

Telesikring ved isoleringsmaterialer

Dr. techn. Anders Skogseid

Veglaboratoriet

Innledning

I all den tid folk har bygget i Norden har telehiving skadet byggverkene. For vegbyggerne ble teleskadene for alvor et problem fra det tidspunkt da bilene etablerte seg som det viktigste transportmiddel og en begynte å brøyte vegene med plog. Siden den gang er problemet blitt stadig større fordi kravene til helårs bæreevne og til kjørehastighet er voksende. I konkurransen med bilene måtte jernbanen sette opp kjørehastigheten og kravene til sporet øket.

Professorene G. Beskow [1] i Sverige og A. Watzinger [2] i Norge anses i Norden for grunnleggerne av vitenskapen om telehiving. Den første har æren av å ha beskrevet telehivingens mekanismer. Den annen har æren av å ha utredet den varmeteoretiske side ved telehivingen.

Forskjellige metoder for hindring av telehiving var allerede i prinsippene kjente. Ved at det teoretiske grunnlaget for dem i hovedtrekkene var utredet, fikk arbeidet med å utvikle metodene for praktisk anvendelse et sikrere materiale å bygge på. Under Sv. Skaven-Haug's [3] ledelse er kuldemagasin av våt torv og bark tatt i almindelig bruk av NSB.

Metoden med isoleringsmaterialer kunne ikke umiddelbart komme til utførelse fordi en ikke hadde praktisk brukbare materialer for formålet. Interessen for denne metoden våknet for alvor i første halvdel av sekstiårene, etter at plastmaterialer i form av plastskum og plastfolier, som følge av stor produksjon var blitt billige. For tiden stiller en størst forventning til denne metode for telesikring [4], [5], [6], [7] og [8]

Mens det varmeteoretiske grunnlaget for kuldemagasin-metoden er meget godt utredet av Watzinger og hans medarbeidere, synes teorien for isoleringsmetoden å være mindre utviklet. I forbin-

delse med isolering er der fuktproblemer som er lite belyst.

Frosthindringsmetoder

For løsning av en given telesikringsoppgave vil det som regel bære aktuelt å jevnføre de tekniske og økonomiske fordeler og mangler som de forskjellige sikringsmåter byr på. De fire metoder en har for å hindre frosten i å nå ned i den telefarlige grunn skal derfor kort nevnes.

1. Vegens overbygning kan gis en tykkelse tilsvarende teledybden på stedet.
2. Frosten kan absorberes i et kuldemagasin.
3. Frostnedtrengningen kan bremses og stoppes ved et lag av isolerende materialer.
4. Frosten kan stoppes ved tilføring av varme.

Den første metode er velkjent og meget brukt, kanskje særlig i land hvor teledybden er mindre enn hos oss. Hvor grunnen kan bære vekten av den tunge overbygningen, og hvor rikelige mengder av ikke-telefarlige materialer foreligger i nærheten, f. eks. som overskuddsmaterialer fra tunnel eller skjæring, vil metoden antakelig hevde seg lenge ennå. En kunne kalle denne metode for den «naturlige». De andre metodene blir da de vitenskapelige, og de er fremkommet for å gi alternativer, som teknisk eller økonomisk kan være å foretrekke.

Om den siste metode, tilføring av varme, som hos oss i praksis må bli elektrisk varme, er foreløpig å si at sett fra et veganleggs-synspunkt er investeringen rimelig og driftsutgiften akseptabel. Men metoden skyver investeringen over på kraftverksiden, og den krever kraft i en årstid da det er mest etterspørsel etter den.

Metoden med kuldemagasin blir omtalt noe nærmere senere, i det en mener at virkemåten av et isolerende lag blir best forståelig ved en jevnføring av disse to metodene.

Jordvarme

Det er vanskelig å gi en uttømmende og samtidig enkel beskrivelse av jordvarmen. Her vil det bli lagt vekt på det enkle.

Fra jordens indre strømmer det varme til overflaten. Denne geotermiske varmestrøm er av størrelsen $0,05 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ og er liten i sammenligning med de varmestømmer det ellers blir tale om i og under en veg. En kan derfor i fortsettelsen se bort fra det geotermiske varmebidraget.

Om våren og sommeren mottar jorden varme fra luften ved ledning og konveksjon, og fra solen ved direkte og indirekte stråling. I vegdekket svinger temperaturen sterkt gjennom døgnet, men på 70 cm dyp regnet fra dekket under en normal overbygning er døgnsvingningene sterkt dempet, og temperaturen ligger her, for Oslo-området, tett oppunder 20°C fra slutten av juni til begynnelsen av september. Ved å måle temperaturen i f. eks. 70 cm og 125 cm dybde under en normal overbygning, ser en at temperaturen på 70 cm dyp ligger høyere enn temperaturen på 125 cm dyp fra ca midten av april til ut i september. I hele denne perioden strømmer det derfor varme ned gjennom grunnen, og varmestømmeren er størst i juni og juli fordi temperaturdifferansen da er størst. Figur 1.

Fra oktober og frem til april er temperaturen 125 cm under vegdekket høyere enn 70 cm under det. I denne tiden går varmestømmeren oppover og jorden taper den varme som den fikk tilført om våren og sommeren. Temperaturfallet i den øverste del av grunnen er størst i oktober-november, og når teleperioden setter inn ca 1. desember, er temperaturene på 70 og 125 cm dyp falt til henholdsvis $+2$ og $+4^\circ\text{C}$.

En vesentlig del av sommervarmen er dermed borte fra de øverste meterene før frosten setter inn. Samtidig fortsetter den maksimale temperaturbølge som startet i overbygningen midtsommers under hendøing å bre seg nedover mot dypet. I 6—8 m dybde nås temperatur-maksimum midtvinters, et halvt år etter temperatur-maksimum i overbygningen.

I og under en veg som er bygget med kuldemagasin vil temperaturkurvene ganske nær følge de tilsvarende kurver for en normalt bygget veg som ovenfor omtalt. Der vil i en større del av tiden være

god avstand mellom temperaturene målt i forskjellige dybder, noe som viser at der er betydelige varmestømmer, nedover fra vår til høst og oppover fra høst til vår.

I og under en veg som er bygget med et lag godt isolerende tørt materiale, som f. eks. 10 cm polystyrenskum eller 20 cm emballert Leca, stiger og faller temperaturene i de forskjellige dybder prinsipielt på samme måte i løpet av året. Men der er likevel markerte forskjeller. Temperaturene i forskjellige høyder over isoleringslaget er for seg nær sammenfallende, og temperaturene i forskjellige dybder under isoleringslaget er for seg nær sammenfallende. Mellom disse temperaturgrupper er avstanden stor. Dette viser at her er varmestømmeren liten til alle årstider, og at her har isoleringslaget overtatt styringen. Figur 3 og 4.

I grunnen under en veg med isolering blir temperaturen om sommeren lavere enn i grunnen under en veg uten isolering. Forskjellen kan være 6°C . Når teleperioden begynner omkring 1. desember er den derimot ca 5°C høyere. Dette betyr at med en god isolering i vegen så har en i de øverste meterene av grunnen en betydelig større varmemengde over 0°C . Jo bedre isoleringen er, jo større er denne lett-tilgjengelige jordvarmen, samtidig som behovet for stor varmestrøm fra grunnen er mindre. Figur 2 og 3. For telesikring med isoleringsmaterialer interesserer den største varmestrøm som på et gitt sted og til gitt tid kan tappes fra grunnen uten at vann fryser til is. Isoleringen og kuldens forløp, samt kuldemengden før tidspunktet har betydning for denne varmestrøm.

Årsmiddeltemperaturen i grunnen under forsøksvegen med 10 cm polystyrenskum var i 1967 $7,7^\circ\text{C}$. Årsmiddeltemperaturen i luften samme sted og samme år var $5,7^\circ\text{C}$. Det er ikke urimelig å anta at med en bedre isolering og/eller på et sted med lavere årsmiddeltemperatur i luften vil forskjellen bli større.

Varmemengde og -intensitet

Et kuldemagasin som er riktig dimensjonert for en aktuell kuldemengde, vil oppfange kulden uansett måten kulden kommer på. Magasinet er en ren mengdeinnretning. En isolering er en intensitetsinnretning idet den bestemmer de intensiteter varme kan uttappes med ved givne kuldeintensiteter. I dette ligger bl. a. at størrelser som i det ene tilfelle kan ignoreres fordi de er lite utslagsgivende, i det annet tilfelle må tillegges avgjørende betydning. Dette kan utdypes ved en omtale knyttet til temperaturprofilene for de to frosthindringsmetodene.

