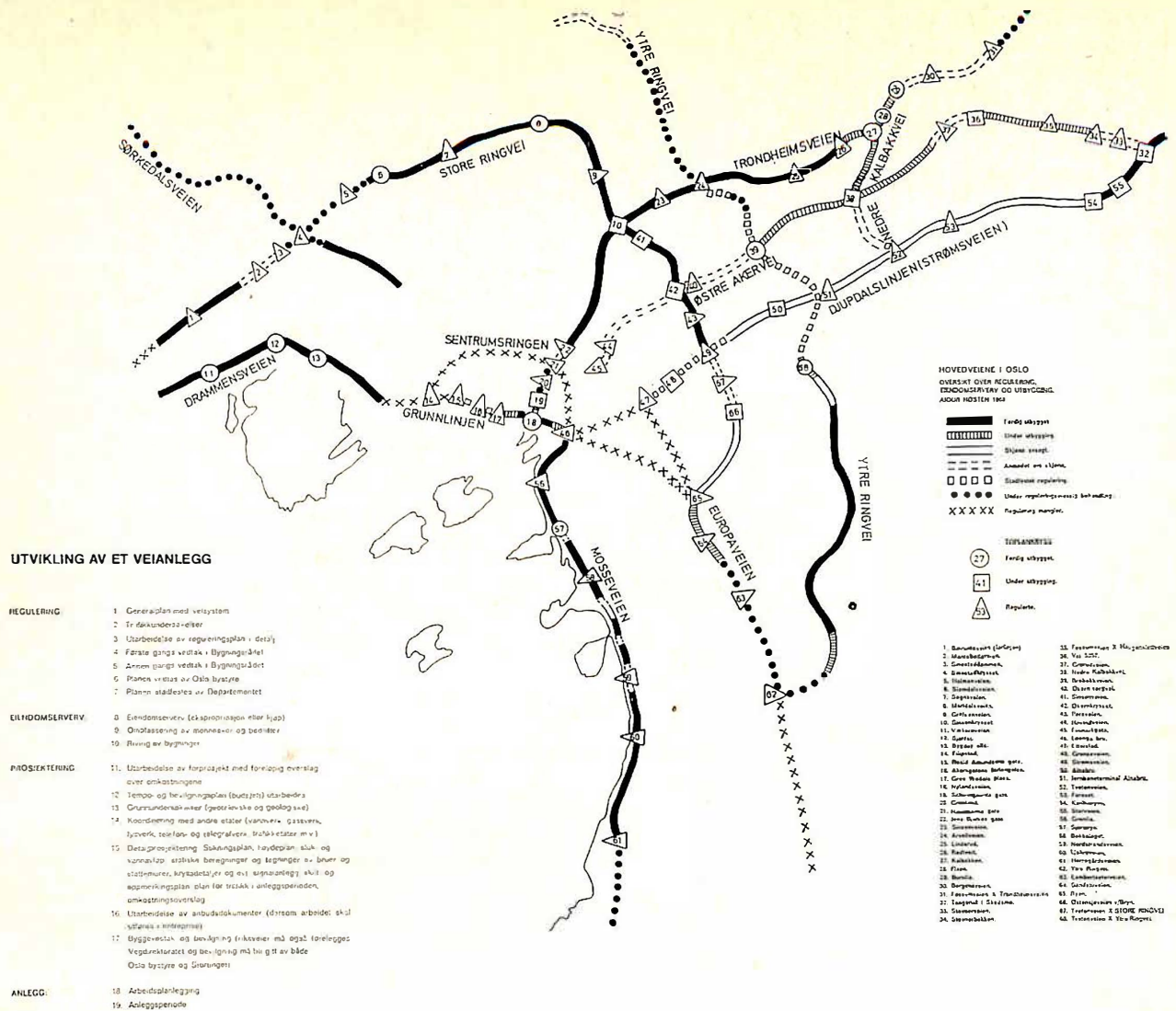


Fig. 4. Oversikt over regulering, eiendomsserverv og utbygging.

Oversikt over hovedveiene i Oslo	Lengde i km	Grunnervervelse			Skatte-takst mill. kr.	Medgatte omkost. mill. kr.	Gjen-stående omkost. mill. kr.
		Leilig-heter	Kontorer og forretn.	Verkst. lagre bensinst.			
1 Drammensvegen	5.3	—	—	—	—	30.0	—
2 Sørkedalsvegen	5.3	Reguleringen uklar			—	5.7	—
3 Trondheimsvegen	14.0	182	27	8	3.4	35.0	64.0
4 Djupdalsvegen	10.5	56	2	6	—	—	115.0
5 Europavegen	12.0	—	—	—	—	1.0	85.0
6 Mossevegen	10.0	7	2	—	0.26	28.0	24.0
7 Østre Aker veg	11.0	28	8	5	1.40	12.5	37.0
8 Grunnlinjen	2.8	—	—	—	—	22.0	55.0
9 Store Ringveg	17.0	6	—	1	0.28	43.0	40.8
10 Ytre Ringveg	16.0	—	1	—	—	6.8	37.0
11 Sentrumsringen	—	Reguleringen uklar			—	—	—
12 Nedre Kalbakkveg	2.3	—	—	1	—	—	7.0

Nettet av hovedveger

Motorveger og hurtigveger vil utgjøre nettet av hovedveger. Blant disse må det finnes radiale innfartsveger som leder mot sentrum og havnen, fordi både fjerntrafikk og trafikk fra Oslo-området vil være rettet dit.

Motorvegene har en ren trafikal funksjon og skal utelukkende betjene biltrafikken. Det må derfor stilles strenge krav til disse vegers standard. Bl. a. må de dimensjoneres for en hastighet på vanligvis mellom 80 og 100 km i timen og de bør ikke ha kryss i plan.

Hurtigvegene er også veger av høy standard, men disse tillates brukt av blandet og langsommere trafikk og av fotgjengere, muligens også av syklistene. Den slags veger har ofte flerplan-kryss, men det kan også hvor forholdene tilsier det, være lysregulerte kryss.

Oslo veivesen er kommet til at hovedvekten av utbyggingen i årene fremover bør legges på tolv veger. Disse veger bør ha høyeste prioritet når det gjelder prosjektering og grunnervervelse. I forbindelse med utbyggingen må det finnes en løsning på de problemer den skaper for private og for næringslivet.

