

Forsøk med fallprøver på nedknust overstein fra naturgrus og på nedknuste borkjerner av fast fjell

Geolog Ottar Jøsang

Veglaboratoriet

Det har lenge vært kjent at fallprøver tatt av uknust naturgrus gir lavere sprøhetstall enn fallprøver tatt av knust naturgrus fra samme grusforekomst. Denne forskjellen har oftest vært større jo bedre rundet gruskornene har vært, idet godt rundete gruskorn gir lavere sprøhetstall enn dårligere rundete gruskorn av samme bergartsmateriale.

Veglaboratoriet har gjort en del forsøk for å få bedre opplysninger om i hvilken utstrekning den naturlig rundete overflaten på steinkornene i naturgrus innvirker på fallprøveresultatet av grusen. Men før vi går inn på disse forsøkene, skal vi kort repetere hva fallprøvemethoden går ut på.

Fallprøven utføres ved at en på kvadratsikter sikter ut to eller helst tre porsjoner av fraksjonen 8,0—11,3 mm av det steinmateriale vi skal prøve. Ofte siktes også ut en porsjon av fraksjonen 11,3—16 mm, men fallprøveresultatet av denne fraksjonen kan ikke uten videre sammenlignes med resultatet av fallprøven på fraksjonen 8,0—11,3 mm.

For å få mest mulig ensartete forsøksbetingelser bruker vi på Veglaboratoriet å kjøre det materialet som skal knuses, to ganger gjennom knuseren med samme kjeftåpning ved hver knusning.

Hvis det er knust fjell prøven skal tas på, blir alt materialet knust to ganger.

Hvis materialet er naturgrus, skal de porsjonene som veies ut, bestå av 50 % uknust grus og 50 % overstein som er knust to ganger. Med overstein menes her alt materiale som ikke går gjennom 16 mm kvadratsikt.

Hver porsjons størrelse svarer i vekt til 500 g med sp. v. av steinmaterialet på 2,65. Vekten av porsjonen økes eller minskes ved forskjell i spesi-

fikk vekt, slik at prøvens volum alltid er noenlunde konstant.

Når porsjonene er tatt ut, sikter en disse på stav-siktesats med spalteåpninger 11,3 mm, 8 mm og 5,6 mm og vektene av disse fraksjonene noteres. Disse vektene benyttes til bestemmelse av flisighetstallet.

Flisigheten av et steinkorn defineres som forholdet mellom steinkornets bredde og tykkelse. Steinkornets lengde tas ikke i betraktning.

Selve flisighetstallet, som er alle steinkornenes gjennomsnittlige flisighet, tas ut av et nomogram på grunnlag av vektprosentene av de masser som er siktet ut på stavsiktene av porsjonene tatt ut med kvadratsiktene.

Når porsjonene er siktet på stavsiktesatsen og de nødvendige vekter er notert, blander en godt de fraksjonene som tilhørte hver porsjon, og porsjonene legges etter tur i en stålmorter som lukkes oventil med et stålstempel. Deretter slippes et lodd på 14 kg 20 ganger fra en høyde av 25 cm ned på stemplet.

Den prosentmengde som etter denne behandling passerer det undre sikt i fraksjonen, kalles for sprøhetstallet.

Av materialet som etter fallprøven fortsatt ligger i fraksjonen 8,0—11,3 mm, blir to eller om nødvendig tre av porsjonene slått sammen, og en ny porsjon til fallprøve blir veiet ut av dette materialet og fallprøve tas på denne porsjonen. Derved fås fallprøveresultat også av omslått materiale.

Når morteren tas ut av fallapparatet, har steinmaterialet ofte pakket seg, slik at det ikke så lett raser ut når morteren snus opp ned.