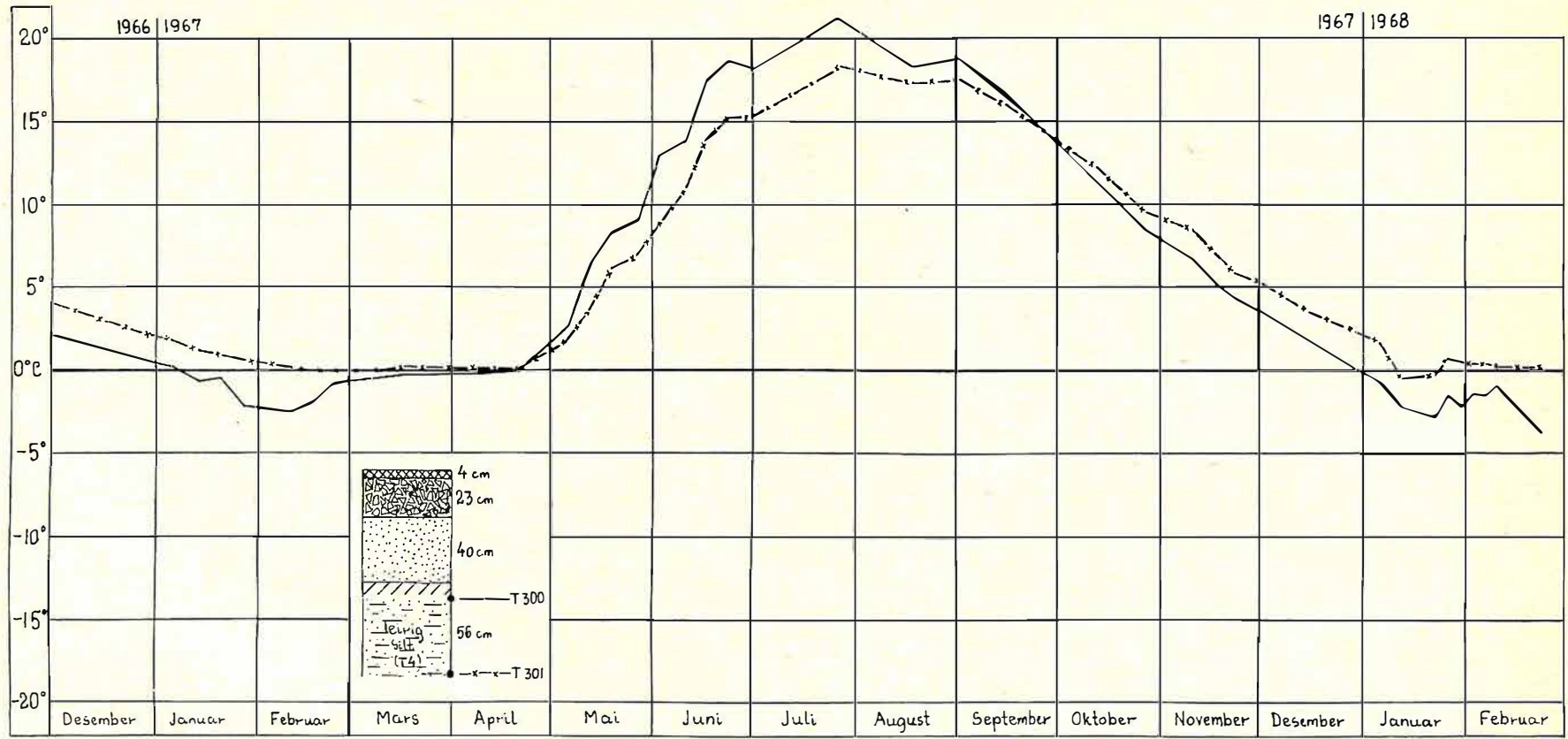


Fig. 1. Temperaturer under u-isolert veg.

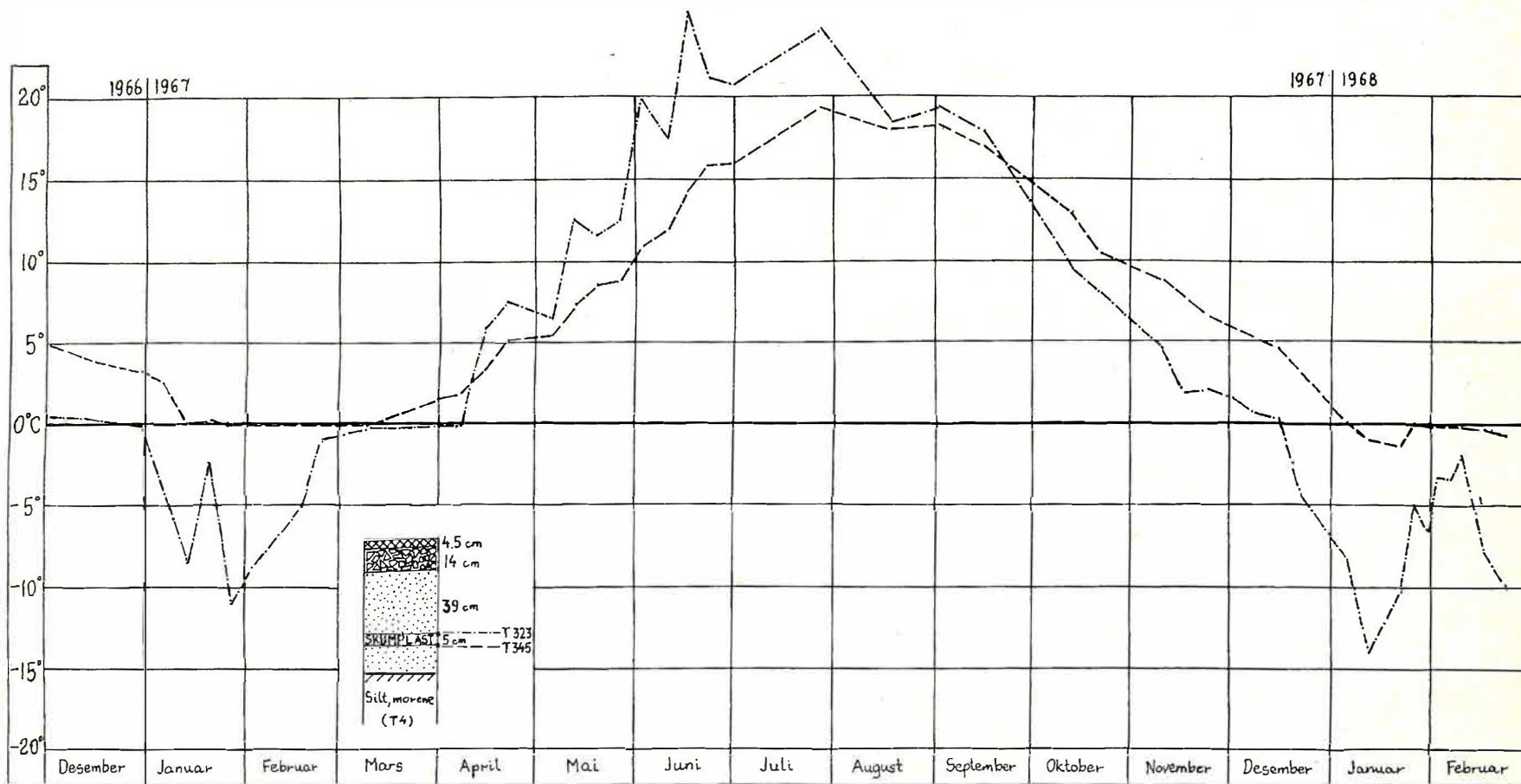


Fig. 2. Temperaturer i og under veg isolert med 5 cm ekstrudert polystyrenskum.