Innfartsveger

- 1) Drammensvegen
- 2) Sørkedalsvegen
- 3) Trondheimsvegen
- 4) Djupdalslinjen
- 5) Europavegen
- 7) Østre Aker veg

De seks første er eller vil bli riksveger.

Ringgater og gjennomfartsgater

- 8) Grunnlinjen
- 9) Store Ringveg
- 10) Ytre Ringveg
- 11) Sentrumsringen
- 12) Nedre Kalbakkveg

Grunnlinjen og Store Ringveg er riksveger. Sentrumsringen ventes å bli det.

Utbygging

Utbyggingen av hovedvegene i Oslo vil kreve betydelige investeringer fra såvel kommunens som Statens side. Ved vurdering av disse investeringer må det tas hensyn til avkastningen i form av reduserte transportomkostninger og større trafiksikkerhet. Det er således regnet ut at den pågående ombygging av Sinsenkrysset vil gi en utbyttegrad på mellom 15 og 20 prosent av den nedlagte kapital.

Flere av vegene er riksveger — og noen av de nye traséer ventes å bli opptatt som sådanne. Halvparten av anleggsomkostningene ved disse veger blir bekostet av Staten. Følgelig vil tempoet i utbyggingen ikke bare være avhengig av Oslo kommune, men i høy grad også av Statens bevilgninger.

Oslo kommune vil få den største økonomiske belastning ved gjennomføringen av de omtalte prosjekter. Foruten at kommunen må bære selve anleggsomkostningene — halvparten for riksvegene vedkommende — må den regne med betydelige utgifter til ervervelse av eiendommer, flytting av folk og bedrifter. Dessuten vil kommunen få betydelige utgifter til omlegging av kabler og ledninger.

Planene er ikke endelige. Trafikken i Oslo vokser så hurtig at det vil trenge justeringer allerede om få år. Særlig vil dette bli aktuelt for områdene i Gamlebyen — hvor reguleringen fremdeles er uklar — og anlegg som Jarlinjen, Granfosslinjen og deler av motorvegssystemet nordenfor hovedstaden.

K. B.

Telesikring ved isoleringsmaterialer

Dr. techn. Anders Skogseid

Veglaboratoriet

I artikkelens første del i forrige nummer behandlet forfatteren frost-hindringsmetoder, jordvarme, varmemengde og varmeintensitet.

Fuktforhold

I veger og anlegg av lignende oppbygging over telefarlig grunn må en vente at fuktforholdene er temmelig kompliserte. Her skal en bare forsøke å få frem visse hovedtrekk.

En må regne med, selv om det kanskje ikke alltid vil inntreffe, at under asfalt- og betongdekker er der i praksis rikelig av fukt som er kommet gjennom dekket, inn fra siden og opp fra grunnen. Det er kjent at lette og tørre isoleringsmaterialer mister isoleringsevne ved fuktopptagelse, og det er nødvendig å hindre at fuktopptagelsen over en lang årrekke overskrider en størrelse som kan godtas. En mener nå å vite at de isoleringsmaterialene som det av prismessige grunner kan bli aktuelt å benytte i veger, må fuktbeskyttes ved emballering. For å gjøre behandlingen enkel skal en her foregripe utviklingen litt og forutsette at isoleringsmaterialet er emballert, og at hele motstanden mot inn- og utdiffundering ligger i plastfolien som omgir det. Plastfoliens varmeledningssevne er stor i sammenligning med isoleringsmaterialets.

I sommerhalvåret, dvs. fra en gang i mars til en gang i september, er temperaturen fallende ned gjennom vegoverbygging. Det medfører at i rommet over isoleringen vil damptrykket innstille seg på metningstrykket mot isoleringens overside. Inne i isoleringsmaterialet innstiller damptrykket seg på metningstrykket mot innsiden av folien på isoleringens underside. Damptrykket i rommet under isoleringen innstiller seg på metningstrykket mot grunnen.

I vinterhalvåret er temperaturen fallende oppover gjennom vegoverbygging, og metningstrykket ved den øverste grense for hvert rom bestemmer damptrykket i rommet.

Fukten vandrer inn i isoleringen med en hastighet som er proporsjonal med trykkfallet over folien på den varmeste side, og fukten vandrer ut

av isoleringen med en hastighet som er proporsjonal med trykkfallet over folien på den koldeste side.

Fuktopptagelsen er forskjellen mellom inn- og utvandret fukt:

$$\frac{dq}{dT} = \frac{\Delta p_i - \Delta p_u}{M}$$

Her er:

q = fuktmengde som opptas

T = tid

Δp_i = trykkfall over folie på varm side

Δp_u = trykkfall over folie på kald side

M = foliens diffusjonsmotstand

Ved å benytte de damptrykk som oppgis i figurene 7 og 8 finner en som eksempel på sommer- og vinterforhold:

$$\text{Sommer: } \frac{dq}{dT} = \frac{4.583}{M}$$

$$\text{Vinter: } \frac{dq}{dT} = \frac{2.236}{M}$$

En gjennomregning av en rekke aktuelle tall-eksempler kan vise at disse oppfukningshastigheter er representative som gjennomsnitt for henholdsvis 4–5 sommermåned og 4–5 vintermåned. 1–2 måneder høst og vår teller mindre. Oppfuktingen om sommeren er dobbelt så stor som oppfuktingen om vinteren.

Dersom en stiller som krav at en 10 cm tykk isolering i 40 år ikke må oppta mere enn 10 vol % = 10 000 g vann pr m² får en:

$$\frac{4,6 + 2,2}{M} \cdot 5 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 40 = 10\,000$$

$$M = 98 \text{ m}^2 \cdot h \cdot \text{mm Hg/g vann} = 98 \text{ pam.}$$

Diffusjonsmotstanden må være minst 98 pam.

