

Sikring av vegskråninger i jord

Overingeniør Kaare Flaate og avdelingsingeniør Hans Ruistuen
Veglaboratoriets geotekniske seksjon

DK 624.137

1. Innledning.

Utviklingen fører til stadig strengere krav til trafikksikkerheten på våre veger. Dette må etterkommes ved bedre geometrisk utforming og byggeteknisk utførelse. De store inngrep som vegbygging i dag betyr i det naturlige terreng, har i særlig grad aktualisert spørsmålet om sikring av vegskråninger i jord. Foruten å være et sikkerhets-spørsmål, har skader i jordskråninger også en viktig økonomisk og estetisk side.

Vedlikeholdskostnadene må holdes under kontroll og store inngrep i jomfruelig terreng må søkes utbedret slik at byggverk og natur så langt som mulig harmonerer sammen. Vi skal i det følgende forsøke å gi en oversikt over vanlige former for skader i jordskråninger, drøfte årsakene til disse, og hvilke botemidler som kan og bør nyttes.

2. Skader i vegskråninger.

En skiller vanligvis mellom to hovedtyper av skråningsskader, utglidning eller skred, og erosjon. I praksis er det ikke alltid enkelt å avgjøre om det er den ene eller den andre type skade. Glidninger resulterer ofte i erosjon og erosjon kan forårsake

glidning. Det er likevel viktig å fastholde en slik oppdeling, da en på den måten lettere kan analysere årsakene.

2.1 Utglidninger.

En glidning i jordterreng oppstår når skjærspenningene i et kritisk glidesnitt overstiger den aktiviserbare skjærfasthet. Avhengig av de geometriske forhold og fasthetsvariasjonene i grunnen, kan glideflatene ha forskjellig form. Ute i naturen merker en seg først og fremst forskjellen mellom overflateglidninger og dyperegående glidninger. Disse typer har igjen forskjellige geometriske former, alt etter forholdene.

Skjærfastheten i jord kan generelt uttrykkes ved Coulomb's ligning:

$$\tau_f = c' + (\sigma - u) \operatorname{tg} \phi' = c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi' \quad (1)$$

τ_f = skjærfasthet

c' = effektiv kohesjon

σ = total normalspenning

u = poretrykk

σ' = effektiv normalspenning

ϕ' = effektiv friksjonsvinkel

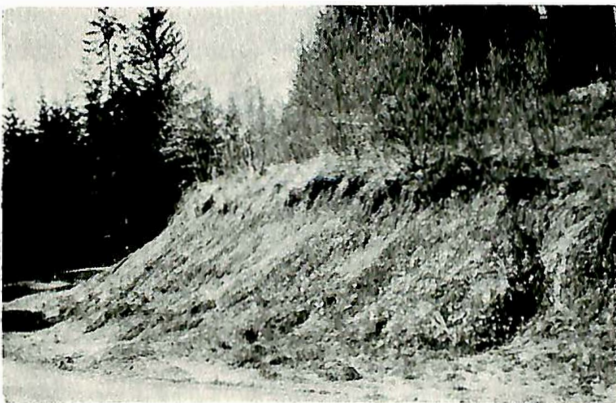


Fig. 1. Ubeskyttet skråning i siltig jord.

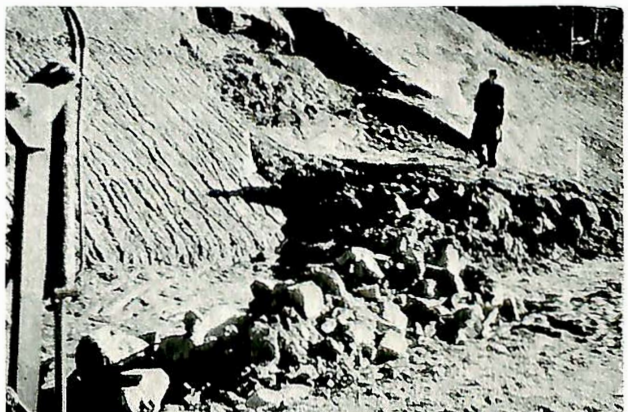
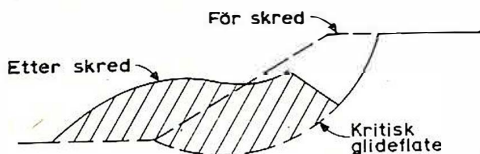


Fig. 2. Glidning i leirholdige masser.

a) KRUM GLIDEFLATE



b) STABILITETSANALYSE

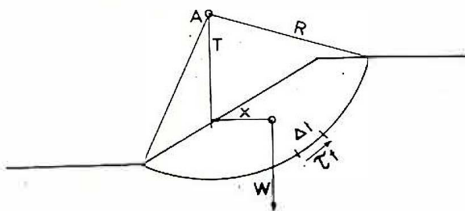


Fig. 3. Dyperegående glidning i skråning.

Skjærfasthetsparametrene c' og φ' er material-egenskaper som bestemmes ved laboratorieforsøk, mens effektiv normalspenning avhenger av geometri, romvekter og poretrykk.

Skjærfastheten består således av en kohesjonsandel c' som skyldes vedhengskrefter mellom de enkelte korn. Slike krefter er i første rekke avhengig av størrelsen på mineralkornene og merkes først ved en leirholdig kornsammensetning. Friksjonsandelens størrelse bestemmes av den effektive normalspenning og reduseres om f. eks. poretrykket øker. Friksjonsvinkelen varierer bl. a. med kornform, kornfordeling og lagringstetthet. Har vi med en ren friksjonsjordart å gjøre kan ligning (1) reduseres til:

$$\tau_f = (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi' = \sigma' \operatorname{tg} \varphi' \quad (2)$$

2.11 Dyperegående glidninger.

En dyperegående glidning må defineres som en glidning som i alt vesentlig går ned i de jordlag som ikke er påvirket av klimatiske forandringer. Samtidig som skjærfasthetsparametrene er noenlunde stabile er også spennings- og poretrykksforholdene relativt lett definerbare. Grunnlaget for å utføre en stabilitetsberegning, dvs. å sammen-

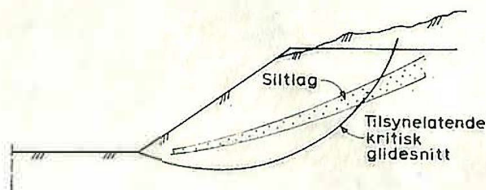


Fig. 4. Mulig glideflate i inhomogen jord.

ligne skjærspenningen og skjærfastheten i grunnen er således til stede. Dette gjøres i praksis ved å anta en rekke mulige glideflater.

Som nevnt, kan glideflater ha varierende form, men det er meget vanlig å anta at de er sirkulære, se fig. 3 a. Dette spesialtilfelle som er vist i prinsipp på fig. 3 b gir meget enkle utregninger for bestemmelse av sikkerhetsfaktoren. Betingelsene for likevekt gir:

$$\sum \frac{\tau_f}{F} \cdot \Delta l \cdot R = W \cdot x \quad F = \frac{R \cdot \sum \tau_f \cdot \Delta l}{W \cdot x} \quad (3)$$

τ_f = effektiv skjærfasthet langs sirkelbuen

R = glidesirkelens radius

W = vekt av det legeme som kommer i bevegelse

x = legemets momentarm

F = sikkerhetsfaktor mot utglidning

En stabilitetsundersøkelse er således enkel dersom en kan bestemme den effektive skjærfasthet τ_f . I kohesiv finkornig jord kan dette i mange tilfelle være vanskelig. I praksis har en mindre vansker med stabilitetsforholdene i ren friksjonsjord fordi friksjonsvinkelen som regel er vesentlig større enn den skråningsvinkel en til vanlig nytter. Over grunnvannstanden er sikkerheten mot glidning tilnærmet lik forholdet mellom jordartens friksjonsvinkel og skråningens helling. Et unntak fra dette kan en ha når finkornig lite vanngjennomslipelig friksjonsjord pakkes i fylling med et overskudd av vann. Et poretrykk som reduserer effektiv skjærfasthet kan da bygges opp i fyllmassene.

Vanligvis vil de fleste stabilitetsproblemer oppstå ved skråninger i kohesjonsjord og skjærfastheten uttrykkes ved Coulomb's ligning (1). Ved skjæringsskråninger i leire vil en ofte benytte seg av den udrenerte skjærfasthet s_u i beregningene, og den settes da inn i ligning (3) for τ_f . Den udrenerte skjærfasthet kan måles direkte i marken med vingebor, ellers med trykk- og konusforsøk på opptatte prøver. Det er viktig å merke seg at sikkerheten mot utglidning av en skråning i leire er sterkt avhengig av skråningens høyde. En økning av høyden må føre til utslaking av skråningen om sikkerheten skal være den samme.

Stabilitetsanalyse av skjæringsskråninger kan by på visse vansker fordi de ofte består av forvitret leire. Tørrskorpeleire har en meget høyere skjærfasthet enn den underliggende leire. Nærmere undersøkelser viser at tørrskorpen har et velutviklet sprekkesystem som lett åpner seg når en tar ut en skjæringsskråning. Situasjonen forverres

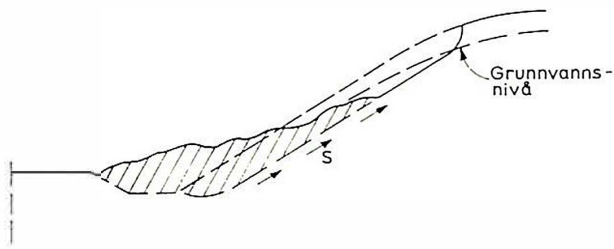


Fig. 5. Overflateglidning i skråning.

ytterligere ved at overflatevann kommer ned i sprekken. Alt dette medfører en gradvis reduksjon av effektiv skjærfasthet. En regner derfor med reduserte verdier på skjærfastheten i tørrskorpen. De bratte skråninger som en kan ha under anlegget, kan en ikke regne med å beholde på lengre sikt.