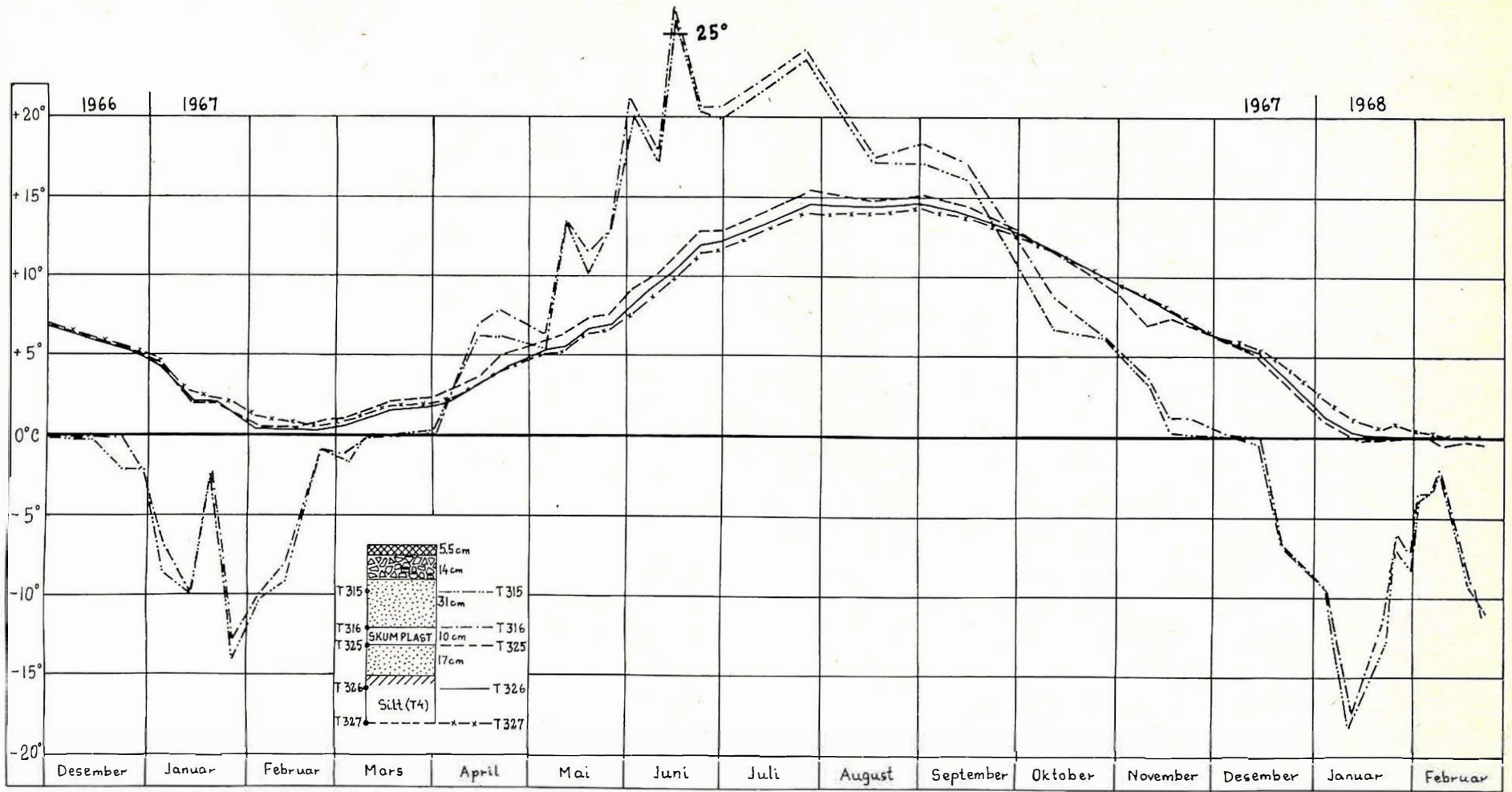


Fig. 3. Temperaturer i og under veg med 10 cm ekstrudert polystyrenskum.

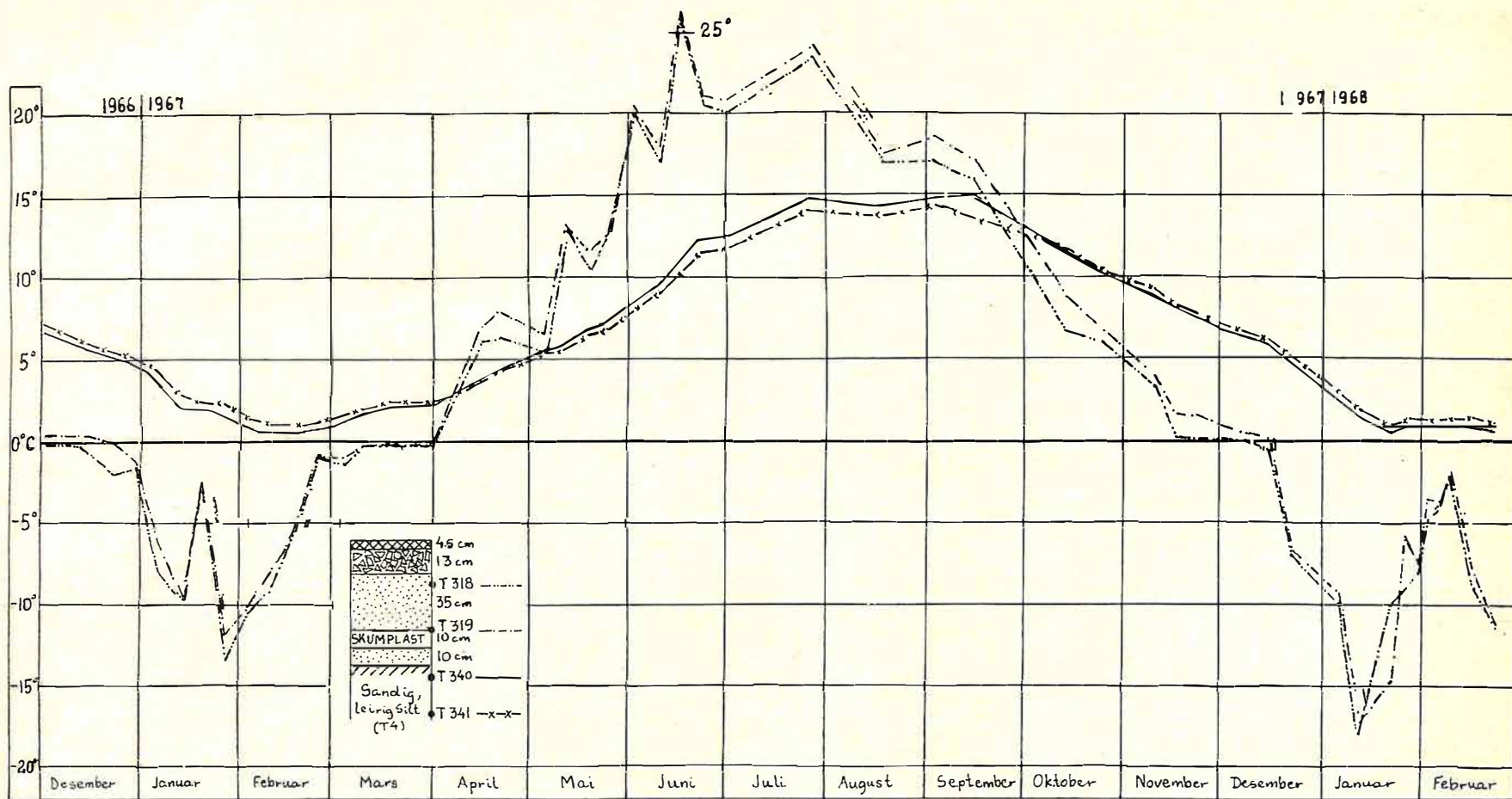


Fig. 4. Temperaturer i og under veg isolert med 10 cm polystyrenskum av bead-type, ikke emballert mot fukt.

Fig. 5 er opptegnet på grunnlag av målinger i egne forsøksveger, men omregnet slik at temperaturen 0°C ligger nøyaktig i traubunnen ved en jordvarmestrøm på $4\text{ kcal/m}^2\text{h}$. Temperaturen i vegdekket er da ca $-13,5^{\circ}\text{C}$. Temperaturprofilen er å oppfatte som et middel for noen døgn hvor temperaturen i vegdekket kan ha svinget mellom f. eks. -10° og -17°C .

Det er allerede nevnt at jordvarme og maksimal jordvarmestrøm er avhengig av flere faktorer. Særlig viktig er tapningsforholdene i tiden nærmest foran det betraktede tidspunkt. Med isolering som vist i fig. 5 kan det som orientering antydes at den maksimale jordvarmestrøm (uten utfrysing i grunnen) i desember kan være $8-10\text{ kcal/m}^2\text{h}$, mens den ca 1. mars kan være $0-2\text{ kcal/m}^2\text{h}$. En maksimal jordvarmestrøm på $4\text{ kcal/m}^2\text{h}$, som antatt i temperaturprofilen fig. 5, kan antagelig anses for normalt i Oslo-området mot slutten av januar.

I fig. 5 dekkes varmebehovet fullstendig av jordvarmen. Dersom kulden fortsetter utforandret, vil jordvarmestrømmen avta, og den må suppleres med varme fra utfrysing av is i den telefarlige grunnen. Er jordvarmestrømmen sunket til $3\text{ kcal/m}^2\text{h}$, må isdannelsen levere $1\text{ kcal/m}^2\text{h}$. Det betyr 1 mm is pr 3 døgn og en telehiving svarende til dette. Når kulden avtar igjen vil først den eventuelle is i grunnen smelte og deretter 0° -nivået rykke opp i isoleringslaget. Med en beskjeden frost i 1-2 uker vil der igjen bygge seg opp en betydelig jordvarme under isoleringen, slik at systemet kan tåle en ny, hard frostperiode uten nevneverdig isdannelse i grunnen.