Vi skiller mellom forskjellige grader av paknings-

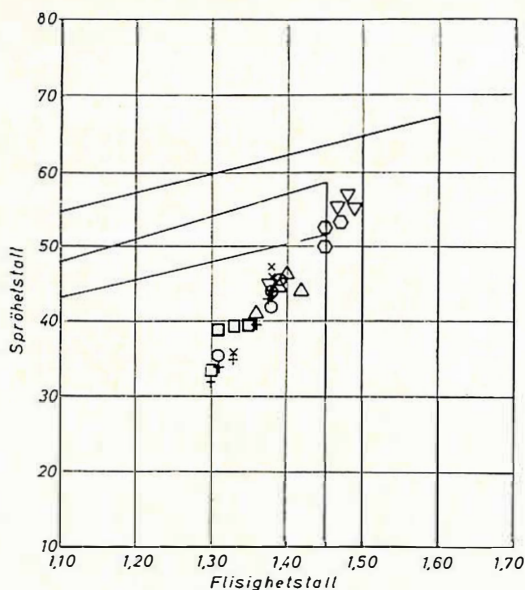


Fig. 1. Fallprøver av naturgrus fra Aremoen grustak i Akershus.

- Fallprøver av fraksjonen 8,0 — 11,3 mm.
- Utsiktet fra naturgrusfraksjonen 11,3—16 mm etter 1 gangs knusning.
 - 16 mm — 3/4"
 - △ 3/4" — 1"
 - 1" — 1,5"
 - ▽ > 1,5"
 - × 100 % ukunst naturgrus i fraksjonen 8,0—11,3 mm
- Tegn merket + er slått to ganger.

grad med pakningsgrad fra 0 hvor alt materialet lett faller ut av morteren når denne snus opp ned, over pakningsgradene 1 og 2 til pakningsgrad 3 hvor alt materialet har pakket seg så fullstendig at det ligger som en fast klump i morteren og må brytes ut med en skarp gjenstand.

Pakningen hindrer mer eller mindre nedknusningen, og sprøhetstallet må derfor korrigeres for pakningsgraden. Ved pakningsgrad 0 er det ingen korreksjon av sprøhetstallet. Ved pakningsgrad 1 multipliseres sprøhetstallet med 1,05, ved pakningsgrad 2 med 1,10 og ved pakningsgrad 3 med 1,15. På denne måten fås de såkalte korrigerede sprøhetstall.

Hvor riktig det er å korrigere sprøhetstallet på denne måten, skal være usagt. Vektige innvendinger kan gjøres mot denne korreksjonsmetode, og forsøk bør gjøres for å belyse nærmere de forhold som her spiller inn.

I en naturgrus er steinmaterialet sjelden bare en type bergart. Grusen er jo oftest dannet ved at en elv har revet med seg løsmaterialer som morene-

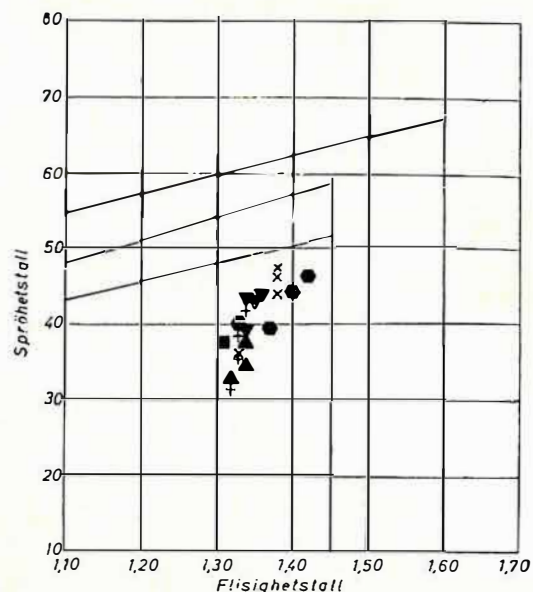


Fig. 2. Fallprøver av naturgrus fra Aremoen grustak i Akershus.

- Fallprøver av fraksjonen 8,0 — 11,3 mm.
- Utsiktet fra naturgrusfraksjonen 11,3—16 mm etter 2 gangers knusning.
 - ▲ 3/4" — 1"
 - 1" — 1,5"
 - ▼ > 1,5"
 - × 100 % ukunst naturgass i fraksjonen 8,0—11,3 mm
- Tegn merket + er slått to ganger.

masser og rasmasser fra fjellskråninger, og vannstrømmen har transportert dette nedover elven.