10 vol % vann betyr en reduksjon på ca 50 % av isoleringsevnen og må ansees for meget. Videre er beregningen kvalitativ. I de utførte forsøksve-

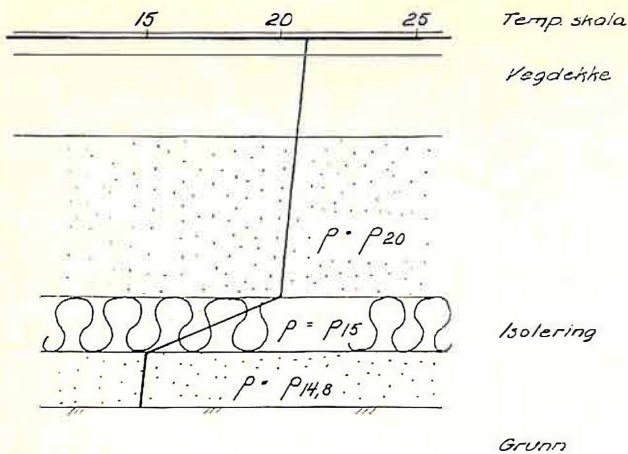


Fig. 7. Sommer, temp.profil og damptrykk

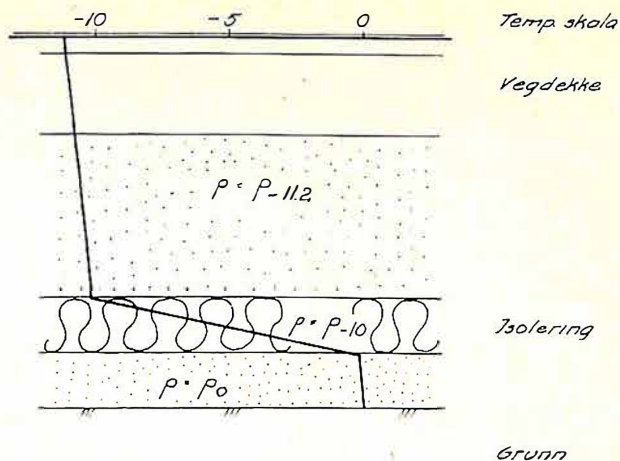


Fig. 8. Vinter, temp.profil og damptrykk.

ger er derfor emballasjefoliens teoretiske pam-verdi over 500.

Det tar lang tid før en får inn tilstrekkelig med opplysninger fra praktiske forsøksveger, derfor var det hensiktsmessig å sette i gang laboratorieforsøk straks. Før å finne ut hvilket krav der måtte stilles til isoleringsmaterialets fukt-tetthet, gjorde en det anslag at temperaturen i rommet over isoleringen i en veg ville kunne bli 25°C over et par sommermåned. Under isoleringen anslo en temperaturen til å bli 15°C. Videre ventet en at fuktopptakelsen i disse sommermåned ville dominere over fuktopptakelsen i resten av året. Målingene i felten viser hittil at 25°C over isoleringen var et litt høyt anslag, mens 15°C under var riktig. Oppfuktingen om vinteren blir av noe større betydning enn det første anslaget.

I laboratoriet bestemmes fuktopptakelsen i isoleringsmaterialene ved å anbringe dem som skillevegg mellom vann av 25°C og vann av 15°C, og bestemme vektøkning ved veiing 1 gang i uken. For 10 cm tykke polystyrenskumplater av bead-typen med vekt ca 30 kg/m³ finner en verdier innen et område som vist i figur 9.

Under disse laboratoriebetingelser er fuktopptakelsen i middel ca 0,5 vol% pr uke. Ut fra dette vurderer en fuktopptakelsen i materialene når de ligger ubeskyttet i en veg til 5–6 vol% pr. år. Denne oppfuktning vil fortsette med temmelig konstant hastighet i mange år. Polystyrenskum av bead-typen kan derfor etter laboratorieforsøkene ikke benyttes i veger og lignende anlegg uten en fuktbeskyttende emballering.

Ved de samme laboratoriebetingelser opptar skumglass av merket «Foamglass» 0 vol% fukt pr uke, mens ekstrudert polystyrenskum av merket «Styrofoam» opptar 0,04 vol% fukt pr uke. Disse meget fukt-tette materialer, som av prismessige

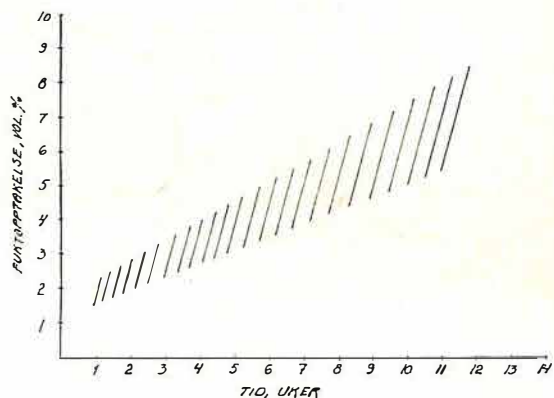


Fig. 9. Fuktopptakelse i 10 cm polystyren-skumplater av beadtype i vann av 25°C på den ene side, og vann av 15°C på den annen side.

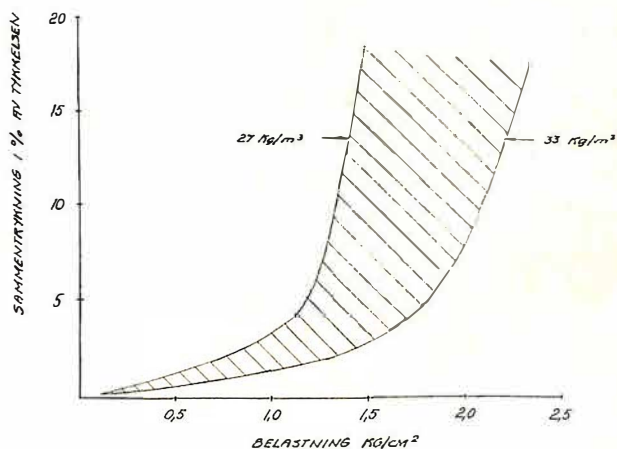


Fig. 10. Sammentrykning av polystyrenskum av bead-type som funksjon av belastning og volumvekt.

grunner for tiden ikke kan få stor anvendelse i veger, er tatt med i feltforsøkene parallelt med de andre materialer. Herved får en, uten å ta opp prøver, anledning til å måle fuktopptakelsens betydning for isoleringsevnen ved sammenligning. Det er ennu tidlig å trekke den helt sikre konklusjon av feltfor-

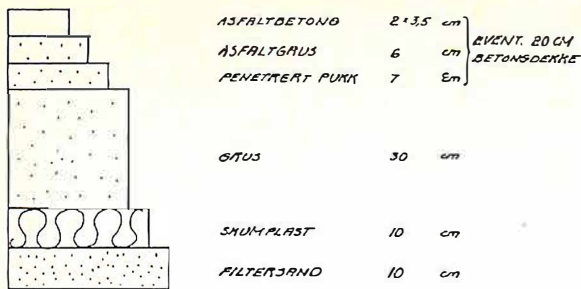


Fig. 11. Telesikker vegoverbygning med 10 cm emballert skumplast.