Lagdelt og inhomogen jord kompliserer alle stabilitetsanalyser. Dypere glidninger kan f. eks. forekomme i tynne siltlag, som vist i fig. 4, ved at dette laget får store tilførsler av vann. Det har også forekommet glidninger i tynne kvikkleiresjikt.

2.12 Overflateglidninger.

En overflateglidning arter seg som en glidning i et sjikt noenlunde parallelt med skråningens overflate. Glidninger finner sted i de øvre jordlag som er påvirket av klimatiske forandringer. De er derfor sjelden særlig dype, oftest ligger glideflaten 0,1—0,5 m under overflaten. En skjematisk tegning av en overflateglidning i skråning er gjengitt på fig. 5. Overflateglidninger og sig oppstår også ved at skjærspenningen i det kritiske glidesnitt overstiger aktiviserbar skjærfasthet. De faktorer som innvirker på stabiliteten endrer seg ofte og kan ikke fastsettes med nødvendig nøyaktighet. Stabilitetsanalyser på linje med det som er omtalt foran for dype glidesnitt har liten hensikt. Problemet må søkes løst på grunnlag av tidligere erfaringer sammenholdt med en geologisk klassifisering av jordartene og med lokale hydrologiske og klimatiske forhold.

Aktiviserbar skjærfasthet i de øverste jordlag er i særlig grad avhengig av klimaet. Etter en lengre tørkeperiode blir det dannet sprekker som endrer jordartens permeabilitet. Ved regn fylles alle sprekker med vann og jorden bløtes opp. Store mengder vann kan også samle seg på grunn av tele. Vann kan bli trukket opp kapilært fra grunnvannspeilet til telefronten og lagret her som islinser. Når isen smelter vil jorden ha et overskudd av vann og den effektive skjærfasthet er redusert til nær null, se fig. 6. En lokal konsentrasjon av vann i visse sjikt fører gjerne til sammenhengende

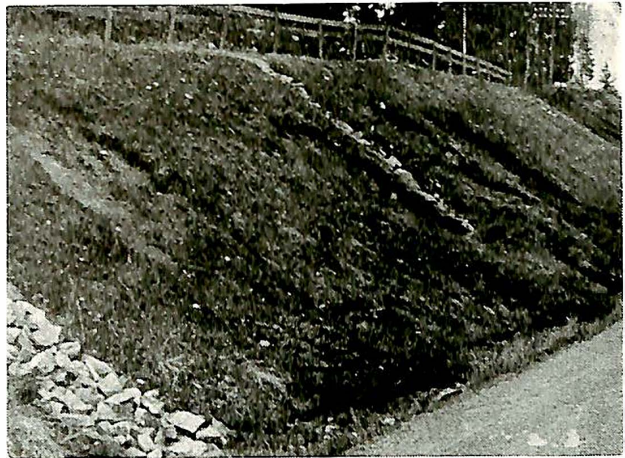


Fig. 6. Overflateglidning ved tykt matjordlag på leirholdige masser.

sig av store flater. Spesielt vanskelige forhold har en om våren når jorden er tinet opp litt dypere enn røttene i vegetasjonsdekket og en får glidning på den underliggende isen.

På hvilket tidspunkt og hvordan bruddet kommer avhenger bl. a. av klimatiske forhold, jordart og lokale variasjoner i jordarten. Her influerer variasjonene i snømengde, kuldemengde og opp-tiningsforholdene fra år til annet meget sterkt. Bruddet kan eventuelt komme først når jorden har et meget høyt vanninnhold og utglidningen vil arte seg som et flyteskred. Silt og fin sand er mer permeable enn leirholdige jordarter, og kan derfor hurtigere ta opp store vannmengder. Flyteskred finner en derfor oftest i siltige jordarter.

2.2 Erosjon.

Med erosjon forstår vi en masseforflytning ved løsrivning og transport av mineraler enkeltvis eller i mindre klumper. Årsaken til erosjon kan være vind eller rennende vann. Her i landet finnes relativt små mengder løsavleiringer som i særlig grad er utsatt for vinderosjon. Slike avleiringer er

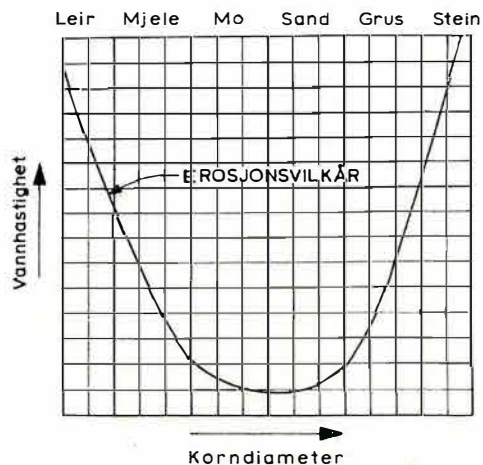


Fig. 7. Erosjonsfare ved forskjellige jordarter.

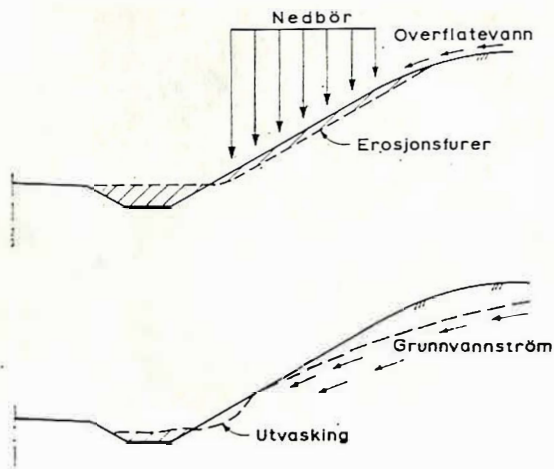


Fig. 8. Årsaker til vannerosjon i skråning.

ensgradert fin sand, som foruten i form av vindavsetninger også finnes som hydrauliske oppfyllinger.

Vannerosjon kan finne sted i alle slag jordarter under forskjellige klimatiske forhold. Skaden som oppstår er i første rekke en funksjon av vannmengde, strømhastighet og jordartens kornfordeling og lagringstetthet. Generelt er mulighetene for skader størst i finkornige ikke-koheasive jordarter, mindre i koheasive og grovfraksjonerte jordarter, se fig. 7. Vannet som forårsaker erosjon kan komme fra steder utenfor skråningen og renne nedover denne. Videre kan nedbør som faller på skråningen bevirke skader. Endelig kan en få erosjon fra oppkommer i skråningen, se fig. 8.

Flateerosjon er en jevn erosjon over større flater, og kan skyldes vann som faller på skråninger som nedbør. Lengst nede i en skråning har flateerosjon en tendens til å gå over til konsentrert erosjon, som er en erosjon etter grøfter og furer. Vann som renner nedover en skråning fra utenforliggende kilder eller fra oppkommer i skråningen, forårsaker vanligvis konsentrert erosjon, se fig. 9.



Fig. 9. Konsentrert erosjon fra overflatevann.

3. Sikring av vegskråninger.

3.1 Dyperegående glidninger.

Faren for glidning i koheasive avleiringer må bestemmes ved en geoteknisk undersøkelse. Naturlig terreng kan i mange tilfeller være i en labil likevektstilstand slik at minimale belastninger utløser skred. Bløt kvikkleire kan ha så liten skjærfasthet at en 1 m høy vegfylling i horisontalt terreng er ustabil.

Nødvendige forutsetninger for sikkerhet mot utglidning under enkleste forhold, vil fremgå av ligning (3). Det en vanligvis kan gjøre med en ustabil skjæringsskråning, er å slake den ut for derved å oppnå en reduksjon av vekten W eller en økning av glidesnittets lengde. Videre kan det også under prosjekteringen komme på tale å endre veglinjen slik at det ikke er påkrevet med så høy skråning.

Ved oppbygging av høye fyllinger av leire eller finkornige materialer, vil det kunne oppstå fare for glidninger i fyllmassen. Situasjonen forbedres ved å slake ut skråningen, senke planum eller legge ut motfyllinger. Det er også mulig å øke den effektive skjærfasthet i fyllingsmassene. Dette oppnås ved en lagvis utlegging og komprimering av fyllmassene. I spesielle tilfeller vil en legge inn drenerende lag i fyllingene med visse mellomrom slik at et overskudd av vann i de finkornige masser dreneres ut.

3.2 Overflatebeskyttelse.

Metodene til beskyttelse mot overflateglidninger og erosjon vil stort sett være de samme, og trekkes her inn under betegnelsen overflatebeskyttelse.

3.21 Vegetasjonsdekke.

Hensikten med et vegetasjonsdekke vil hovedsakelig være å hindre overflatevann i å grave, samtidig som røttene skal virke som armering av det øverste jordlag og redusere risikoen for sig og glidninger. Et vegetasjonsdekke har også den gunstige virkning at det forbruker vann og hindrer at skråningen blir vannsyk med de farer for glidninger som dette medfører.