Ved denne transporten slites steinmaterialene etter hvert ned ved at hjørner og skarpe kanter først slites av slik at steinkornene blir rundet. Steinkorn som er homogene i alle retninger, er like motstandsdyktige mot slitasje i alle retninger. Disse vil under elvetransporten slites mer og mer kule- runde.

Skifrige og lagdelte bergarter og bergarter med utpregete strukturetninger, f. eks. lineærstruktur, vil få disse strukturene fremhevet ved slitasjen i elven, slik at selv om kanter og hjørner er avrundet, får de en flisig eller en stengelig form.

Ved elvetransport slites de bergartene som er minst motstandsdyktige mot slik slitasje, raskere ned enn de mer motstandsdyktige bergartene.

Dette forhold blir desto tydeligere jo lengre elvetransporten av materialet har foregått. Ved lang transport med elven kan en opprinnelig stor prosentdel av bergartsmaterialet være slitt helt ned til finstoff, slik at grus- og steinfraksjonene i den endelige grusavsetning er blitt sterkt anriket på de mest motstandsdyktige bergartene. Og det viser seg

ofte at de mest motstandsdyktige bergartene er mer anriket i de grovere grus- og steinfraksjonene enn i de finere fraksjonene. Dette forhold kommer inn som en feilkilde i de forsøkene som her skal behandles.

Fallprøver på nedknust overstein fra naturgrus

Ved det første forsøket ble grus fra Aremoen grustak i Akershus brukt. Steinmaterialet i denne grusen består hovedsakelig av forskjellige av grunnfjelllets gneisbergarter, fortrinnsvis granittiske gneisbergarter. Men utpreget svake bergarter eller utpreget sterke bergarter syntes ikke å inngå i grus- og steinfraksjonene i nevneverdig grad. Grus- og steinkornene var uten unntak tydelig rundet.

Til det første forsøket ble det av den uknuste grusen siktet ut fraksjonene 8,0—11,3 mm, 11,3—16,0 mm, 16 mm— $\frac{3}{4}$ " , $\frac{3}{4}$ "—1" , 1"—1,5" og stein større enn 1,5" .

Fallprøve ble tatt på bare uknust grus i fraksjonen 8,0—11,3 mm, og de andre utsiktede fraksjonene ble knust én gang i kjefteknuser der største kjeftåpning var ca 15 mm og minste kjeftåpning ca 13 mm.

Fra hver av disse fraksjonene som var knust én gang, ble fraksjonen 8,0—11,3 mm siktet ut, og fallprøve ble tatt på disse. Ved alle fallprøvene var pakningsgraden 0. Fig. 1 viser resultatet av disse fallprøvene.

Materialet som er knust ned til 8,0—11,3 mm fra fraksjonen 11,3—16 mm, må nødvendigvis ha en svært stor del av gruskornenes naturlig rundete flater i behold. Og av slike naturlig rundete flater er det vanskeligere å slå av steinfliser enn av de delene av steinkornene som er begrenset av friske bruddflater med sine tallrike skarpe hjørner og kanter.

Jo større den opprinnelige steinfraksjon er som knuses ned, desto flere friske bruddflater med skarpe og utstikkende kanter og hjørner må en vente at de nedknuste steinkornene den utsiktede fraksjonen 8,0—11,3 mm vil få.

Med andre ord, jo større den opprinnelige fraksjon er som grusen knuses ned fra, desto høyere må en vente at sprøhetstallet på fraksjonen 8,0—11,3 mm av dette materialet vil bli. Fig. 1 viser hvor utpreget denne effekten er når materialet er knust bare en gang.

Flisighetstallet øker også jo større steinfraksjon materialet er knust ned fra. Ved første gangs knusning dannes svært mange flisige korn og steinsplinter, og mange av disse havner i den utsiktede fraksjon 8,0—11,3 mm. Under fallprøven brykkes disse lett over og gjør sitt til å heve sprøhetstallet.

Reduksjonen av sprøhetstallet og flisighetstallet

ved omslaget er større jo høyere sprøhets- og flisighetstallet var ved første gangs slåing. Og dette måtte en jo vente når alle fraksjonene består av de samme bergartsmaterialer i stort sett samme forhold.