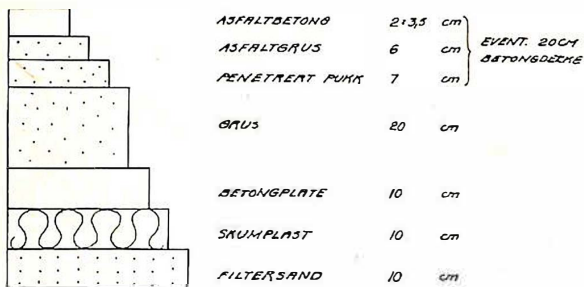


Fig. 12. Telesikker vegoverbygning med 10 cm emballert skumplast og forsterkning med betongplate.

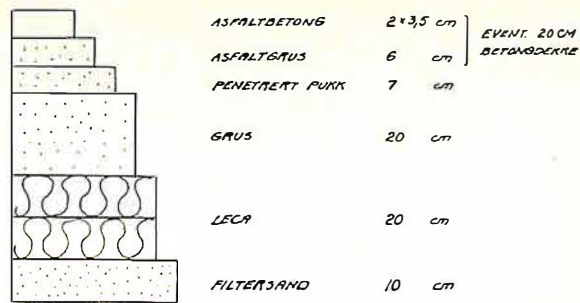


Fig. 13. Telesikker vegoverbygning med 20 cm emballert, løst Leca.

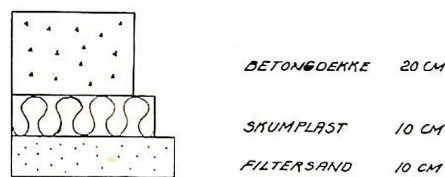


Fig. 14. Telesikker vegoverbygning med 10 cm emballert skumplast og et 20 cm sterkt armert, fugefritt betongdekke direkte på isoleringer.

søkene, men en sammenligning den 3. vinteren tyder på at ikke-fuktsikret polystyrenskum av bead-typen til den tid har mistet bortimot 50% av isoleringsnivåen. Dette er i overensstemmelse med vurderingen etter laboratorieforsøkene.

Mekaniske egenskaper

Isoleringsmaterialene utsettes for mekaniske påkjenninger under anlegget av vegen og fra trafikken på den ferdige veg. De teoretiske beregninger og vurderinger av disse påkjenninger på materialene er usikre.

Om sommeren blir temperaturen i øvre del av isoleringen over 20°C. Om vinteren kan temperaturen bli under -20°C. De mekaniske egenskaper hos de aktuelle isoleringsmaterialer forandres betydelig i dette temperaturområdet.

De praktiske erfaringer en har hittil lover godt, og det er de praktiske erfaringer som må telle, men likevel er det av stor betydning å kjenne i detalj de laboratoriemessig bestembare egenskaper. En bør kjenne sammenhengen mellom last og sammentrykning, den elastiske gjenvinning etter belastning og evnen til å motstå en hyppig gjentatt belastning over lang tid, alt sammen for hele temperaturområdet.

En produsent av polystyrenskum har latt sitt produkt undersøke for å finne de nevnte egenskaper

ved 20°C. Da materialet tenktes anvendt i veger og der innlagt like under dekket, ble uttretningslasten ved undersøkelsen satt til 2 kg/cm². Når isoleringsmaterialet legges 50 cm under dekkets overflate vurderer en uttretningslasten til å bli 0,5—0,7 kg/cm². De egne undersøkelser som aktes utført med vare av volumvekt ca 30 kg/m³ og uttretningslast ca. 0,7 kg/cm² er i sin begynnelse. En har studert sammenhengen mellom last og sammentrykning ved 20°C. Se fig. 10. Undersøkelsen viser at for 30 kg-vare + 10% ligger sammentrykning ved 0,7 kg/cm² på 1—2%. Det vil for en 10 cm tykk isolering si 1—2 mm.

Vegoverbygninger

En kvalitetsveg må bygges så sterk at den, bortsett fra slitasjen på vegdekket, ikke tar skade av trafikken. Det er de store akseltrykk og antallet av disse som kan føre til skadelige deformasjoner i overbygningen.

Foruten den regulære trafikk med lovbestemt maksimalt akseltrykk må det fra tid til annen slippe frem enkeltlaste med akseltrykk som er større enn det som tillates i den regulære trafikk. Ved bygging av nye og utbedring av gamle veger må det også tas hensyn til disse enkeltlaste.

Den teoretiske behandling av disse bæreevnespørsmål som reiser seg i forbindelse med dimen-



Fig. 15. Isolering med lys Leca i pløstsekker.

Fig. 16. Isolering med plater av polystyrenskum, uemballert.