Jordbunnen i en vegskråning vil som regel ha altfor svakt vekstgrunnlag for et vegetasjonsdekke. Det vanlige til denne tid har vært at en har ført på et relativt tynt matjordlag, 5—10 cm tykt etter forutgående oppharving av 5 cm jord under, og deretter sådd med en egnet frøblanding, eventuelt samtidig med gjødsling. Å legge ut matjord i et tykkere lag vil tjene mot sin hensikt. En er ikke interessert i å skape et unødvendig godt vekstmiljø, det resulterer bare i større vedlikehold. Videre er det viktig at røtter går gjennom matjordlaget og fester dette til jorden under. Inntil skråningen gressbinder seg etter 2—4 måneder, vil det

tynne matjordsjiktet være svært utsatt for erosjon, og det er derfor viktig at denne perioden innkortes så mye som mulig med gjødsling og vanning.

I mange tilfeller er ikke disse forholdsregler tilstrekkelige, og en eller flere måter for *midlertidig beskyttelse* som er aktive alt fra installasjon vil være aktuelle. Harpikse stoffer synes å ha evne til å holde erosjonen under kontroll både ved at de binder jordpartiklene sammen, og ved at de reduserer mengden av overflatevann på grunn av øket permeabilitet. Det stoff som har vært benyttet i Norge er markedsført under navnet Krilium. Fig. 10 viser en leirskråning som er tilsådd og gjødslet, den ene halvpart behandlet med Krilium, den andre ikke. Effekten er merkbar selv om den reduseres på lengre sikt om ikke formuldningsmaterialer blir tilført og gjødslingen fortsatt.

Enkel og praktisk beskyttelse kan oppnås ved å dekke den alt tilsådde skråning med tynt lag asfalt-emulsjon eller asfaltolje. Finkornige, sandholdige jordarter kan på denne måte beskyttes mot vinderosjon og for kortere tid også mot lettere vannerosjon. Emulsjonsfilmen vil i tillegg aksellerere spiringen på grunn av at den holder tilbake fuktighet i det øverste jordlaget.

I lengre tid har en benyttet forskjellige formuldningsmaterialer for midlertidig beskyttelse av jordskråninger. Kravet til de materialer en kan nytte, vil i første rekke være at de skal dempe virkningen av slagregn og absorbere overflatevann. Videre må selvsagt materialet ikke sinke utviklingen av et gressdekke, men tvert imot virke fremmende. Endelig vil det vanligvis være en fordel om materialet formulerer slik at en slipper å fjerne det etter at den primære hensikt er oppfylt.

Det finnes flere materialer som oppfyller en eller flere av disse krav. Opphakkert høy og halm har enkelte ganger vært nytt, gjerne iblandet en asfalt-emulsjon for å holde det hele sammen. Videre har en nyttet bar og annet skogsavfall, samt sag- og kutterflis og lite formuldet torv. I likhet med en emulsjonsfilm, vil disse materialer aksellerere spiringen. Spiring og senere vekst blir lettere ved at temperaturvariasjoner i overflaten utjevnes, og fuktighetstapet ved fordamping reduseres. Vanninnholdet blir derved høyere og jevnere. Det er imidlertid meget viktig at dette dekke ikke er for tykt, ca 5 cm. Et tykkere lag virker mot sin hensikt og kan være fullstendig bortkastet.

Mer rasjonelle metoder for etablering av vegetasjonsdekker på vegskråninger har vært i utvikling i USA siden ca 1930. Målsettingen for utvikling av disse metoder var i første rekke krav om å mekanisere og effektivisere alle arbeidsoperasjoner, og å finne frem til slike løsninger som alt

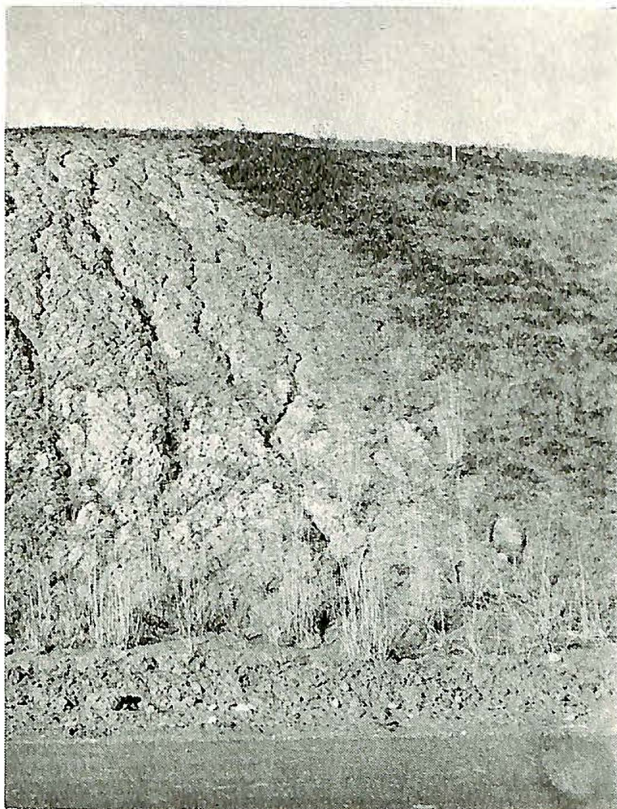


Fig. 10. Skråning i leire, høyre del behandlet med harpiksstoff.

ved installering hadde en viss motstand mot erosjon. En har i dag flere relativt like metoder som er patentert, i noen tilfeller på grunn av sin sammensetning og konstruksjon, eller på grunnlag av en bestemt utlegging eller utsprøytingsmetode.

Opprinnelig begynte en med en blanding av frø, gjødningsstoffer, vann, halm e.l. og bitumen-emulsjon som en kunne sprøyte utover skråningene maskinelt. Med denne blanding kan en opprette vekstgrunnlag på steril grunn, også på fjell som i forveien er kledd med leire. Det finnes i dag flere varianter av denne metode. Vi vil gjengi mer detaljert en av disse som er utviklet i Østerrike av dr H. M. Schiechl, og som synes å ha betingelser for å kunne tilpasses norske forhold.

Alt arbeid utføres fra en stige som settes rett oppover skråningen, og som kan forlenges eller innkortes avhengig av lengden på skråningen. Først legger en ut et tynt homogent fuktig lag av hakket halm (ca 400 g/m²). Deretter sår en ut en egnet frøblanding og kunstgjødsel i mengder avhengig av vekstgrunnlaget. Både frøblanding og kunstgjødsel vil stort sett falle gjennom halmlaget og ned på jorden. Siste arbeidsoperasjon består i å sprøyte ut en bitumenemulsjon med 25 % asfaltinnhold (ca 0,5 l/m²) for å binde sammen halmlaget. Det er oppgitt at denne installasjon tåler en vindhastighet på 80 km/time og har stor evne til å motstå erosjon.



Fig. 11. Beplantning med trær i jernbaneskjæring.

Vekstmiljøet blir svært gunstig. Den største påkjenning får den ferske gresstorven første etterfølgende vår, men halmlaget vil ennå ha evne til å virke erosjonsbeskyttende. Fordelen ved denne metode er at en ikke trenger andre maskiner enn en hagesprøyte til spredning av emulsjonen, at økonomien derfor ikke er avhengig av arbeidets størrelse. Anleggskostnaden er i Sveits oppgitt til ca 3 kr/m² alle materialer inklusive. Metoder som utfører alle arbeidsoperasjoner maskinelt med tilsvarende eller lignende tilslagsmaterialer, vil kunne utføre arbeidet noe billigere. Det vil imidlertid bli vanskelig å finne grunnlag for bruk av disse i særlig stor utstrekning hos oss.

Hvilke typer gressfrø som bør velges er først og fremst avhengig av klima og vekstgrunnlag, og et stort område venter her på å bli utforsket. En bør nytte de gresstyper som finnes i distriktet og har vist at de høver. Videre bør en søke å finne frem til de gresstyper som gir et tett og jevnt teppe med kraftige røtter som også kan gå ned under matjordlaget. Gresstyper som gir lange strå, egner seg dårlig fordi de krever større vedlikehold og fordi de ofte har tendens til å vokse ut til tuver. En blanding bestående av 20—30 % av krypvein, 10 % hvitkløver og resten rødsvingel med ca 10 kg frø pr dekar har gitt bra resultat i Østlandsklima.

Å la være å så til vegskråninger som er kledd med matjord er forkastelig. Det tar altfor lang tid før en oppnår et noenlunde jevnt dekke, om en i hele tatt gjør det. De fleste typer «ugress» er ikke ønskelig i en vegskråning. Matjord som legges i depot for senere å bli nyttet i vegskråning, bør derfor lagres så lenge at gamle røtter og frø i stor utstrekning blir ødelagt. For ikke å bli ødelagt som matjord bør den for lengre tids lagring ikke legges i mer enn 2 meters lag.

Tidligere kledde en ofte vanskelige vegskråninger med gresstorv. For å hindre glidning mellom torven og undergrunnen, ble det slått ned treplug-

ger eller lignende. Metoden gir ofte gode resultater som erosjonsbeskyttelse, særlig på mindre skråninger der tendensen til glidning langs overgangssjiktet er liten. Mangelen ved denne metode er for det første at det er vanskelig å skaffe gresstorv, og dessuten er den dyr fordi torven må legges ut manuelt. Men den har fremdeles sin berettigelse der det er viktig å få en effektiv beskyttelse fra første stund.

Vedlikehold av gresskråninger kan bli svært omfattende. Dette er en av grunnene til at en i noen tilfeller gjerne planter busker. Busker vil ha kraftigere og dyperegående røtter, og derfor ha en heldig virkning i mellomjordarter som har tendens til overflateglidninger. Det betenkelige med bruk av busker er at gressteppet har en tendens til å forsvinne mellom buskene. Busker er derfor best egnet der det ikke er fare for overflate-erosjon av vann. En del busker vil også ha evne til å tåle tørke bedre enn gress, og er mer hardføre i høyreliggende områder. Dels av samme årsaker vil en plante trær, både løv- og bartrær. Trær er egnet til å holde på bratte skråninger som blir ustabile om våren på grunn av overskudd av vann og fra teleløsningen. Bjerken har vist gode egenskaper i så måte, se fig. 11.