Fig. 6 viser temperaturprofilen for en veg med kuldemagasin (vannrik torv) når temperaturen i vegdekket er den samme som i fig. 5, det er ca $-13,5^{\circ}\text{C}$. Profilen er opptegnet etter beregninger. Varmestrømmen gjennom overbygningen er her $27\text{ kcal/m}^2\text{h}$, jevnført med $4\text{ kcal/m}^2\text{h}$ for den isolerte veg. Jordvarmestrømmen er her antagelig høyt regnet 50 % av jordvarestrømmen under den isolerte veg, fordi tapping av jordvarme har vært nær det maksimale for systemet fra det tidspunkt frosten gikk ned i kuldemagasinet (ved noen få kuldegrader i vegdekket). En kan derfor regne med at av de $27\text{ kcal/m}^2\text{h}$ som strømmer ut av vegen må minst $25\text{ kcal/m}^2\text{h}$ på det betraktede tidspunkt leveres fra kuldemagasinet ved utfrysing av is. Jordvarmens bidrag er følgelig av størrelsen 7 % av varmebehovet på dette tidspunkt, og en er antagelig på den trygge side om en sier at jordvarmen for hele teleperioden betyr mindre enn 10 % for konstruksjonens frysemotstand. Dette viser at ved forsøk på beregning av kuldemagasin

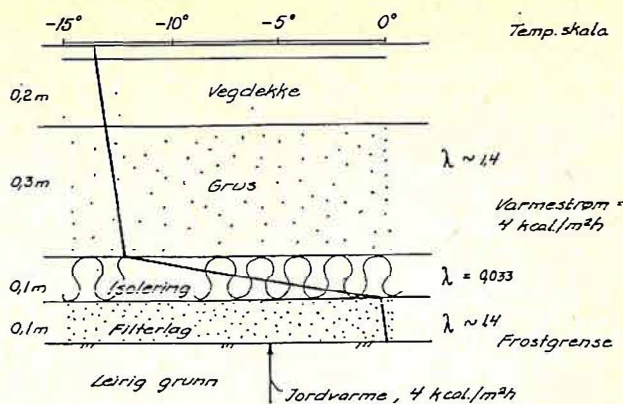


Fig. 5. Temperaturprofil i veg med isolering.

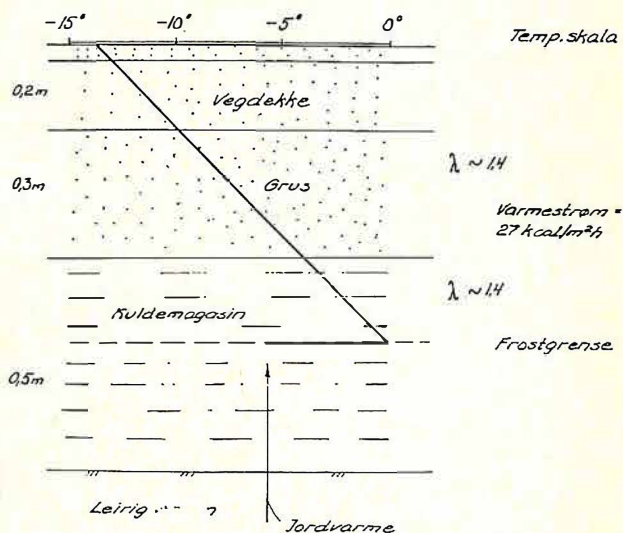


Fig. 6. Temperaturprofil i veg med kuldemagasin.

kan en tillate seg å se bort fra jordvarmen. Ved forsøk på beregning av nødvendig isolering i en veg må en derimot legge all vekt på jordvarmen, og en kan se bort fra frysemotstanden for de øvrige deler av overbygningen.

Det er blitt hevdet at her i landet vil isoleringsmetoden alene bare være anvendelig i de mildeste strøk, eller der årets middeltemperatur er høy. I mindre milde strøk må isoleringen kombineres med et kuldemagasin lagt inn under isoleringen. Utsagnet synes å bygge på overforenklete betraktninger. Det skal ikke her være sagt at det er helt galt, men vel at det er et stykke fra å være riktig. Med basis i det som foran er søkt kvalitativt utredet, vil en mene at i stedet for å legge inn et kuldemagasin, bør en del av de penger et slikt vil koste benyttes til å øke isoleringen.

I meteorologien måles lufttemperaturen etter standardisert fremgangsmåte, og det er denne temperaturen, eller en på lignende måte privat målt tem-

peratur, som oppfattes som stedets temperatur. Slike målinger er det mange av, og derfor er landets lufttemperatur ganske godt kjent. For beregninger i forbindelse med frosthindring under veger og lignende anlegg er det nødvendig å kjenne temperaturen i snøbart vegdekke på de aktuelle steder. Disse temperaturer har ikke vært målt i det omfang som er nødvendig. Med tanke på frosthindring ved isolering vil det for nærmere beregninger være nødvendig å måle dekketemperaturen i veger med passende dimensjonert isolering.

Temperaturen i vegdekket bestemmes av varmestrømmen gjennom overbygningen, varmeutvekslingen med luften, og strålingsbalansen. I mangel av observasjoner har det vært vanlig å sette vegdekketemperatur lik lufttemperatur, m.a.o. basere beregningene på luftkuldemengden. Nå er det kjent at vegdekketemperaturen i høstnetter kan bli betydelig lavere enn lufttemperaturen. Der er rimfrost på vegbanen og vannpytter fryser til is selv

om det er flere plussgrader i luften. Dette skyldes varmetap ved utstråling. Om høsten og senvinters vil innstrålingen om dagen mere enn oppveie utstrålingen om natten, med den følge at døgnmiddeltemperaturen i vegdekket ligger høyere enn døgnmiddeltemperaturen i luften. I desember—januar, mens solen er på sitt laveste, kan en vente at varmetapet ved utstråling er større enn varmeverdningen ved innstråling, slik at dekketemperaturen over døgnet blir lavere enn lufttemperaturen over døgnet. Når det er tilfellet, vil luften, selv om den f. eks. er -15°C , sett over døgnet avgi varme til det ennå kaldere vegdekket. Det er et komplisert samspill i gang her, og det skal omfattende målinger til for å bli i stand til å utrede samspillet. Beregningene av nødvendig kuldemagasin kapasitet og isoleringsevne må derfor til så lenge bli av orienterende art.

(Fortsettes i N.V. nr 10).

Personalial

Ansettelses i Vegdirektoratet:

Johannes *Hildrum* som avd.ing. I (ved Djupdalskontoret), Bjørn *Prebensen* som avd.ing. I., Eva *Sparre Gustavson* som førstesekretær, Knut *Rein Carlsen* som konstruktør II og Leidulf *Haukeberg* som laborant I.

Ansettelses i vegadministrasjonen i fylkene:

Hedmark: Age *Engelien* som jordskifte kandidat.

Oppland: Per *Heim* som overing. II, Erling *Bakke* som konstruktør II.

Buskerud: Bjarne *Alfred Gåsbakk* og Odd *Øverby Hovde* som konstruktør II.

Vestfold: Rolf *Mathisen* som sekretær I, Tore *Jacobsen* og Marit *Pettersen* som sekretær II, Else-Marie *Anersen* og Wenche *Nordby* som kontorfullmektig I.

Hordaland: Sjur A. *Småbrekke* som overing. II, Kristine *Lekve* som sekretær I, Aud *Bjergaas* og Endre *Grutle* som sekretær II, Britta *Margrethe Knudsen*, Guri *Thorsen* og Olav *Opedal* som kontorfullmektig I.

Sogn og Fjordane: Georg M. *Thompson* som overing. II, Ingebjørg *Skårhaug* som kontorfullmektig I og Arnvid *Øverbø* som konstruktør III.

Møre og Romsdal: Andor *Wicken* som avd.ing. I.

Sør-Trøndelag: Jarle *Bredalskjen* som sekretær II.

Nord-Trøndelag: Jan *Søien* som avd.ing. I, Erling *Frisli* som sekretær II, Gunnar *Johnsen* som tekniker II, Trond *Øvik* som kontorfullmektig I og Marna *Søndenfor* som kontorassistent.

Nordland: Petter *Tennstrand* som konstruktør II, Sidsel *Johansen* som kontorfullmektig II.

Ansettelses i Bilkontrollen:

Oslo: Inger-Johanne *Rosenhund* som sekretær I, Else *Andersen*, Birit *Gimming*, Kari *Hansen* og Randi *Hjulstad* som sekretær II, Gudrun *Løvjen*, Esther *Holthe* og Alvilde *Kristiansen* som kontorfullmektig I.

Rundskriv fra Vegdirektoratet

Nr 41 — Plan. 29. juni 1968 til vegsjefene og politimestrene ang. fastsetting av særskilt fartsgrense.

Nr 46 — Stat. 12. juli 1968 til vegsjefene ang. instruks for utfylling av oppgave over sysselsatte vegarbeidere ved riksveger og fylkesveger.

Nr 47 — Vegtraf. 13. juli til fylkesmennene, vegsjefene, politimestrene og Statens bilsakkyndige ang. skilt for å varsle av- og pålesing av skogsvirke ved riksveg.

Nr 48 — Plan. 26. juli 1968 til vegsjefene og politimestrene ang. etablering av forkjørsrett.

Nr 31 M 1. juli 1968 sendt vegsjefene og Statens bilsakkyndige ang. hullkortregister for bilverksteder — sentral innføring av kontrollgebyrer.

Nr 32 M 3. juli 1968 sendt politimestrene og Statens bilsakkyndige ang. godkjente sikkerhetsbelter.

Nr 33 M 3. juli 1968 sendt Statens bilsakkyndige ang. styre på motorsykler, lette motorsykler og mopeder.

Nr 34 M 10. juli 1968 sendt Statens bilsakkyndige ang. Godkjenning av gass-varmeovnen «Truma-Matic» type HEI 61.