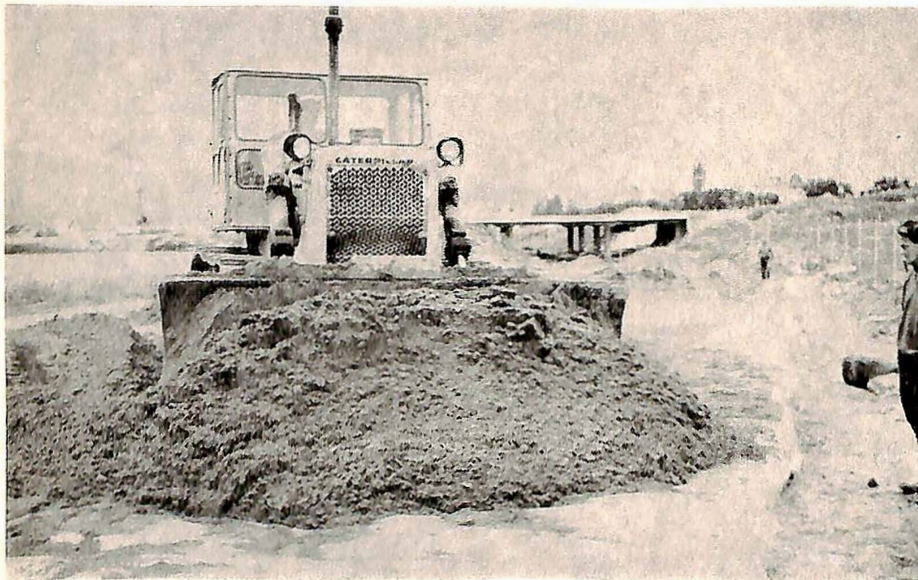
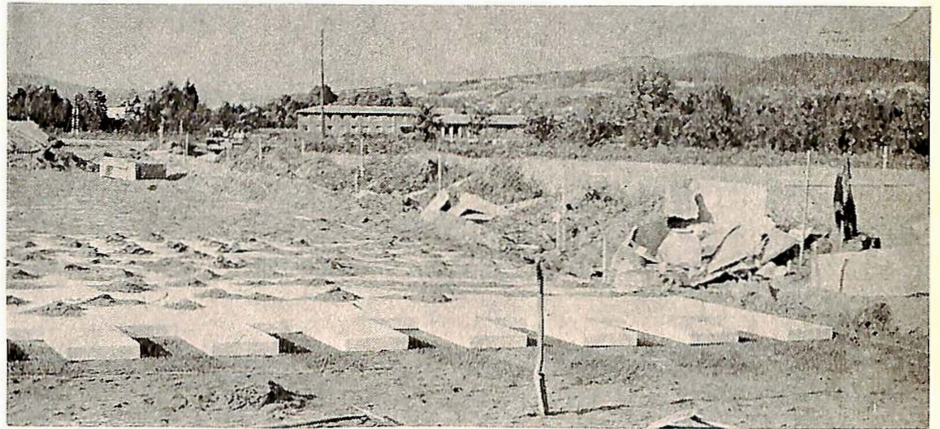


Fig. 17. Utlegging av grus. Lecaisoleringen beskyttes mekanisk av plastfolie.

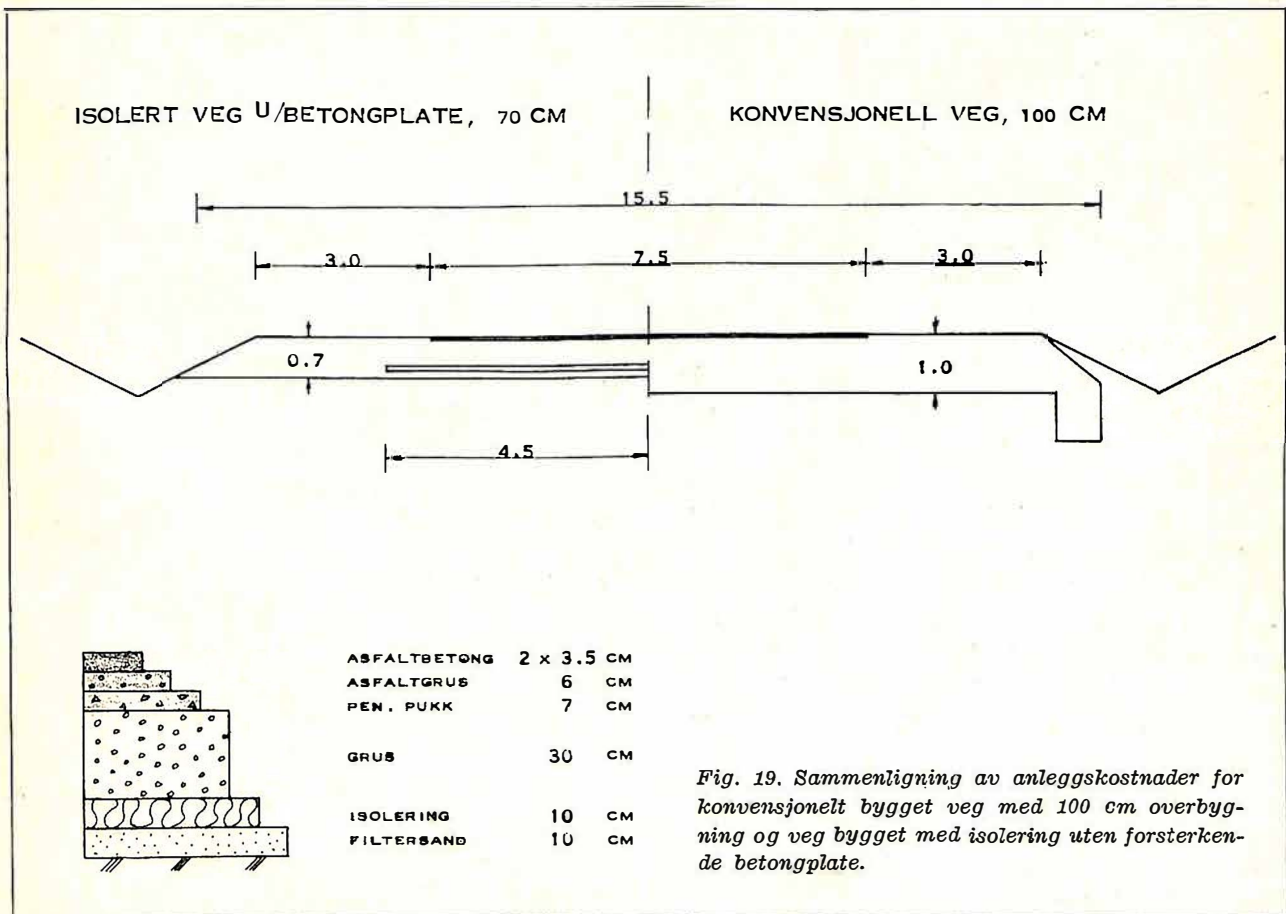
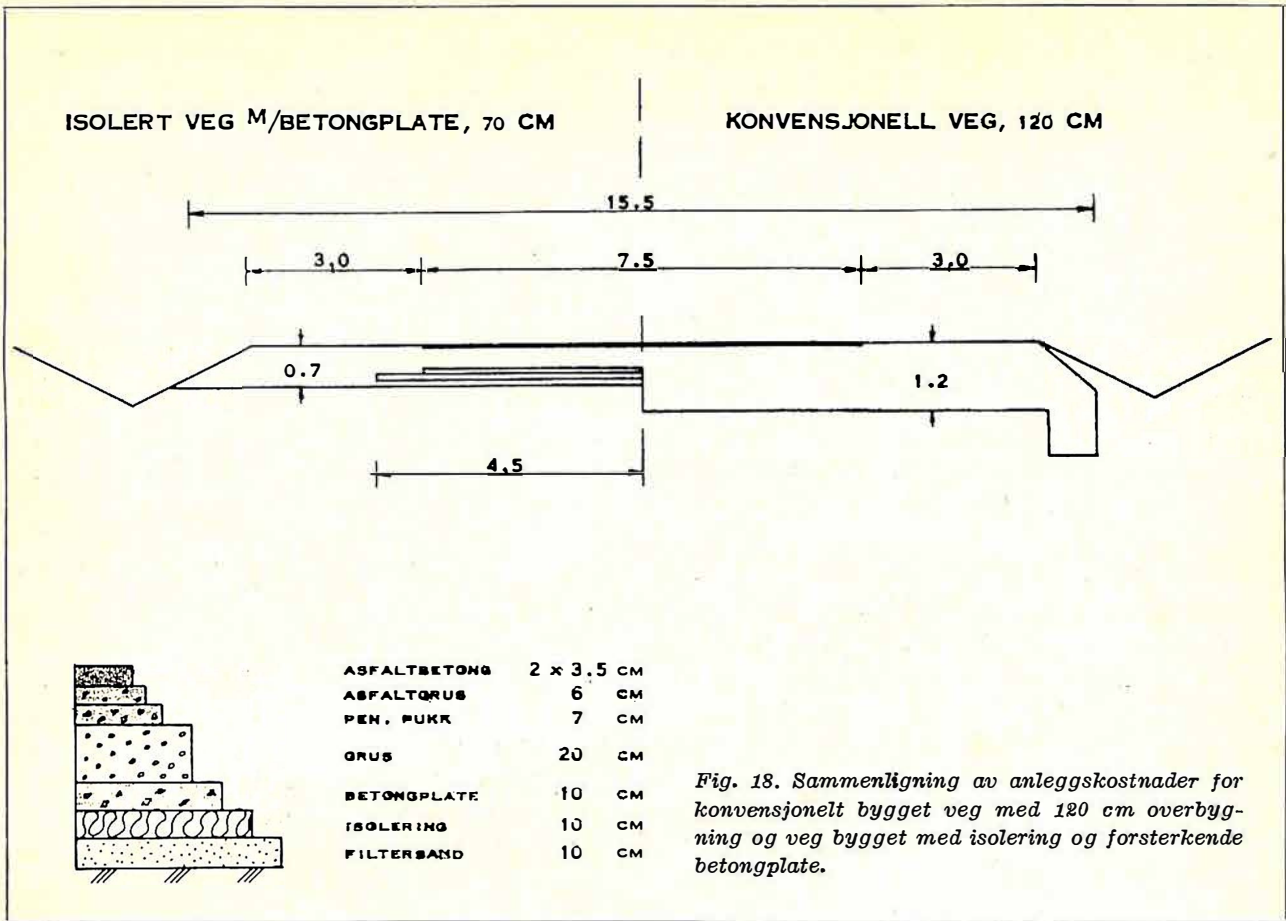
sjoneringen av veger over svak grunn, viser seg å være vanskelig. I praksis må en i stor utstrekning bygge på erfaring, og teorien innskrenkes til å bli en rettesnor for tolkningen av erfaringsresultater.