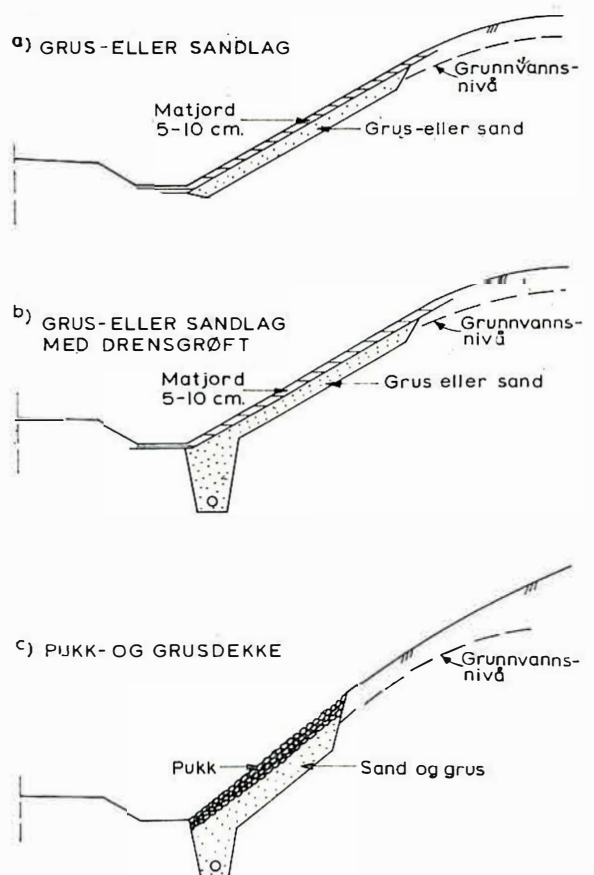


Fig. 12. Prinsippskisse for sand og grusdekke.



Fig. 13. Stein og grusdekke ved bratt skråning i siltige materialer.

3.22 Sand- og grusdekke.

Et sand- eller grusdekke på en skråning er effektivt i mange tilfeller. Når vannsiget i skråningen og nedbøren på denne er stor, kan det være meget vanskelig å få massene til å ligge i ro. Overflateglidninger vil da slake ut skråningen til en helling som er langt under det normale. I slike tilfeller vil et sand- eller grusdekke virke sterkt stabiliserende på overflaten, fig. 12. Et matjordlag kan legges ut på sand- eller gruslaget og en vil få en vanlig gresskledd skråning. På særlig bratte skråninger eller under klimatiske forhold som hindrer dannelsen av vegetasjonsdekke, kan et puk- og grusdekke bli brukt som det eneste lag, se fig. 13.

Det er ting som tyder på at et slikt dekke er meget effektivt i en skråning som er sterkt utsatt for frostens virkninger. Det vil da sannsynligvis i første rekke være de drenerende egenskaper som er heldige. Men også som en belastning på de lag som er frosset lenger nede, vil det kunne ha en gunstig virkning i teleløsningen. Den store mangelen er naturligvis at det er meget kostbart.

3.23 Drenegrøfter.

En drenering i en skråning kan ha to forskjellige formål, enten skal den hindre at vann kommer inn i skråningen, eller så skal den ta vare på vannet, slik at det ikke eroderer. Vann som kommer inn på toppen av skråningen kan forårsake kraftig gravning, ofte sterkt konsentrert, fordi vannet får stor hastighet. Terrenggrøfter som leder vannet bort før det renner ut på skråningene, er derfor av den aller største betydning i slike tilfeller, fig. 14. Det er imidlertid ikke bare ved skjæringsskråninger at det er aktuelt å ta vare på vannet for å hindre at det renner ut over skråningen. Også store fyllingsskråninger som er utsatt for ødeleggelser må sikres. Med de store avrenningsarealer som f. eks. en motorveg har, kan en ikke overlate vannet til å renne ut over skråninger på et tilfeldig

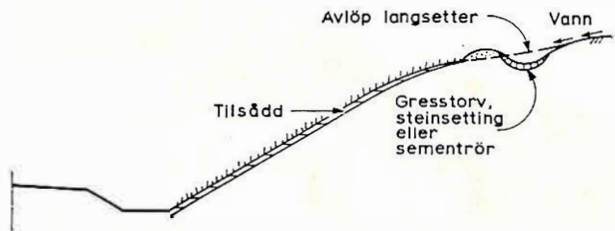


Fig. 14. Prinsippskisse for terrenggrøft.

sted. Overflatevannet må holdes under kontroll og ledes ned på bestemte steder.

I lagdelte jordarter kan en få oppkommer eller konsentrerte vannforekomster i skråningene. Disse oppkommene må dreneres ut, slik at drenene kan ta den største opptredende vannmengde. I motsatt fall vil de bety en konstant fare for overflatens stabilitet, og vil kunne vaske ut store mengder av jorden i skråningen, fig. 15 a.

Grøfter er også nødvendige med jevne mellomrom når det er et jevnt vannsig i skråningen. Den drenerende virkning av grøftene er da av særlig betydning i teleløsningsperioden, fig. 15 b. I enkelte tilfeller er det tilstrekkelig med drenegrøft i foten av skråningen, fig. 15 c, eller grøfter i flere trinn oppover i skråningen for å holde grunnvannstanden nede.

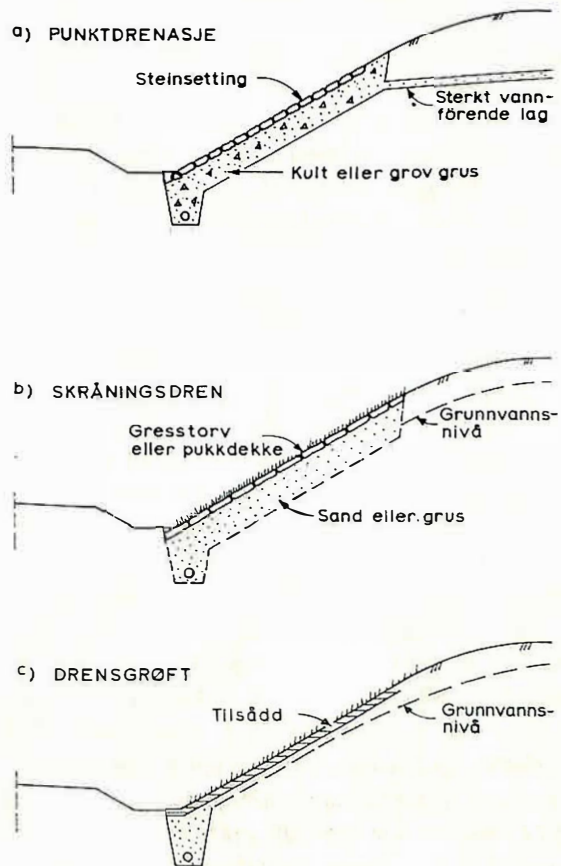


Fig. 15. Prinsippskisse for drenegrøfter.

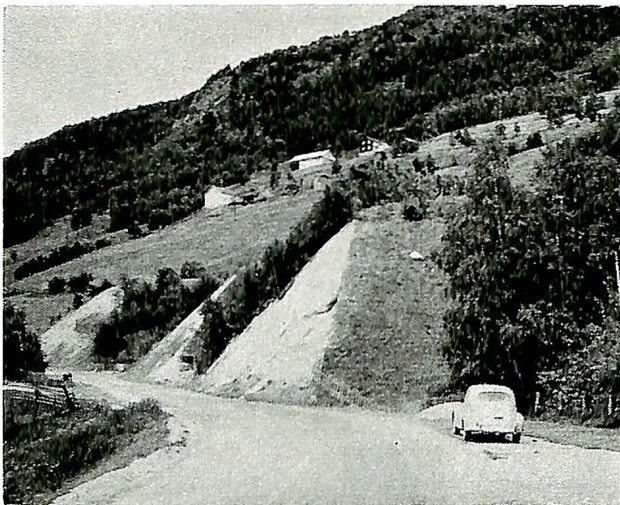


Fig. 16. Skråning i siltige materialer i område med liten nedbør og lav grunnvannstand.

3.24 Justering av skråning.

Et meget virkningsfullt middel til å bedre stabiliteten av en skråning er å justere skråningsvinkelen. Et ekstremt eksempel har en ved løss som er en ensgradert mellomjordart der de enkelte korn har en viss sammenbinding. En vertikal skjæringsvegg i dette materialet kan være stabil mot vind og vær. Gis den imidlertid et lite hellingsavvik fra vertikalen, vil vannet straks sette i gang en intens graving. Dette skyldes at vannet trenger inn i porene og sprenger bindingen mellom kornene. Dype furer vil danne seg, og gravingen vil ikke stanse eller komme til en likevekt før skråningen er blitt meget slak.

I en bratt skråning får vannet stor hastighet og til vanlig vil erosjonsfaren øke. Er imidlertid skråningen svært slak, vil lengden av den, og dermed den veg vannet går, øke. Dette vil også føre til at gravningsevnen av vannet øker. Den riktige helling er ikke så lett å bestemme. En bratt skråning er i sterkere grad utsatt for ødeleggelser på grunn av frost og tele enn en slakere. Tendensen til en siging nedover er større og resultatet blir gjerne at en eventuell torvmatte slites av og ødelegges. Glidninger vil naturligvis lettere finne sted, idet den drivende komponent er større jo større hellingen er. Det er altså ønskelig med en så slak skråning som mulig, selv om det nok under en viss vinkel er lite en oppnår i forhold til ekstrakostnaden.