Nr 35 M 10. juli 1968 sendt Statens bilsakkyndige ang. godkjenning av gassvarmeovnen «Mekab».

Nr 36 M 25. juli 1968 sendt Statens bilsakkyndige ang. godkjenning av påløpsbremses.

Nr 37 M 30. juli 1968 sendt politimestrene og Statens bilsakkyndige ang. godkjente sikkerhetsbelter.

Nr 38 M 31. juli 1968 sendt Statens bilsakkyndige ang. tilhenger til personbil, varebil m. v. Rundskriv 32/67 M.

Djupdalsprosjektet

Første utbyggingstrinn, Hvam—Furuset stadion, er ferdig

Overingeniør Thorleif Sagbakken

Djupdalskontoret

Historikk

Hovedstaden har fra gammelt av hatt flere innfartsveger fra sitt store oppland mot nord og øst. Bare i løpet av de siste 400 år har minst 6 traséer vært i bruk.

De to hovedårer som i siste generasjon har utviklet trafikken, er Strømsvegen og Trondheimsvegen. De er anlagt omkring henholdsvis 1930 og 1870. De var for sin tid solide tofeltsveger, men har hverken sikkerhet eller kapasitet nok til å utvikle dagens og fremtidens trafikk i dette typiske pressområdet. Trafikktellingene i 1955 og 1960 både på Trondheimsvegen og Strømsvegen indikerer at forholdene i løpet av få år ville bli uholdbare, særlig på grunn av de store stigningene og den store andel av tunge kjøretøyer.

I slutten av femtiårene kom det derfor i stand drøftelser mellom Staten og Oslo kommune om å bygge en ny innfartsveg fra nordøst. I 1961 ble det enighet om at strekningen mellom Hvam i Skedsmo og Oslo's ringvegssystem skulle være et fellesforetagende der Statens Veivesen og Oslo kommune skulle betale hver sin halvpart av anleggsutgiftene. Videre var det enighet om at traséens østre del skulle gå gjennom Djupdalen, en trang dal i grenseområdene mellom Oslo og Romerike. Navnet Djupdalen har siden gitt navn til hele foretaket og brukes i flere kombinasjoner.

Organisasjon

Det ble dannet et utvalg til å lede utbyggingen, bestående av direktør Waarum og direktør Torpp i Vegdirektoratet, rådmennene Grøstad og Schreiner fra Oslo kommune og vegsjef Slungaard, Akershus. Dir. Waarum og vegsjef Slungaard har nå gått ut av utvalget etter oppnådd aldersgrense og er et-

terfulgt av direktør Norman-Johansen, Vegdirektoratet og vegsjef Billehaug, Akershus. Dir. Waarum var utvalgets første formann, etterfulgt av dir. Torpp i 1965.

Utvalgets navn er kort og godt Djupdalskomitéen.

I 1962 ble det etablert en teknisk arbeidsgruppe bestående av 3—4 sivilingeniører og teknikere. Bemanningen er styrket etterhvert, slik at det nå er tilsammen 11 sivilingeniører, ingeniører og tegnere ved Djupdalskontoret, slik navnet har blitt. Overingeniør Grotterød var kontorets første leder, fra 1963 var det sjefsingeniør Borchgrevink, etterfulgt av forfatteren i 1967.

En kan kort si at Djupdalskontorets oppgave er å utarbeide planer og anbud for bygging på entrepriser i den takt og rekkefølge og etter de normer som Djupdalskomitéen bestemmer.

Noe skjematisk kan det sies at Djupdalskontorets arbeide er fordelt over tre sektorer: 1. Arbeide med sikte på å skaffe veggrunn. 2. Det interne prosjekteringsarbeide. 3. Den koordinerende virksomhet.

Prosjektets totale omfang

Fullt utbygd vil Djupdalsprosjektet omfatte 11 km firefelts motorveg, 6 km seksfelts motorveg og 11 flerplanskryss. Videre vil det inngå ca 17 km samle- og lokalveger og ca 20 bruer eller underganger for sekundære veger.

Kostnadsoverslaget fra 1963 lyder på 122 mill. kr. Prosjektet er imidlertid blitt utvidet med en parsell i retning sentrum siden den tid, slik at vårt aktuelle overslag lyder på 142 mill. kr. Dette er totalkostnaden, eksklusiv prisen for veggrunn. Erstatninger for veggrunn, bebyggelse og ulemper kan etter dagens takster anslås til 20 mill. kr.

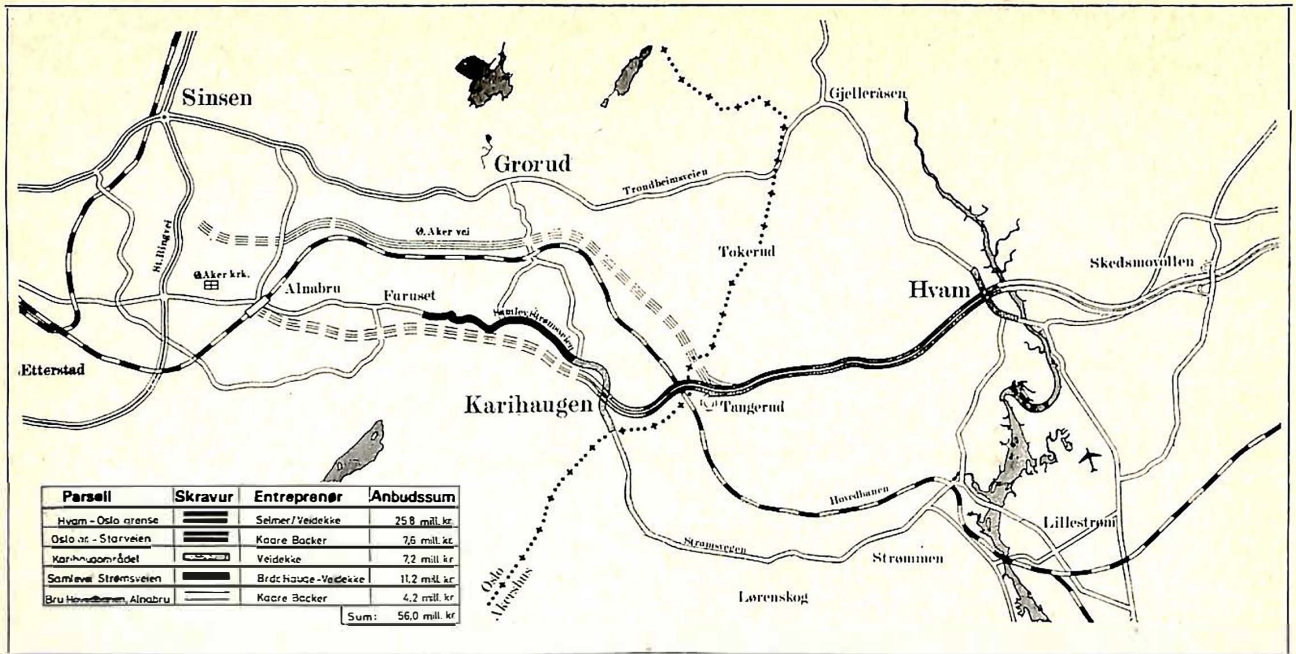


Fig. 1. Første byggetrinn. Oversiktskart og entrepriser.

Dette tallet er ikke helt lett å finne eksakt, fordi det er de enkelte kommuner som i henhold til vegloven er pålagt å skaffe arealene til veggen. Dette er tildels gjort ved ekspropriasjon og oppkjøp av hele eiendommer flere år tilbake.

Prosjektet går gjennom tre kommuner: Skedsmo, Lørenskog og Oslo.

Utbygningshastigheten er helt ut bestemt av størrelsen av de årlige bevilgninger. Blir de årlige bevilgninger i årene fremover like store som hittil (15 mill. kr), kan hele prosjektet være fullført i løpet av 1973.

Tempoplan

I årene 1963 og -64 ble det lagt ned meget arbeide for å finne frem til en tempoplan for utbyggingen som kunne tjene som rettesnor både ved budsjettarbeidene, ved prosjekteringen og for fremdriften av anleggene. Hovedtanken og hovedsiktemålet med denne tempoplan var at den til en hver tid investerte kapital så fort som råd skulle bringes til best mulig forrentning. Det var i denne forbindelse også nødvendig å ha for øye de praktiske muligheter til å få startet anleggsdriften hurtig og få hele prosjektet fullført til rett tid. For å finne frem til en tilfredsstillende tempoplan, er det dessuten nødvendig å ha klart for seg hvordan trafikken går på et hvert tidspunkt i årene fremover

og i hvilken grad det eksisterende vegnett kan innpasses ved trafikkavviklingen.