Ennu har en liten erfaring med isoleringsmaterialer i veger, og forslagene til overbygninger med slike materialer er forsøk på å komme med noe «fornuftig» som en kan begynne å skaffe seg erfaring med. Noen slike forslag er vist i figurene 11, 12, 13 og 14.

I praktisk vegbygging blir det igjen og igjen benyttet materialer med større finstoffinnhold enn foreskrevet. Resultatet er at vegenes kvalitet ikke svarer til planene og omkostningene. Konstruksjonen som er vist i fig. 14, eliminerer denne vanskelighet.

I alle konstruksjonene skal isoleringslagets tykkelse avstemmes etter stedets kulde og den grad av telesikring som er nødvendig, eller som en vil stille.

Det er tidligere omtalt at isoleringsmaterialene



skal fuktsikres ved emballering i f. eks. plastsekker som lukkes ved sveising. For å nedsette faren for at steinkorn skal lage hull i emballasjen, kan en både under og over isolering legge ut f. eks. plastfolie for mekanisk beskyttelse. For å hindre en rask uttørking av betongplaten kan en legge ut plastfolie over den nystøpte platen. Denne folien vil senere beskytte betongplaten mot saltvann som kan trenge ned i konstruksjonen, fig. 12.

Forsøksveger

Forsøksfeltet i Kjellstadvegen i Lier, som ble bygget sommeren 1966, er konstruert på grunnlag av kuldeintensitetsbetraktninger. De tidligere forsøk med isolerte veger var basert på kapasitetsbetraktninger, og er antakelig av mindre interesse i dag. Detaljer om feltforsøket i Lier og de resultater en der har fått, vil bli meddelt i en egen artikkel. Her tas bare med en del temperaturkurver som kan tjene som dokumentasjon for betraktningene om jordvarme, og varmemengde og -intensitet. Fig. 1, 2, 3 og 4.

Ved å sammenligne temperaturkurvene i fig. 3 og 4, det er henholdsvis polystyrenskum av ekstrudert- og bead-type, ser en at mens de ligger likt den første vinteren, så ligger de i fig. 4 dårligere den annen vinter. Dette må tas som tegn på at bead-typen i overensstemmelse med teorien, har tatt opp skadelige mengder vann.