Ved store skråninger vil vannet ha lang veg å gå og faren for graving kan være meget stor. For å nedsette hastigheten på vannet, kan det da være hensiktsmessig å trappe av skråningen eller å lage tversgående små voller i skråningen. Disse løsnings er mest aktuelle når hellingsvinkelen på skråningene ikke er for stor. Ellers vil jo vannet lett kunne forårsake en konsentrert graving nettopp på disse partier, og de vil virke mot sin hensikt.

4. Sluttord.

Sikring av vegskråninger i jord er i dag av den aller største økonomiske, sikkerhetsmessige og estetiske betydning. Erosjon og glidninger i vegskråninger fører til skader på vegens drenering, bærelag og dekke. Store midler av vedlikeholdet går med til å reparere skråningsskader hvert år. De sekundære virkninger med skader på vegens bærelag og dekke, vil føre til ytterligere utgifter for anlegg og vedlikehold. Sikkerhetsmessige hensyn tilsier også at vegen til enhver tid må holde den tekniske standard den er bygget opp til.

Betydelige investeringer i sikringsarbeidet er derfor forsvarlig. Det er imidlertid nødvendig å finne frem til de beste og billigste metoder i hvert tilfelle, men heller ikke gå lengre enn det som er forutsatt for vegens standard. Vi har i det foregående forsøkt å klarlegge årsaken til skadene for derved å finne frem til botemidlene. En rekke fremgangsmåter, dels gamle og dels nye, er beskrevet. Det er å håpe at de skisserte metoder for skråningsbeskyttelse vil få økt anvendelse i praksis.

Med de varierende geologiske og klimatiske forhold vi har her til lands er det imidlertid ikke enkelt å finne frem til tilfredsstillende sikringsmetoder. Betydelig arbeid må nedlegges i forskning med forsøk i full målestokk for å finne frem til de beste vegetasjonsformer og dreneringsmetoder. Den allerede foreliggende erfaring fra vegbygging viser at metoder og midler vil variere sterkt fra sted til sted. Hvor komplisert spørsmålet kan være illustreres ved å sammenligne fig. 1 og fig. 16, begge skråninger i omtrent samme jordart, men med vidt forskjellige klimatiske forhold.

5. Summary in English.

Modern road construction usually involves making extensive changes to the existing countryside in the form of deep cuts and high embankments. The question of how to protect the soil slopes in cuts and embankments against erosion therefore has become increasingly important. This question has both an aesthetic, an economic and a safety aspect. There is two major types of slope erosion — one due to shear failure along a slip surface and one due to the surface layers being removed by the action of wind and rain.

Landslides may again be subdivided into two groups — one having a slip surface at some depth below the ground and one having a shallow slip surface. It is shown how the two types differ and how they require different methods of analysis. An

attempt has been made to analyse and describe the actions causing the different types of slope erosion.

Different methods of protecting slopes against erosion are described and in particular methods giving protection to the slope surface. The most important method in this connection is planting of some kind of vegetation on the slope. Different procedures for obtaining such protective covers are described and in particular how to obtain a protective grass layer. How to employ trees and bushes are also mentioned. Other protective methods are

covering of the slopes with layers of sand and gravel and drainage by means of ditches. Such methods are advantageous where seepage water is a problem creating great difficulties during the spring thaw period.

The importance of the economic aspect of slope erosion is seen from the fact that continued erosion ultimately may damage both the road base and the road surface, making extensive repair works necessary.

Lønnsomheten ved legging av oljegrus eller asfalt

Cand. oecon. Rolv Slettemark

Transportøkonomisk institutt

DK 625.8.003.1

1. Innledning.

Når det legges asfalt eller oljegrus på en veg, vil trafikkavviklingen i fremtiden bli billigere. Kjøretoyenes drivstoff-forbruk vil bli noe redusert, og slitasjen på bilmateriellet vil bli mindre. De justeringer og opprettinger av vegbanen som må utføres før en legger fast dekke, fører også til at vegen får en noe høyere hastighetsstandard. Trafikantene vil dermed også spare tid. Fast dekke fører også til lavere vedlikeholdskostnader på vegen. Ved å relatere fremtidige kostnadsbesparelser til investeringsbeløpet i oljegrus eller asfalt, kan det utformes en rentabilitetskalkyle.

Det er to andre typer veginvesteringer som også kan sees fra et forrentningssynspunkt, nemlig investeringer i økt hastighetsstandard og kapasitet, samt investeringer som medfører økt bæreevne.

For den førstnevnte type er kostnadsbesparelsene av samme art som ved legging av fast dekke, de omfatter lavere driftskostnader for kjøretøyene og spart tid for trafikantene [1]. Investeringer i økt bæreevne på et vegnett fører etter hvert til bruk av større lastebiler med lavere kostnader pr tonnkilometer. En får dermed en kostnadsbesparelse for det gods som skal fremføres på vegnettet [2].

Den lønnsomhetsberegning for fast dekke som skal vises i det følgende, er lagt opp slik at den er direkte sammenlignbar med tilsvarende beregninger for investeringer i økt hastighetsstandard og økt bæreevne.

2. Forutsetninger for lønnsomhetsberegningen.

2.1. Oljegrus

Det foreligger en rapport om kostnadene ved å legge oljegrus på tofeltveger i Hedmark fylke i 1960 [3]. Denne viser at oljegrusen, inklusive utkjøring og utlegging, koster 20-25 kr pr løpende m veg. Forberedende arbeider som grøfting, oppretting og utbedring av særlig svake vegpartier utgjorde ca 12 kr pr løpende m veg. Totalkostnadene var derfor ca 33 kr pr løpende m veg (tofeltveg av bredde ca 5,5 m). Det kan regnes at oljegrusen har en levetid av 5 år før en må gjøre større forbedringsarbeider. Det er her regnet med at en oppretting av vegbanen og legging av fast dekke leder til en øking av trafikkhastigheten på 5 km/h. Fra Håndbok for beregning av kjørekostnader på veg er det hentet oppgaver over driftskostnadene ved kjøring på grus og fast dekke. Ved en trafikkhastighet på ca 55 km/h er den totale besparelse i kjørekostnader

(drifts- og tidskostnader) ca 0,04 kr/km pr kjøretøy. Denne besparelsen er beregnet for alternative trafikkmengder, og gjengitt i tabell 1.

I den nevnte håndbok finnes også oppgaver over vedlikehold for grusveger med enkel dekketype (kap 5). Den årlige besparelse i vedlikehold blir ifølge de formler som er beregnet her:

$$V_I - V_{II} = 5 \text{ ADT} - 75$$

Det er regnet med 9 måneders sommervedlikehold, samt at vintervedlikeholdet er upåvirket av hvilken dekketype en har. Besparelsen i vedlikehold er satt opp i tabell 1.

Tabell 1.

Årlig kostnadsbesparelse ved overgang til fast dekke

Årsdøgn- trafikk ADT	Besparelse i kr pr km			Besparelse i alt kr pr km	
	Kjøre- kostnader a	Vedlikehold		Grus- oljegrus a + b	Grus- asfalt a + c
		Grus- oljegrus b	Grus- asfalt c		
200	2920	925	1200	3845	4120
300	4380	1425	1800	5805	6180
400	5840	1925	2400	7765	8240
500	7300	2425	3000	9725	10300
600	8760	2925	3600	11685	12360
750	10950	3675	4500	14625	15450

2.2. Asfalt

Det foreligger en god del erfaringsmaterieell for hva asfaltering av tofeltveger koster. Om en regner at det legges asfalt grusbetong 90 kg/m² i en bredde av 5,5 m, blir kostnaden 47 kr pr løpende m veg, med de priser som nå er vanlige (ca 95 kr/tonn). Impregner-

ing av vegbanen koster ca 4 kr pr løpende m. Det er vanskelig å si generelt hva forberende arbeider som oppretting og forsterkning koster, men gjennomgående bør en vel regne med det dobbelt av det beløp som foran er angitt for oljegrus. Dette gir en gjennomsnittlig kostnad pr m på 70-80 kr for asfaltering. Det er regnet at asfalten har en levetid av 10 år.

Både for oljegrus og asfalt gjelder det ellers at de forberedende arbeider kan bli så omfattende at de nærmest impliserer at en bygger ny veg. Forutsetningen for kostnadsbesparelsene ved trafikkavviklingen kan dermed bli urealistiske. Men for å gjøre beregningen mest mulig anvendelig, er det regnet med alternative totalkostnader for oljegrus og asfalt opp til om lag det dobbelt av de gjennomsnittskostnader som er angitt foran.

Besparelsen i kjørekostnader er for enkelhets skyld regnet å være de samme for asfalt og oljegrus (tabell 1). For vedlikeholdet er det regnet med en besparelse lik 6 ADT kr/km.

Ved å legge fast dekke oppnår en også fordeler for de områder som grenser inn til vegen. Som eksempel kan nevnes mindre støvplage i boligstrøk, mindre skade på dyrket mark etc. Da det byr på store vanskeligheter å kvantifisere slike fordeler med en rimelig sikkerhet, har en ikke brakt dette inn her. Disse fordeler må komme som tilleggsmomenter til rentabilitetsberegningen.