Første byggetrinn

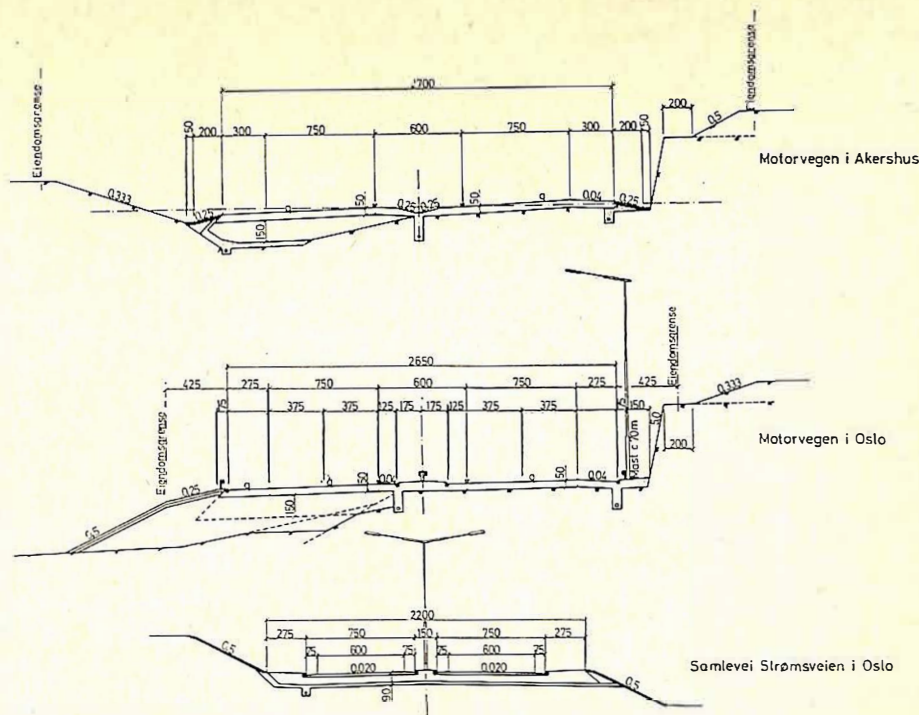
Tempoplanen omfatter mange parseller og entrepriser. De parseller som tas i bruk samtidig, er det naturlig å kalle byggetrinn. I høst er første byggetrinn fullført og settes under trafikk. Fig. 1 viser hvilke parseller første byggetrinn består av.

Dette byggetrinnet omfatter motorvegstreknningen Hvam—Karihaugen, samt full utbygging av toplanskrysset ved Hvam og nybygging av en strekning av riksveg 22.

Fra bygrensen like ved Karihaugkrysset til Furuset stadion er bygd en helt ny lokal samleåre, den såkalte Samleveg Strømsvegen. Den må inngå i prosjektet først og fremst fordi den nåværende Strømsvegen over store strekninger ligger i veggen for den videre fremføring av motorvegen. Ved Karihaugkrysset er det i dette byggetrinn bygd relativt høyverdige, men provisoriske tilslutningsramper mellom motorvegen og Samleveg Strømsvegen.

Videre inngår i første byggetrinn ny bru for Hovedbanen over motorvegtraséen ved Alnabru. Dette byggverk ble tatt med såvidt tidlig fordi grunnspørsmålet lot seg ordne, og fordi den gamle undergang var den verste flaskehals mellom den fullførte delen av prosjektet og Oslo sentrum.

Fig. 2. Typiske tverrprofiler.



Geometri og profiler

Motorvegen mellom Hvam og Karihaugen har fire kjørefelt og normalt en bredde på 27 m (se fig. 2). Den er dimensjonert for en hastighet 100 km/h.

Krappeste horisontalkurve har $R = 500$ m og denne er tatt i bruk to ganger. Krappeste høybukksskurve finnes på toppen av Djupdalen og har $R = 8000$ m. Denne kurve er bestemmende for strekningens dimensjonerende hastighet. Det ville kostet millionbeløp i tillegg å bygge denne med $R = 10\,000$ m og derved operert med dimensjonerende hastighet = 110 km/h.

Toppen av Djupdalsskaret ligger ca 80 m høyere enn de tilstøtende områder både på Romeriks- og Oslosiden. Det er derfor opptrekk fra begge sider med stigning = 47 ‰. I disse stigningene er bygd krabbespor for tungtrafikken.

Samleveg Strømsveg har en total bredde på 22,5 m eller 17,5 m bredde (se fig. 2). På strekningen har den to T-kryss, men har ellers en dimensjonerende hastighet = 65 km/h. Så lenge den skal tjene som gjennomfartsåre, vil den bli oppmerket med fire kjørefelt. Det er fem planfrie kryssninger for fotgjengere.

Masser, konstruksjoner

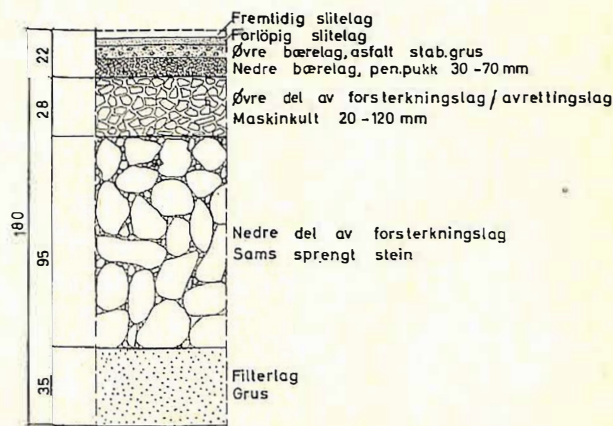
I første byggetrinn er det bygd tilsammen 15 800 lm veg og ramper av alle typer. Innenfor disse

strekninger er det 13 400 m² bruer. Av de største og viktigste enheter kan nevnes:

- Matjordavtaking: 275 dekar
- Masseflytting av jord: 515 000 m³
- Fjellsprengning: 470 000 m³
- Cementrør (alle dim.): Ca 36 000 lm
- Maskinkult: 160 000 m³
- Asfaltert grus: 40 000 t
- Asfaltbetong: 20 000 t
- Lysmaster: 290 stk
- Tilsådde skråninger: Ca 142 dekar.

Motorvegen har en overbygningstykkelse fra 180 cm til 250 cm, varierende med undergrunnens telefarlighet. Veglaboratoriets bærelagsavdeling har vært konsulenter ved utformingen av overbygningen,

Fig. 3. Typisk snitt av motorvegens overbygning.



og deres beregninger viser at en kan vente å få frost under overbygningen bare en gang hvert 25. år. Fig. 3 viser et typisk snitt. Som det fremgår av figuren, utgjør sams sprengt stein er stor del av overbygningsmassen. Dette er et billig materiale hvor egnet steinsort finnes i linjen.

Ramper og Samleveg Strømsvegen har fått en mer ordinær overbygningstykkelse = 90 cm.

Hurtig og effektiv bortledning av drens- og overflatevann er det ofret mye penger på. Sluk og rør for bortledning av vann på kjørebane er dimensjonert slik at deres kapasitet overskrides bare en gang hvert annet år.

I praksis vil det si at det finnes sandfang med rist på motorvegen for hver 60.—70. meter. De stikkerrenner som krysser under motorvegen er dimensjonert slik at det beregningsmessig vil stige vann opp over innløpet bare en gang hvert 100. år.

Geoteknisk har det vært en del problemer. For å oppnå tilfredsstillende stabilitet av veglegemet, er det plasert ca 100 000 m³ motfyllinger. Fyllingene er for det meste bygd opp av tørrskorpeleire med innlagte skikt av filtersand for å fremskynde utpressingen av vann og dermed setningene. Veglaboratoriets geotekniske seksjon har vært konsulenter for disse løsninger.

Sidetak og dyrket mark

Fyllingene med sine slake skråninger og motfyllingene representerer et uvanlig stort massebehov. Det er innlysende at linjepålegget måtte legges svært tungt hvis det skulle oppnås massebalanse innenfor vegtraséen. Dette ville igjen si at en måtte grave ned i de bløte leirlag under tørrskorpe laget. Også i fjell ville det bety at skjæringene ble av større mektighet. Det er derfor brukt en annen løsning for å dekke det store massebehovet.

Traséen går stedvis gjennom et nokså kupert jordbrukslandskap med bratte bekkedaler og en del temmelig isolerte leirrygger. Disse områdene har for en stor del vært i bruk som beitemark eller bevokst med krattskog. Ved avtaler med grunneierne har byggherren fått disponere en del av disse tilstøtende områdene til å ta ut sidetak. Etter at massene er tatt ut, er områdene drenert og matjord lagt tilbake. Områdene har således blitt forvandlet til dyrket mark som egner seg godt for maskinell drift. Det samme kan sies om motfyllingene, som er kledd med matjord og fortsatt er til grunneiernes eie og bruk.

Den vanlige skråning i jordskjæring er 1 : 3. I et par mektige jordskjæringer er denne skråning

reduert til 1 : 7, og skråningen er i fortsatt bruk som dyrket mark.

Ved disse disposisjoner er det et par av de berørte gårdsbruk som har like mye dyrket mark nå som før avståelsen av grunn til motorvegen.