Anleggskostnader

Før produksjonen av de emballerte isoleringsmaterialer er kommet ordentlig igang og før en har erfaring fra praktisk vegbygging med materialene, er det lite mulig å sette opp helt pålitelige kalkyler over hva det vil koste å bygge de foreslåtte, isolerte veger. Men en orientering om kostnadene sett i relasjon til de konvensjonelt byggede veger får en som følger:

Med en pris for polystyrenskum på 160 kr/m³ ventes en 10 cm tykk isolering med fukt-tett emballasje, folie under og over for mekanisk beskyttelse, transport til veganlegget, mellomlagring og utlegging å koste ca 23,— kr/m². En veg med 7,5 m bred kjørebane bør isoleres i minst 9 m bredde for å hindre at telen skal trenge inn under kjørebane fra siden. Isoleringen koster følgende 23,— · 9 = 207 kr/lm veg.

En 10 cm tykk betongplate i 7,5 m bredde til forsterkning av konstruksjonen vurderes til 100,— kr/lm. Med forsterkning koster isoleringen 207 + 100 = 307,— kr/lm.

I forhold til de konvensjonelt byggede veger av høy klasse sparer en forsterkningsmateriale og transport, og en sparer lukkede grøfter. Da vegene for restens vedkommende er like, får en å sammenligne kostnader for isoleringen, eventuelt med betongplateforsterkning, med det en sparer ved ikke å bygge konvensjonelt. Fra en side sett burde de ved isolering telesikrede veger kostnadssammenlignes med telesikre veger bygget på konvensjonell måte, det er med 180—200 cm tykk overbygning. Imidlertid er det vel et stykke tid til det blir alminnelig akseptert at f. eks. regulære hovedveger skal bygges telesikre når prisen er 180—200 cm overbygning. Større aktualitet har vel for tiden veger med 100—120 cm overbygning, selv om disse veger er langt fra telesikre og de p.g.a. sin relativt store tykkelse er særlig utsatte for langsgående telesprekker.

a) Sammenligning av anleggskostnader for konvensjonelt bygget veg med 120 cm overbygning og veg bygget med isolering og forsterkende betongplate. Figur 18.

Den konvensjonelle veg fordrer lukkede sidegrøfter, og merforbruket av forsterkningsmateriale er: $(1,2-0,7) 15,5 + 0,1 \cdot 9 + 0,1 \cdot 7,5 = 9,40$ m³/lm.

Normalpris for utlagt og komprimert forsterkningsmateriale er 15,— kr/m³, eksklusiv transportutgifter. I avhengighet av transportlengden fremkommer:

	Transportlengde, km				
	0,2	5	10	20	
Materiale					
9.40 m ³ à kr 15,—	141	141	141	141	kr/lm
Transport					
1958 pris + 20%	20	60	91	148	«
Lukkede grøfter					
2 · 35,—	70	70	70	70	«
Særutgifter for 120 cm konvensjonell veg	231	271	302	359	kr/lm
Isolering 9 · 23 = 207					
Betongplate					
7,5 m bredde = 100					
Særutgifter for isolert veg	307	307	307	307	«
Differanse	÷76	÷36	÷5	+52	kr/lm
Samme kostnad for isolert veg og konvensjonell veg når siste er	148	131	121	110	cm

Etter denne beregning står den konvensjonelt byggede veg med 120 cm overbygning kostnadmessig likt med en veg som er isolert og forsterket med betongplate når forsterkningsmaterialet skal transporteres 10 km. Er transportlengden mindre enn 10 km, blir den konvensjonelle veg på 120 cm billigst. Over 10 km transportlengde er den isolerte veg billigst.

b) Sammenligning av anleggskostnader for konvensjonelt bygget veg med 100 cm overbygning og veg bygget med isolering uten forsterkende betongplate. Figur 19.

Den konvensjonelle veg fordrer lukkede sidegrøfter og merforbruket av forsterkningsmateriale er: $(1,0-0,7) 15,5 + 0,1 \cdot 9 = 5,55 \text{ m}^3/\text{lm}$.

I avhengighet av transportlengden fremkommer:

	Transportlengde, km			
	0,2	5	10	20
Materiale				
5,55 m ³ à kr 15,—	83	83	83	83 kr/lm
Transport				
1958-pris + 20%	12	36	54	87 «
Lukkede grøfter				
2 · 35,—	70	70	70	70 «
Særutgifter for 100 cm konvensjonell veg	165	189	207	240 kr/lm
Særutgift isolering				
9 · 23,—	207	207	207	207 «
Differansen	÷42	÷18	0	+33 kr/lm
Samme kostnad for isolert veg og konvensjonell veg når siste er	116	105	100	93 cm

Den konvensjonelle veg med 100 cm overbygning står etter denne beregning kostnadmessig likt med isolert veg uten forsterkning med betongplate når forsterkningsmaterialer skal transporteres 10 km. Med lengre transport blir den isolerte veg billigst.

Sammenheng

Gjennom overflaten mottar jorden i sommerhalvåret en varmemengde, og en tilnærmet like stor varmemengde forlater i vinterhalvåret jorden gjennom overflaten. En betydelig del av sommervarmen har forlatt jorden i høstmånedene før teleperioden begynner. Det er den uttakbare varme over 0°C som er igjen ved teleperiodens begynnelse som er av betydning for veger og lignende anlegg med isolering mot telehiving. Denne varme har her fått betegnelsen jordvarme.

Temperaturen pr 1. desember under et isoleringslag i en veg stiger med lagets isoleringsevne. Under en 10 cm tykk isolering av polystyrenskum har temperaturen pr 1.12. ligget over stedets årsmiddeltemperatur. I samme dybde under uisolert veg har temperaturen vært 5°C lavere. Anvendelsen av isoleringsmaterialer mot telehiving er basert på det forhold at jordvarmen øker og varmebehovet minsker med tiltagende isoleringseffekt. Årsmiddeltemperaturen i grunnen under en isolert veg er høyere enn luftens.

For å ta ut den størst mulige jordvarme og dermed oppnå den maksimale frostmotstand for konstruksjonen, må teleperioden begynne med hard kulde som deretter avtar jevnt i takt med varmetilstrømmingen nedenfra. I praksis kan en få en høy utnyttelse av isoleringen ved å dimensjonere den slik at flere kuldetopper i løpet av vinteren vil slå igjennom isoleringen. De små ismengder som dannes ved gjennomslagene smeltes bort av jordvarme i de mellomliggende mildere perioder. På den måte får en flere ubetydelige teleløsninger i løpet av vinteren.