3. Lønnsomhetsberegningen. Tolkning og gyldighetsområde.

Det er regnet med to alternative prognoser for trafikkutviklingen, 400 % og 200 % økning i en 20-års-

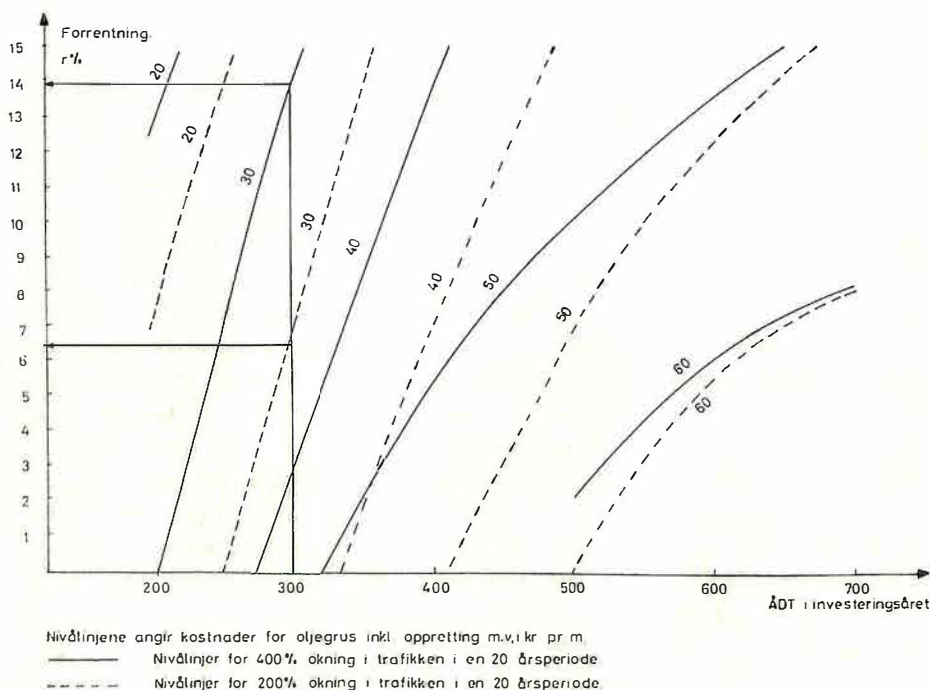
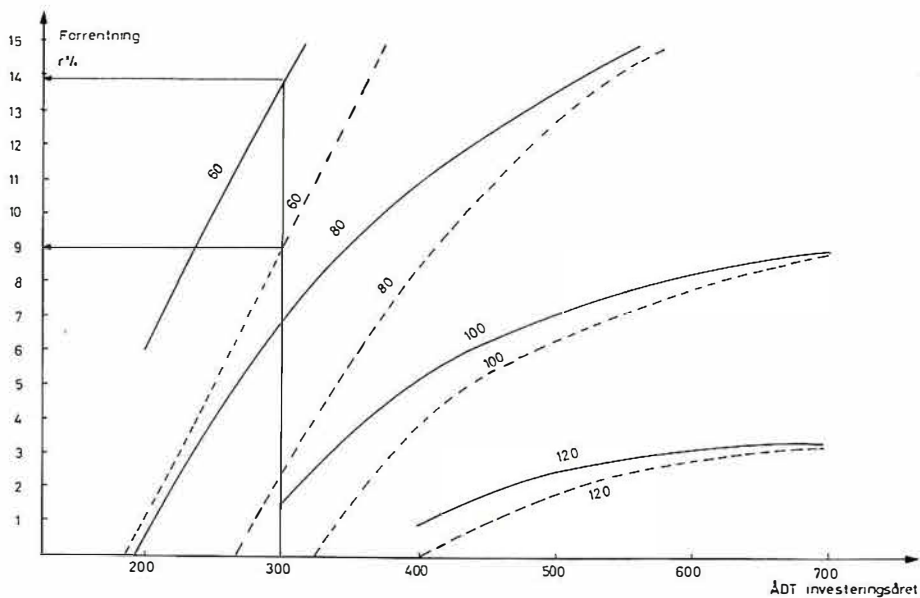


Fig. 1. Overgang fra grus til oljegrus.



Nivålinjene angir kostnader for asfalt inkl oppretting m.v. i kr pr m
 — Nivålinjer for 400% øking i trafikken i en 20 årsperiode
 - - - - - Nivålinjer for 200% øking i trafikken i en 20 årsperiode

Fig. 2. Overgang fra grus til asfalt.

periode. Økningen antas å være lineær. Fra tabell 1 tas de nødvendige oppgaver over kostnadsbesparelsene, avhengig av hvilken prognose som legges til grunn. Prinsippene for rentabilitetsberegningen er de samme som er brukt i [1] og [2]. Investering K og gjennomsnittlig besparelse i kostnadene b er gitt, og man søker den verdi av intern forrentning r som tilfredsstillende ligningen:

$$K = \frac{b}{1+r} + \frac{b}{(1+r)^2} + \dots + \frac{b}{(1+r)^n}$$

Det er regnet med $n=5$ for oljegrus og $n=10$ for asfalt (se foran).

Fig. 1 viser forrentningen av å legge oljegrus. Hvis trafikkmengden er 300 kjøretøyer ÅDT i investeringsåret, og det koster 30 kr pr m å legge oljegrus, så er forrentningen 6,5 % hvis det regnes med 200 % økning i trafikken i en 20-årsperiode (50 % økning i en 5-årsperiode). Regnes det derimot med 400 % økning, er forrentningen 14 prosent. Forrentningen øker med økende trafikkmengde i investeringsåret, men avtar med økende investeringsbeløp. Når trafikkmengden kommer opp i 700-800 kjøretøyer, blir det vanskelig å vedlikeholde grusvegen tilfredsstillende, slik at en i alle tilfelle må gå over til fast dekke. Det er derfor ikke gjort beregninger ut over en trafikkmengde på 700 kjøretøyer ÅDT.

Fig. 2, som viser forrentningen ved å asfaltere, er beregnet etter samme prinsipp som fig. 1. Det fremgår av figurene at det forrentningsmessig er relativt liten forskjell på asfalt og grus med de normalbeløp som er angitt foran, henholdsvis 75 kr og 33 kr pr m. Valget

mellom asfalt og grus blir derfor i stor utstrekning avhengig av de beløp en må regne med til forberedende arbeider for de to dekkelag.

Regner man med største trafikkøkning fra nivået 300 kjøretøyer ÅDT, og setter et krav til forrentning på 14 %, ser en at oljegrus kan koste 50 % av asfalt for at lønnsomheten skal være den samme (30 og 60 kr pr m). Settes kravet til forrentning lik 1,5 %, ser en at oljegrus kan koste ca 42 kr pr m og asfalten 100 kr pr m for at de forrentningsmessig skal stå likt. (Oljegrus 42 % av asfalt). Et lavt krav til forrentning stiller altså asfalt gunstigere i forhold til oljegrus under ellers like vilkår. Dette henger sammen med at besparelsen utover 5-årsperioden teller relativt mer ved lav forrentning.

Svenske erfaringer tyder på at oljegrus blir vanskelig å holde i tilfredsstillende stand ved trafikkmengder på ca 1000 kjøretøyer ÅDT. Med den økning i trafikken som en vanligvis har, vil dette trolig si at en ikke bør legge oljegrus på veger der trafikkmengden er over 700-800 kjøretøyer. Innen området 200-700 kjøretøyer ÅDT, kan lønnsomheten av de to dekketyper avgjøres ut fra figurene 1 og 2. Lønnsomheten kan også sammenlignes med andre typer investeringer i veger, slik nevnt innledningsvis.

Litteratur:

- [1] Valg av vegklasse fra kapasitetsmessig og økonomisk synspunkt. Slettemark, Rolv. Forskningsrapport fra Transportøkonomisk institutt.
- [2] Lønnsomhetsbetraktninger ved forsterkning av et vegnett. Slettemark, Rolv. Forskningsrapport fra Transportøkonomisk institutt.
- [3] Oljegrus i Hedmark fylke 1960. Hovde, Olav. Økonomisk rapport.

Lengden av offentlige vegger pr 31 desember 1963

Fylke	Riks- veger km	Fylkes- veger km	Sum hovedveger km	Bygde- veger km	Sum ^{31/12} 1963 km	Sum ^{31/12} 1962 km
Østfold	537,9	397,3	935,2	1 164,0	2 099,2	2 089,3
Akershus	662,0	555,1	1 217,1	1 053,5	2 270,6	2 248,1
Hedmark	1 383,3	612,6	1 995,9	2 673,2	4 669,1	4 594,1
Oppland	1 333,8	378,7	1 712,5	1 883,6	3 596,1	3 607,5*
Buskerud	854,3	314,5	1 168,8	1 208,9	2 377,7	2 361,6
Vestfold	411,3	506,2	917,5	774,6	1 692,1	1 619,6
Telemark	854,5	247,3	1 101,8	1 485,8	2 587,6	2 628,6*
Aust-Agder	670,0	306,4	976,4	1 131,1	2 107,5	2 082,9
Vest-Agder	605,1	671,5	1 276,6	1 411,0	2 687,6	2 681,5
Rogaland	667,7	535,7	1 203,4	1 728,4	2 931,8	2 926,2
Hordaland	941,1	757,5	1 698,6	2 164,1	3 862,7	3 805,0
Sogn og Fjordane	993,9	466,0	1 459,9	1 527,1	2 987,0	2 938,4
Møre og Romsdal	1 158,0	658,1	1 816,1	2 355,7	4 171,8	4 168,0
Sør-Trøndelag	819,8	355,0	1 174,8	1 819,7	2 994,5	2 976,1
Nord-Trøndelag	1 094,5	377,1	1 471,6	2 058,5	3 530,1	3 550,9*
Nordland	1 484,3	922,6	2 406,9	1 947,4	4 354,3	4 304,9
Troms	997,9	622,7	1 620,6	1 135,8	2 756,4	2 687,4
Finnmark	1 184,8	377,0	1 561,8	392,2	1 954,0	1 954,0
Hele landet	16 654,2	9 061,3	25 715,5	27 914,6	53 630,1	
Hele landet pr ^{31/12} 1962	16 651,3	9 011,9	25 663,2	27 560,9		53 224,1
Tilvekst	2,9	49,4	52,3	353,7	406,0	

* Tilbakegangen i veglengdene i Oppland, Telemark og Nord-Trøndelag skyldes kontrollmålinger og andre korreksjoner.