Tverrprofilens utstyr

Som det fremgår av figur 2, er det noe forskjellig tverrprofil i Akershus og i Oslo. I Akershus er midtdeleren forsenket, mens innenfor Oslo er midtdeleren forhøyet ved hjelp av kantsten. Det samme er også tilfelle med ytterbankettene. Innenfor Oslo blir motorvegen belyst fra master plassert både i midtdeleren og ute ved sidene. I midtdeleren er plasert dobbelt «quadrail», både for å hindre overkjøring og for å beskytte trafikantene mot å treffe lysmastene ved kjørehell.

Motorvegen blir inngjerdet i hele sin lengde innen Oslo, men bare mot mer bebygde strøk i Akershus.

Prosjekteringen

Mange firmaer og kontorer er og har vært engasjert i prosjekteringen. Planer og beskrivelse for de rene vegarbeider er laget av Djupdalskontoret. Dessuten er enkelte avsnitt prosjektert av et privat konsulentfirma etter at markarbeidene var utført.

Ved prosjekteringen har vi søkt å ta i bruk de muligheter som finnes for å forenkle arbeidet og gjøre resultatene bedre. Jeg tenker på traséring på kart, bruk av de innarbeidede EDB-programmer for linjeberegning, utsetting av linjene fra polygondrag, elektronisk masseberegning osv. Ved utarbeidelse av ekspropriasjonskart er egne linjeberegninger tatt i bruk. Skulle det lages tilsvarende planer uten disse metoder og hjelpemidler, måtte bemanningen minst fordobles.

Bruene innen Akershus er prosjektert av Vegdirektoratets bruavdeling. Innen Oslo har Oslo Veivesens prosjekteringsavdeling latt rådgivende ingeniørfirmaer utarbeide planene for bruene.

Asfaltarbeidene er utført etter beskrivelser fra asfaltseksjonene ved Veglaboratoriet og Oslo Veivesen.

Prosjekteringen av belysningen og andre elektriske arbeider er utført av Oslo Lysverker. Oslo Vann- og Kloakkvesen prosjekterer også selv sine



Fig. 4. Hvamkrysset og motorvegen innover mot Oslo.

arbeider. Det samme er tilfelle med svakstrøms-
etatene Telegrafverket og Oslo Telefonanlegg.

Ved at så mange personer og kontorer kommer
med i prosjekteringsarbeidet, høster en nok gevins-
ter av spesialiseringen innenfor hvert fag og felt.
Koordineringen er imidlertid ikke helt enkel. Be-
hovet for nettverksdiagram og oppfølgingsrutine
er allerede tilstede også for prosjekteringsarbeidet.

Anleggsarbeidet

Som tidligere nevnt, er prosjekteringen lagt opp
for utbygging ved private entreprenørfirmaer. Det
er utarbeidet totale anbud, dvs. at entreprenøren ut-
fører alle arbeider i forbindelse med veganlegget,
fra hugging av trær og matjordavtaking til så-
ing av gress og reising av master for skilt og be-
lysning. Planerings- og overbygningsarbeidene er
som før nevnt viktige og store arbeider, men arbei-
dene med drems- og avvanningsanlegg er også om-
fattende. Videre inngår legging av kabler for Tele-
grafverket, Telefonanlegg, Lysverker og vann- og
kloakkledninger. Disse sistnevnte arbeider er sær-
lig utført i Samleveg Strømsvegen. I forbindelse
med motorvegen innskrenker etatarbeidene seg mest
til rene kryssninger. Noen av disse arbeider krever
spesiell autorisasjon i vedkommende fag. Derfor
har entreprenørene i betydelig utstrekning knyt-
tet til seg underentreprenører.

Det er klart at parsellenes størrelse er nokså be-
stemmende for de ressurser entreprenørene setter
inn. Ved jordarbeidene i Skedsmo satte f. eks. en-
treprenøren inn flere scrapere samtidig med sam-
let kapasitet på et par tusen m³ pr skift. I godværs-
perioder var disse lag i drift i tre skift pr døgn.

Det virker som fuktig vær er det eneste som
kan forskrekke en entreprenør i denne bransjen.
I regnværsperioder stopper all fyllingsbygging av
jordmaterialer opp, både av kvalitetshensyn og
fordi de tunge maskinene rett og slett setter seg
fast. Det ideelle synes derfor å være en byggetid
på ca 28—30 måneder ved parseller hvor bygge-
summen er ca 20 mill. kr. Ved start i mars—april
står da to sommersesonger til disposisjon, og en-
treprenøren kan få utført de vitale arbeider i de
gunstigste tidsrom.

Mekaniseringen setter sitt preg på de fleste ar-
beider. F. eks. brubyggingen og fjellsprenghingen
bærer preg av masseproduksjon med stor maskin-
innsats og tilsvarende lite manuell arbeidskraft.

På to av parsellene har entreprenørene knuseverk
for å dekke sitt behov for knuste steinmaterialer
både til overbygningen og asfaltmaterialene.

Byggherre — entreprenør

Utbygging av riksveger ved private entrepre-
nører har ikke pågått i så mange år i Norge.
Store parseller etter norske forhold er såvidt jeg
vet, bygget bare på Drammensvegen, i Østfold og
på Djupdalsprosjektet. Med støtte i de erfaringer
jeg mener må være vunnet ved sistnevnte pro-
sjekt, vil jeg derfor fremholde noen synspunkter,
selv om de i og for seg kunne vært tatt opp som en
egen artikkel.

Det kan ikke være tvil om at utbygging i en-
treprenørregi ved parseller av denne størrelse er
lønnsom for byggherren. Konkurransen er reell
og skarp. For hver parsell har det vært 5 til 7
anbydere. Hvis en tar for seg så viktige enhets-
priser som for planering av jord og fjellsprengh-
ning, har disse ikke steget noe fra 1964 til idag.
For de vinnende anbuds vedkommende, har de hele
tiden holdt seg på henholdsvis kr 4,50 og kr 17,50.

Ved en utbygging søker byggherren å få seg le-
vert et solid, driftssikkert og varig byggverk. Det-
te er entreprenøren vanligvis innstilt på å levere,
men han satser samtidig for å få sine direkte ut-
gifter og sine avskrivninger dekket og helst lagt
seg opp en viss reserve. Ideelt sett trengte ikke
byggherrens og entreprenørens interesser å kome
i konflikt. I praksis viser det seg imidlertid
at det er emner nok til store og små dissenser
i hver eneste entreprise. Etter min mening er det
noen betingelser som mest mulig bør være tilstede
for å få det optimale ut av entreprenørdrift:

1. Byggherren må ha klart for seg det resultat
han ønsker. Det må komme klart til uttrykk
i tegninger, dokumenter og en mest mulig
standardisert beskrivelse.
2. Entreprenøren må ha tilstrekkelig teknisk og
faglig bemanning som forstår og respekterer
byggherrens krav til produktet.
3. Tiden for prosjekteringen må være tilstrek-
kelig lang, slik at grunnen er disponibel til
rett tid. Arbeidstegningene bør foreligge på
anbudsstadiet.
4. Entreprenøren må gis mulighet til et mest
mulig fleksibelt opplegg for sin drift.
5. Entreprenøren må få levere alle varer og ytel-
ser selv. Han oppnår som regel de største
rabatter, og ansvarsforholdet kan ikke tåke-
legges.
5. Sist, men ikke minst: Byggeledelsen må ha
stor nok bemanning og godt nok utstyr til å
føre effektivt tilsyn og kontroll ved alle vik-
tige arbeidsoperasjoner. I USA der det finnes
generasjoners erfaring med entreprenørdrift,
regner man med at utgiftene til byggeledelse

og kontroll utgjør 3 % av totalkostnaden. Hos oss er vi nok foreløpig nærmere 3 0/00 enn 3 %.

Utbyggingen videre

Når strekningen Hvam—Furuset åpnes i høst, er allerede arbeide i gang på en av parsellene som tilhører det vi kan kalle annet byggetrinn. Det

dreier seg om motorvegparcellen Furuset skole—Alna Teglverk. Senere i år vil parcellen Alna Teglverk—Ø. Aker kirke påbegynnes. Begge disse parseller vil etter tempoplanen fullføres høsten 1970. Etter disse parseller vil opparbeidelsen gå i etapper mot sentrum og vil forhåpentligvis omkring 1975 være knyttet sammen med Europavegen og Grunnlinjen i Gamlebyen. Parsellen Karihaugen—Furuset skole av motorvegen samt fulle kryss ved Karihaugen og Visperud beregnes også utbygd for den tid.

Trepunktsikkerhetsbeltets beskyttende effekt

I Sverige er gjennomført en omfattende undersøkelse for klarlegging av trepunktssikkerhetsbeltets betydning for reduksjon av personskader.

Undersøkelsen er basert på Volvos 5 års forsikring, der samtlige Volvo-biler i Sverige er garantiforsikret de første fem år.

I løpet av undersøkelsesperioden mars 1965 til mars 1966 omfattet forsikringen i alt 300 000 biler, og undersøkelsen omfattet mer enn 28 000 ulykker.

Foruten bilførerene inngikk også 8731 forsetepassasjerer og 5302 baksetepassasjerer i materialet, totalt 42 813 personer.

Mindre skader med reparasjonsomkostninger under 400 sv. kroner er holdt utenfor.