En underdimensjonering av isoleringen som nevnt, er i realiteten en kombinasjon av isolering og kuldemagasin. Men det er den forskjell at et kuldemagasin som legges inn koster penger, og det er da riktigere i stedet å benytte bare en del av disse pengene til økning av isoleringen.

Fukt i isoleringsmaterialer nedsetter deres isoleringsevne. Under simulerte praktiske forhold i laboratoriet opptar de p.t. aktuelle isoleringsmaterialer fukt raskere enn det som er akseptabelt. Feltforsøkene tyder på det samme. Isoleringsmaterialene må derfor beskyttes ved meget fukttett emballering.

Fra feltforsøk har en erfaring som tyder på at polystyrenskum som isolering og polyetylen-folie som emballering har mekaniske egenskaper som gjør den skikket til bruk i veger og lignende anlegg. Men det er av betydning å studere materialene nærmere i laboratoriet over hele det temperaturområdet som er aktuelt i slike anlegg.

Der gis noen forslag til telesikre vegkonstruksjoner med isolering, og der er foretatt en sammenligning av anleggskostnader for et par av disse og konvensjonelt byggede veger med 100 og 120 cm tykke overbygninger. Med transportlengder over 10 km for forsterkningsmaterialet blir de isolerte veger billigst. En vegoverbygning bestående alene av isoleringslag og betongdekke er ennå ikke prøvet i felten. De tekniske og økonomiske utsikter for forslaget er imidlertid interessante.

Litteratur

- [1] G. Beskow: *Tjälbildningen och tjällyftningen*. Meddelande 48, Statens Väginstytut, Stockholm 1935.
- [2] A. Watzinger, E. Kindem og B. Michelsen: *Undersøkelser av masseutskiftningsmaterialer for vei- og jernbanebygning*. Meddelelser fra Veidirektøren nr 6, 1938.
- [3] Sv. Skaven-Haug: *Protection against Frost-Heaving on the Norwegian Railways*. *Geotechnique* 9, 87 — 106, 1959.
- [4] M. D. Oosterbaan and G. A. Leonards: *Use of insulating layer to attenuate frost action in highway pavements*. Highway Research Record No 101, 11 — 27, 1965.
- [5] F. D. Young: *Experimental foamed plastic base course*. Highway Research Record No 101, 1 — 10, 1965.
- [6] E. Penner, M. D. Oosterbaan and R. W. Rodman: *Performance of city pavement structures containing foamed plastic insulation*. Highway Research Record No 128, 1 — 17, 1966.
- [7] A. Skogseid: *Isoleringsmaterialer mot telehiving*. Norsk patent nr 112 300.
- [8] A. L. Staub and W. G. Williams: *Use of insulation to uniformly retard frost penetration under a highway pavement*. Highway Research Record No 181, 77 — 93, 1967.

Rettelse

I artikkelens første del, NV nr 9, er dessverre klisjene til fig. 3 og 4 blitt forbyttet.

Vegsjefskifte i Møre og Romsdal



Vegsjef Kristian Hiorth Oppegaard i Møre og Romsdal har etter oppnådd aldersgrense fra-trådt sin stilling.

Oppegaard er født i 1898 i Horten, og tok eksamen ved Norges tekniske høyskole i 1921. Etter tre år i Statens vegvesen reiste han i 1924 til USA, hvor han skaffet seg en allsidig praksis, bl. a. ved New Jersey State Highway Dept., i privat ingeniørfirma i Pennsylvania og ved Bethlehem Steel Corp. I 1932 ble han knyttet til vegvesenet i Møre og Romsdal, først som ekstraingeniør og senere som avdelingsingeniør. Fra 1945 til 1947 var han overingeniør i Finnmark. Deretter vendte han tilbake til Møre og Romsdal som overingeniør, og i 1948 ble han vegsjef i fylket.

Som vegsjef i Møre og Romsdal i 20 år har Oppegaard satt dype spor etter seg. På en fremragende måte har han ledet fylkets vegvesen gjennom en periode med stor aktivitet og sterk utbygging.

Men Oppegaard har ikke bare nøyd seg med å være vegmann, også på andre felter har han gjort en stor innsats i samfunnets tjeneste. Mange tillitsverv har han bekledd, bl. a. var han varamann til Stortinget for Møre og Romsdal i perioden 1958—1961. For åndsvakeomsorgen har han vært en aktiv og initiativrik forkjemper, og nådd resultater til gagn og glede for mange mennesker. Med rette er han innehaver av Den Kongelige St. Olavs orden.

Norsk Vegtidsskrift ønsker ham alt godt i årene som kommer.



Som ny vegsjef i Møre og Romsdal er ansatt sivilingeniør Arne Inge Torvik.

Torvik er født i 1915, og tok eksamen ved bygningslinjen ved Norges tekniske høyskole i 1939. Han var undervisningsassistent ved høyskolen inntil 1940, da han begynte i Statens vegvesen. Fra 1940 til 1942 var han ekstraingeniør i Sogn og Fjordane, fra 1942 til 1946 i Møre og Romsdal, fra 1946 til 1947 avdelingsingeniør i Finnmark og fra 1948 til 1951 ved Vegdirektoratets vedlikeholdskontor. Under sitt opphold i Vegdirektoratet virket han også som sekretær i Nordisk vegteknisk forbund og som timelærer ved Oslo tekniske skole. I 1951 arbeidet han en tid som teknisk sekretær i Oslo kommune, men ble så ansatt i A/S Årdal og Sunndal Verk som leder av bygningsavdelingen under oppførelsen av verket på Sunndalsøra. I 1954 ble han igjen knyttet til vegadministrasjonen i Møre og Romsdal, hvor han i 1958 ble overingeniør.

Den nye vegsjefen i Møre og Romsdal har således gjennom en omfattende og allsidig praksis ervervet seg inngående innsikt i vegvesenets mangeartede oppgaver og gjøremål, og han kjenner sitt fylke og dets vegproblemer. Også på annen måte har han søkt å dyktiggjøre seg. I Sverige har han studert vegadministrasjon og driftsplanlegging, og han har deltatt i en rekke kurser og konferanser, bl. a. i geoteknikk, trafikkteknikk, administrasjon og kontororganisasjon.

Norsk Vegtidsskrift ønsker ham lykke til som vegsjef.