Lengden av faste vegdekker

Tabell 1. Lengden av faste dekker på offentlige vegger pr 31. desember 1963, fylkesvis fordelt.

Fylke	a Riksveg km	b Fylkesveg km	c = a + b Hovedveg km	d Bygdeveg km	e = c + d I alt pr 31. des. 1963 km	f I alt pr 31. des. 1962 km
Østfold	263,29	162,80	426,09	46,61	472,70	431,33
Akershus	348,79	145,15	493,94	165,46	659,40	622,90
Hedmark	210,36	11,28	221,64	5,42	227,06	219,75
Oppland	290,15	12,71	302,86	8,70	311,56	297,79
Buskerud	300,96	36,70	337,66	33,87	371,53	329,50
Vestfold	306,00	169,98	475,98	235,85	711,83	687,75
Telemark	250,18	33,16	283,34	19,30	302,64	293,38
Aust-Agder	133,80	29,98	163,78	17,75	181,53	159,34
Vest-Agder	240,06	24,50	264,56	15,39	279,95	235,70
Rogaland	231,90	73,50	305,40	59,70	365,10	317,90
Hordaland	236,33	43,77	280,10	84,50	364,60	345,06
Sogn og Fjordane	144,90	1,24	146,14	26,67	172,81	155,27
Møre og Romsdal	149,89	1,60	151,49	6,69	158,18	133,96
Sør-Trøndelag	137,25	16,19	153,44	27,60	181,04	168,41
Nord-Trøndelag	143,78	0,47	144,25	2,58	146,83	146,83
Nordland	64,61	—	64,61	1,92	66,53	52,08
Troms	29,35	0,63	29,98	0,37	30,35	26,20
Finnmark	26,90	1,32	28,22	—	28,22	24,65
Hele landet	3 508,50	764,98	4 273,48	758,38	5 031,86	
Hele landet pr 31. desember 1962 ..	3 281,04	687,82	3 968,86	678,94		4 647,80
Tilvekst	227,46	77,16	304,62	79,44	384,06	

Tabell 2. Lengden av faste dekker på offentlige veger pr 31. desember 1963, fordelt på dekketype.

Vegdekke	a	b	c = a + b	d	e = c + d	f
	Riksveger km	Fylkesveger km	Hovedveger km	Bygdeveger km	Faste dekker i alt pr 31. des. 1963 km	Faste dekker i alt pr 31. des. 1962 km
Gatestein	40,38	14,52	54,90	0,47	55,37	65,25
Cementbetong	63,32	15,33	78,65	4,53	83,18	84,23
Asfaltdekke på gatestein eller betong uten mellomliggende bærelag	80,96	3,88	84,84	1,21	86,05	72,95
Asfaltdekke på underlag av bituminert materiale.....	775,86	133,90	909,76	128,02	1 037,78	971,59
Enkel overflatebehandling som slitelag på varmblandet asfaltdekke	3,43	0,56	3,99	5,83	9,82	12,06
Asfaltdekke på grusunderlag	2 309,05	392,24	2 701,29	480,95	3 182,24	3 020,87
Dobbelt overflatebehandling på grus- underlag	167,80	156,86	324,66	86,40	411,06	249,83
Andre dekketyper.....	67,70	47,69	115,39	50,97	166,36	171,02
Faste dekker i alt	3 508,50	764,98	4 273,48	758,38	5 031,86	
Faste dekker i alt pr 31. des. 1962	3 281,04	687,82	3 968,86	678,94		4 647,80

Tabell 3. Faste dekker på riksvegene pr 31. desember 1963, fordelt på vegdekke og fylke.

Fylke	Gate- stein	Cement- betong	Asfalt- dekke på gatestein eller betong	Asfalt- dekke på underlag av bitum- inert materiale	Enkel overflate- behand- som slite- lag på varmbl. asfalt- dekke	Asfalt- dekke på grus- underlag	Dobbelt overflate- behand. på grus- underlag	Andre typer	Alie dekker pr 31. des. 1963
	km	km	km	km	km	km	km	km	km
Østfold	19,76	3,10	33,59	80,90	—	125,94	—	—	263,29
Akershus	—	11,67	28,13	118,96	—	188,33	—	1,70	348,79
Hedmark	—	—	—	77,59	—	131,96	0,81	—	210,36
Oppland	—	0,50	0,10	113,09	2,08	163,37	6,10	4,91	290,15
Buskerud	7,86	8,25	9,52	—	—	242,93	14,87	17,53	300,96
Vestfold	10,11	34,67	—	—	—	178,19	65,31	17,72	306,00
Telemark	1,18	2,76	—	37,30	—	208,94	—	—	250,18
Aust-Agder	—	—	1,38	20,88	—	111,54	—	—	133,80
Vest-Agder	—	—	8,01	62,05	1,35	150,30	—	18,35	240,06
Rogaland	0,50	0,70	—	89,90	—	140,80	—	—	231,90
Hordaland	0,30	—	—	13,47	—	140,54	79,67	2,35	236,33
Sogn og Fjordane	0,67	—	—	17,48	—	120,65	1,04	5,06	144,90
Møre og Romsdal	—	—	—	33,87	—	116,02	—	—	149,89
Sør-Trøndelag	—	0,67	0,23	87,00	—	49,27	—	0,08	137,25
Nord-Trøndelag	—	—	—	19,36	—	124,42	—	—	143,78
Nordland	—	1,00	—	—	—	63,61	—	—	64,61
Troms	—	—	—	4,01	—	25,34	—	—	29,35
Finnmark	—	—	—	—	—	26,90	—	—	26,90
Hele landet	40,38	63,32	80,96	775,86	3,43	2309,05	167,80	67,70	3508,50
Hele landet pr. 31. des. 1962	47,51	64,61	70,48	721,48	5,68	2131,26	168,05	71,97	3281,04

Sysseilsettingsoversikt

Tab. 1. Antall arbeidere ved riks- og fylkesveganlegg pr 19. mars 1964.

Fylke	Riksveger						Fylkesveger						Sum anlegg			
	Vegv.s egen drift	Entre- pre- nørers drift ¹⁾	I alt	Herav			Vegv.s egen drift	Entre- pre- nørers drift ¹⁾	I alt	Herav			I alt	Herav sysselsatt		
				Ordi- nært	Ekstraordinært					Ordi- nært	Ekstraordinært			Ordi- nært	Ekstraordinært	
					Over vegbud- sjettet	Utenom vegbud- sjettet					Over vegbud- sjettet	Utenom vegbud- sjettet			v/bev. over veg- budsj.	v/bev. utenom veg- budsj.
Østfold	93	38	131	131	—	—	9	3	12	12	—	—	143	143	—	—
Akershus	119	287	406	406	—	—	—	38	38	38	—	—	444	444	—	—
Hedmark	337	102	439	196	243	—	51	4	55	18	20	17	494	214	263	17
Oppland	441	—	441	222	219	—	99	—	99	20	51	28	540	242	270	28
Buskerud	202	6	208	176	32	—	31	5	36	20	16	—	244	196	48	—
Vestfold	122	—	122	122	—	—	14	—	14	14	—	—	136	136	—	—
Telemark	147	14	161	126	35	—	57	7	64	36	—	28	225	162	35	28
Aust-Agder	273	29	302	242	60	—	26	21	47	34	—	13	349	276	60	13
Vest-Agder	190	—	190	158	32	—	67	—	67	42	—	25	257	200	32	25
Rogaland	262	—	262	206	56	—	164	26	190	139	51	—	452	345	107	—
Hordaland	503	44	547	377	147	23	266	8	274	150	116	8	821	527	263	31
Sogn og Fjordane	423	23	446	313	133	—	282	—	282	153	129	—	728	466	262	—
Møre og Romsdal	421	6	427	316	111	—	183	6	189	101	88	—	616	417	199	—
Sør-Trøndelag	374	—	374	213	161	—	165	5	170	110	60	—	544	323	221	—
Nord-Trøndelag	393	—	393	234	151	8	—	—	—	—	—	—	393	234	151	8
Nordland	781	9	790	420	355	15	149	9	158	102	47	9	948	522	402	24
Troms	484	—	484	179	305	—	132	—	132	56	76	—	616	235	381	—
Finnmark	402	—	402	107	295	—	47	—	47	7	15	25	449	114	310	25
Sum	5 967	558	6 525	4 144	2 335	46	1 742	132	1 874	1 052	669	153	8 399	5 196	3 004	199

¹⁾ Anlegg av riks- og fylkesveger som hovedsakelig utføres av private entreprenører.

Tab. 2. Antall arbeidere ved riks- og fylkesvegvedlikehold pr 19. mars 1964.