Undersøkelsen viser at dersom sikkerhetsbeltet henger ubenyttet, er passasjer-forsetet 50 % farligere enn fører-setet ved 50 km/h og 22 % farligere ved 100 km/h.

Benyttes derimot sikkerhetsbeltet, reduseres forskjellen i skadefrekvens betydelig. Først ved over 100 km/h og med belte blir forholdet omvendt.

Trepunktsbeltet beskytter mot dødelige skader selv ved hastigheter opp til ca 110 km/h. Uten belte kan så lave hastigheter som 20 km/h gi skader med mulig dødelig utgang.

Av de 42 813 personer som omhandles i undersøkelsen, fikk 2445 skader av mer eller mindre alvorlig karakter — og 57 ble drept.

I undersøkelsesmaterialet fordeler skadene seg slik blant førere og forsetepassasjerer:

		Døde	Alvorlig skadede	Lett skadede
Førere (totalt 28 780)				
Uten sikkerhetsbelte	76 %	37	263	835
Med sikkerhetsbelte	24 %	2	51	175
Forsetepassasjerer (8731)				
Uten sikkerhetsbelte	71 %	12	160	439
Med sikkerhetsbelte	29 %	1	22	109

«Alvorlig skadede» er de tilfeller som nødvendiggjorde sykehusbehandling.

For de forskjellige typer av skader viser undersøkelsen at sikkerhetsbeltet reduserer alvorlige hodeskader med 69 % for føreren og 88 % for forsetepassasjerer. For alvorlige ansiktsskader minsker beltet risikoen med 73 % for fører og 83 % for passasjer. Alvorlige brystskader reduseres med 29 % for fører og 59 % for passasjer. Etter dette skulle det være klart at f. eks. rattet bør være gjenstand for stor interesse når det gjelder sikkerhetsforbedringer.

Undersøkelsen viser også at et feil justert — for løst — sikkerhetsbelte kan forårsake visse lettere skader. Derfor er beltejusteringen meget vesentlig. Totalt konstaterer undersøkelsen 59 belteskader, hovedsakelig av lettere karakter. En viss agitasjon mot trepunktsselen pågår for tiden i flere land, hvor det påstås at det er farlig å være fastspent over brystet. Volvo-undersøkelsen gir ikke noe grunnlag for denne påstand. Tvertimot tyder undersøkelsen på at nettopp trepunktsbeltet er den mest effektive beskyttelse. I denne forbindelse kan det være naturlig å se de lettere belteskadene i relasjon til antallet dødsofre som ikke benyttet sikkerhetsbelte.

Av undersøkelsesbilene hadde mer enn 98 % sikkerhetsbelter i forsetet. Undersøkelsen viser dessverre at altfor få utnytter denne mulighet. Sikkerhetsbeltet er benyttet av 25 % av sjåførene og av 30 % av passasjerene. Det fremgår dessuten at sikkerhetsbeltet er oftere benyttet ved større hastigheter.

Antallet passasjerer som bruker sikkerhetsbelte øker i jevn takt med øket hastighet, mens statistikken for førere viser en markert stigning ved 50 km/h. Forklaringen kan være at de fleste først benytter sikkerhetsbeltet når de er utenfor områder med fartsbegrensning. I spørreskjemaet for undersøkelsen ble det bl. a. spurt om når beltet ble benyttet, og svarene bekrefter antagelsen ovenfor. 19 % besvarte spørsmålet med «alltid», 60 % med «ved langkjøring», 18 % med «sjelden eller aldri», mens 3 % ikke ga noe svar.

Det fremgår videre at ungdom mellom 18 og 24 år utgjør største gruppe av ulykkessjåfører. Gruppen 20-åringer er tre ganger større enn 45-åringer. De yngre er også mindre stemt for å benytte seg av sikkerhets-

beltet. Bare 16 % bruker beltet — mot 30 % av 45-åringene.

Undersøkelsen — som er gjort i samarbeid med frittstående eksperter innen trafikksikkerhet, medisin og

statistikk — bekrefter at de svenske og amerikanske myndigheters krav til bilenes utstyr når det gjelder sikkerhetsbelter, er vel gjennomtenkte og realistiske.

H. E.

Storbybiler

Spesielle småbiler for storbyer løser ingen problemer alene.

Vår klode trues med en overbefolkning som, hvis utviklingen får fortsette, vil bli katastrofal. Hittil er hovedvekten lagt på at jorden ikke kan produsere mat til alle de nye millionene, men problemet på lengre sikt er plass, og dette er så alvorlig at det ifølge ekspertene bare vil ta noen få generasjoner før det bokstavelig talt bare er ståplass igjen.

Trafikkmessig betyr økingen i befolkning og velstand og konsentrasjon om store byområder at det allerede nå mange steder er permanent køkjøring og daglig trafikkaos. Ved siden av å skape plassmangel spyr kjøretøyene, i sin til dels uforbrente ekshaust, ut giftige gasser som truer storbymenneskenes helse. Dette siste problem søker USA å løse ved nye regler, som pålegger bilfabrikkene å konstruere motorene slik at luftforurensningene blir vesentlig redusert allerede fra neste år.

Både byplanleggere og bilfabrikker er sterkt opptatt av hvordan man best skal utnytte den trange plassen og unngå forgiftning av luften. Det har i de senere år vært mye snakk om elektriske småbiler. Bl. a. viste Ford nylig en prototype av en to meter lang, elektrisk storbybil, som de kaller «Comuta». Den lille vognen har plass til to voksne og to barn og drives av to batterier, som gir kraft til to elektromotorer. «Comuta» har en aksjonsradius på 6-7 mil i en hastighet av 40 km/h. Både hastigheten og aksjonsradiusen vil kunne økes betraktelig ved bruk av dyrere batterier.

Også engelskmennene har eksperimentert med elektrisk drift i småvogner, men det er sannsynlig at det ennå vil ta mange år før man får se slike kjøretøyer i større antall.

Spesielle storbybiler har vært gjenstand for en del undersøkelser i de senere år. Bl. a. satte samferdselsdepartementet i England ned en ekspertkomité for et par år siden, og denne komiténs innstilling ble offentliggjort i juni i år. Innstillingen, som er resultat av grundige undersøkelser og praktiske prøver, gir mange interessante opplysninger og kommer til dels med ganske overraskende konklusjoner. En av komitéens hovedslutninger er at småbilene vil gi bare meget liten bedring i utnyttelsen av plassen, med mindre man gjør gjennomgripende forandringer av hele trafikkbildet og bl. a. skiller tra-

fikken slik at større og mindre kjøretøyer får separate veier og gater.

Det vil kanskje overraske mange at småbiler med bare to meters lengde gjennomsnittlig i bytrafikk opptar ca 15 % mindre plass enn normale kjøretøyer. Dette kommer av at den største delen av den plass som hvert kjøretøy må disponere, ikke er det område som vedkommende vogn direkte dekker, men avstanden mellom kjøretøyene. Etter som hastigheten øker, vil denne avstanden måtte bli større, og ved f. eks. 40 km/h vil en minibil bare ta opp en snau meter mindre av kjørebanelens lengde enn det en vanlig bil vil gjøre. Når det gjelder bredden, er man for merking både av kjørefelt og parkeringsplasser avhengig av de største kjøretøyenes dimensjoner. Utvalget uttrykker det slik at de små bilene kjører «i skyggen» av de større.

Hvis man skal få full nytte av småbilene, må man ordne med spesielle kjøre- og parkeringssteder for disse. Da vil man kunne oppnå helt opp til 100 % øking av plassutnyttelsen. I denne forbindelse kan man filosofere over hvorvidt publikum vil gå inn for disse småbilene, som på ingen måte egner seg for annet enn kjøring i storbyer. Det må være helt klart at motorindustrien neppe kan satse på slike kjøretøyer før det er skapt forhold som trafikkmessig gjør det overveiende fordelaktig å bruke de minste bilene. Hvis slike kjøretøyer skal bli brukt overhodet, må de være meget billige, og dette igjen krever produksjon i betydelige serier, og serier som er så vidt store at man må tenke i europeisk målestokk og ikke i et enkelt lands spesielle forutsetninger.

Man kan tenke seg at det bygges egne kjøreveger for disse småbilene, enten på siden av eller over de vanlige gatene. Slike spesialveger kan bygges forholdsvis rimelig fordi man, både når det gjelder bredde og høyde og ikke minst vekt, kan dimensjonere lett.

Alt i alt synes innstillingen til det britiske samferdselsdepartement ikke å kunne peke på noen ny løsning av storbytrafikkens problemer, men tvert imot kommer innstillingen tilbake til det som hittil har fremstillet seg som det viktigste, nemlig mer penger til både gater og veier. Hovedkonklusjonen kan uttrykkes slik:

1. Folk vil fortsatt insistere på å bruke bilen til og i byene.
2. Nye biltyper vil i seg selv ikke løse trafikkløsemet.
3. Disse erkjennelser fører til at den eneste realistiske løsning er, som ovenfor nevnt, å investere mer i nye gater og veier. (Anleggsmaskinen nr 7, 1967.)