Fylke	Riksveger			Fylkesveger			Sum vedlikehold
	Vegv.s egen drift	Entreprenørers drift ²⁾	I alt	Vegv.s egen drift	Entreprenørers drift ²⁾	I alt	
Østfold	167	11	178	141	10	151	329
Akershus	253	20	273	32	189	221	494
Hedmark	250	11	261	208	17	225	486
Oppland	295	7	302	214	13	227	529
Buskerud	257	6	263	38	129	167	430
Vestfold	145	17	162	52	15	67	229
Telemark	184	10	194	105	6	111	305
Aust-Agder	120	—	120	83	—	83	203
Vest-Agder	159	3	162	192	—	192	354
Rogaland	195	10	205	113	17	130	335
Hordaland	247	5	252	121	—	121	373
Sogn og Fjordane	179	1	180	60	9	69	249
Møre og Romsdal	176	20	196	72	55	127	323
Sør-Trøndelag	255	7	262	170	31	201	463
Nord-Trøndelag	173	9	182	21	4	25	207
Nordland	337	6	343	233	2	235	578
Troms	256	—	256	142	—	142	398
Finnmark	132	16	148	8	3	11	159
Hele landet	3 780	159	3 939	2 005	500	2 505	6 444

²⁾ Vedlikehold av riks- og fylkesveger som utføres av by- og herredskommuner.

Tab. 3. Antall arbeidere ved vegsentraler og vegstasjoner³⁾ pr 19. mars 1964.

Fylke:	
Østfold	25
Akershus	87
Hedmark	62
Oppland	28
Buskerud	7
Vestfold	34
Telemark	22
Aust-Agder	25
Vest-Agder	17
Rogaland	23
Hordaland	—
Sogn og Fjordane	14
Møre og Romsdal	26
Sør-Trøndelag	26
Nord-Trøndelag	68
Nordland	85
Troms	—
Finnmark	43
Hele landet	592

³⁾ Omfatter arbeidere som ikke kan fordeles på anleggs- og vedlikeholdsarbeid.

London-trafikken skal kontrolleres med datamaskin.

Road Research Laboratory i Storbritannia har lagt opp en bilkontrollplan som skal ta seg av trafikken over 10 km² av de mest beferdede innfartsvegene til det sentrale London i 1965.

Når planen settes i verk vil bilistene bli dirigert ved hjelp av trafikksignaler kontrollert og operert av en sentral databehandlingsmaskin.

Kjøretøyene vil bli tellet automatisk ved hjelp av registreringsapparater under vegbanen, og politiet settes bare inn i trafikkdirigeringen på steder hvor det er særlig trengsel. En elektromagnetisk detektor kan registrere hvor mange biler som finnes innen området, og om de beveger seg. Når det blir tillopp til trengsel, utgår det fra detektorene impulser til visse trafikksignaler som henviser til andre veger. Samtidig mates datamaskinen med de samme informasjonen, og fra den utgår igjen «ordre» til trafikksignalene med henblikk på regulering av bilstrømmen.

Datamaskinen er forbundet med automatiske registreringsentra i de større kryss, og kan lagre opp innkomne informasjonen både fra disse punktene og fra hundrevis av trafikkløp, inntil trafikktettheten når et visst nivå. Den gjennomgår så disse opplysningene, og indikerer hvilke andre veger som bør brukes.

Selv om databehandlingsmaskinen kommer til å arbeide automatisk, blir det satt opp fjernsynskameraer i større kryss, slik at en kontrollør blir i stand til å gripe inn i den elektroniske hjernens disposisjoner i nødstilfelle. (Lokaltrafikk nr 2, 1964.)

Vegsjef Alf Torp tar avskjed.

Vegsjef *Alf Torp* fyller 70 år den 13. juni i år, og fratrer da sin stilling som vegsjef i Vestfold fylke.

Vegsjef Torp er født i 1894 i Oslo, tok eksamen artium 1912 og ble uteksaminert fra K.T.S. i 1915.



Etter et par års tjeneste i N.S.B. var Torp ansatt i privat virksomhet i 3 år. I 1920 kom han inn i vegvesenet som avdelingsingeniør i Møre og Romsdal fylke. Fra 1928 til 1937 var Torp sjef for Vegdirektoratets anleggskontor, og ble i sistnevnte år ansatt som vegsjef i Sogn og Fjordane fylke. Denne stilling innehadde han til 1956, da han etter ansøking ble forflyttet til Vestfold.

Vegsjef Torp har således virket i 46 år i Statens tjeneste, hvorav 44 år i vårt vegvesen. Det er i en tid hvor det har foregått en rivende utvikling på vegbyggingens og trafikken område og han har derfor hatt god anledning til å utfolde sine rike evner og kunnskaper i vegvesenets tjeneste.

I Vegdirektoratet var han blant annet med på å utarbeide vår første stamvegplan, og i Sogn og Fjordane fylke nedla han et betydelig arbeide også ved gjennomføringen av kompensasjonsplanen. Hans utpregede virkelyst kom så senere Vestfold fylke til gode.

Vegsjef Torps virksomhet har alltid vært preget av stor interesse for vegvesenets fremgang, og når han nå etter oppnådd aldersgrense trekker seg tilbake fra sin stilling som vegsjef er det å håpe at hans gjennom mange år ervervede kunnskaper ennå lenge kan komme vegvesenet til gode.

Lengden av oljegrusdekker på riksvegene pr 31. desember 1963.

Fylke	Tidligere utført km	Utført i 1963 km	I alt km
Østfold		20,1	20,1
Akershus	40,7	28,1	68,8
Hedmark	182,9	135,0	317,9
Oppland	35,9	60,0	95,9
Buskerud	38,3	42,1	80,4
Vestfold	45,5	12,4	57,9
Telemark	87,7	55,0	142,7
Aust-Agder	18,0	34,0	52,0
Rogaland	4,2	16,4	20,6
Sogn og Fjordane	—	1,0	1,0
Møre og Romsdal	28,0	45,6	73,6
Nord-Trøndelag	—	7,9	7,9
Sum	481,2	457,6	938,8

Ny vegsjef i Telemark fylke.



Som vegsjef Nordangs etterfølger i Telemark er ansatt nåværende vegsjef i Nordland, *Sigurd Glærum*. Datoen for tiltredelsen er ikke endelig bestemt, men en regner med at det blir 1. desember i år.

Vi bragte vegsjef Glærum's vita i forbindelse med hans ansettelse i Nordland og viser til Norsk Vegtidsskrift nr 6, 1959. Vi ønsker lykke til i den nye stilling.

Ferjestatistikken 1963. Rettelse.

I tabell 1 under Hordaland fylke er det en feil i antall personer for ferjesamband nr 5, Hatvik—Fusa. Tallet skal være 156 860. Sum for Hordaland blir da 3 788 429. I tabell 3 blir tilsvarende tallet for Hordaland 3 788 429 personer, og totalsummen 14 361 092. I tabell 4 blir antall personer i 1963 14 108 971, og økningen i % blir 11,0.

Personalia

Ansettelse i Vegdirektoratet:

Johan *Hattestad*, Ove *Liwaag* og Lars *Melleby* som avdelingsingeniør I, Geir *Refsdal* som avdelingsingeniør II, og Gunnar *Rustekaas* som konstruktør II.

Ansettelse ved vegadministrasjonen i fylkene:

Østfold: Brigt *Hope* som avdelingsingeniør II.
Akershus: Per *Eggemoen* og Ingolf *Thorud* som avdelingsingeniør I, Peter *Rosendahl* som avdelingsingeniør II.
Hedmark: Edgar *Myrvold* som avdelingsingeniør II, Knut *Øvre* som sekretær II, Knut *Jensen* og Arne *Selboe* som konstruktør III, Astrid *Holtung* og Arne *Nybu* som kontorassistenter.
Buskerud: Eivind *Berge* som avdelingsingeniør II og leder av maskinavdelingen i Buskerud fylke, Egil *Lundebrekke* som avdelingsingeniør II, og Bjørn *Aasmundrud* som oppsynsmann.
Vestfold: Kristoffer *Dannevig* som avdelingsingeniør II, Sigmund Harry *Fritzoe* som tegner, og Shirley *Pedersen* som kontorassistent.
Telemark: Jan *Sannes* som avdelingsingeniør II.

Aust-Agder: Hans Henrik Harbo *Colbjørnsen* som avdelingsingeniør I, og Helge K. G. *Pedersen* som avdelingsingeniør II.
Vest-Agder: Carsten Thiis *Frick* som avdelingsingeniør II og leder av maskinavdelingen ved vegadministrasjonen i Vest-Agder fylke.

Rogaland: Audun *Løken* som avdelingsingeniør II og leder av maskinavdelingen ved vegadministrasjonen i Rogaland.
Hordaland: Helmer *Eldholm* som avdelingsingeniør II, Birgit *Lutro* som sekretær II, Arne *Høisæther* som fullmektig I, og Torbjørn *Børve* som tegner.

Møre og Romsdal: Georg *Thompson* som avdelingsingeniør I, Paul Erling *Bolseth* og Ulf *Gjæver Myhre* som avdelingsingeniør II.

Sør-Trøndelag: Kjell Ivar *Aune*, Reidar Victor *Herdlevær* og Kjell *Levik* som avdelingsingeniør II, Kristian *Krogstadmo* som sekretær II.

Nord-Trøndelag: Knut Arnljot *Andersen* og Olav *Stevik* som avdelingsingeniør I, Per Sveinung *Garnes* som avdelingsingeniør II.

Nordland: Rolf *Mentzoni* som overingeniør II, Rolf *Syrstad* som avdelingsingeniør II.

Troms: Svein *Waage* som avdelingsingeniør II, Alf *Bertheussen* som konstruktør III.