Fallprøven av bare uknust grus i fraksjonen 8,0—11,3 mm ga imidlertid et noe uventet høyt sprøhets- og flisighetstall. Dette må skyldes at grusen — særlig i de finere fraksjonene — også inneholder en del meget svake og noe flisige korn som under knusningen i stor utstrekning knuses ned til fraksjoner under 8,0 mm. Disse vil komme med i fallprøven av bare uknust grus og innvirke på resultatet av prøven, mens de i prøvene med knust grus ikke innvirker så mye på fallprøveresultatet, fordi de under knusningen er knust ned til størrelser fortrinnsvis under 8,0 mm.

Så ble det av de samme opprinnelig utsiktede fraksjonene større enn 11,3 mm, unntatt fraksjonen 16 mm— $\frac{3}{4}$ " , tatt ut porsjoner som ble kjørt to ganger gjennom knuseren med samme kjeftåpning som tidligere.

Fra hver av disse fraksjonene som ble knust to ganger, ble så fraksjonen 8,0—11,3 mm siktet ut, og fallprøve ble tatt på dem. Fig. 2 viser resultatet av disse fallprøvene. Fallprøveresultatet av bare uknust grus i fraksjonen 8,0—11,3 mm er for sammenlignings skyld tatt med også i fig. 2.

Når de forskjellige fraksjonene er knust to ganger med samme kjeftåpning på knuseren, og alt fra første gangs knusning ble kjørt sams i knuseren ved annen gangs knusning, viser fallprøveresultatene av fraksjonen 8,0—11,3 mm i fig. 2 en langt bedre samling og med lavere sprøhets- og flisighetstall enn etter bare en gangs knusning. Effekten ved at naturgrus som er knust ned til 8,0—11,3 mm fra de største fraksjonene, får høyere sprøhets- og flisighetstall enn naturgrus som er knust ned fra fraksjoner like over 11,3 mm, er fortsatt merkbar, men ikke på langt nær så tydelig som ved prøvene av grus som var knust bare en gang.

Selv om to gangers knusning gir flere bruddflater enn én gangs knusning, skyldes de lavere sprøhets- og flisighetstall på materialet etter to gangers knusning i stor utstrekning at de mest flisige korn er brukket over, og de har derved fått redusert sin flisighet.

En viss effekt har antagelig også det forhold at de svakeste bergartene i større utstrekning er mer nedknust og derfor mer effektivt fjernet etter to gangers knusning enn etter bare en gangs knusning.

Den generelle bedringen av kornformen på grunn av sams knusning ved annen gangs knusning bidrar også antagelig til senkningen av sprøhets- og flisighetstallet.

Det forhold at sprøhetstallet ved omslaget av materialet nedknust ved to gangers knusning fra steinstørrelser over 1,5" til dels ble større enn ved første gangs slåing, skyldes temmelig sikkert en feil under utførelsen av fallprøven.

I flere tilfeller hender det at grusprøver som sendes inn til Veglaboratoriet for fallprøver inneholder så lite overstein at prøven bare kan tas på uknust grus, eller at den knuste fraksjonen bare kan knuses en gang for at det skal bli nok materiale.

Disse forsøkene som her er beskrevet, skulle vise tydelig at fallprøveresultatene av slike ufullstendige prøver vil kunne variere temmelig mye fra en riktig utført fallprøve, og at resultatet av en slik ufullstendig prøve derfor kan bli temmelig vill-ledende.

Fallprøver på nedknuste borkjerner av fast fjell

Også i prøver av fast fjell kan effekten med mer eller mindre rundete flater i spesielle tilfeller gi vill-ledende resultater, nemlig ved fallprøver av borkjerner.

Ved en tidligere anledning har en ved Veglaboratoriet lagt merke til at fallprøver av nedknuste borkjerner av fast fjell har gitt lavere sprøhets- og flisighetstall enn av nedknust stein som er sprengt eller slått ut av samme fjell.

Borkjernene er runde, sylindriske stenger av fjell

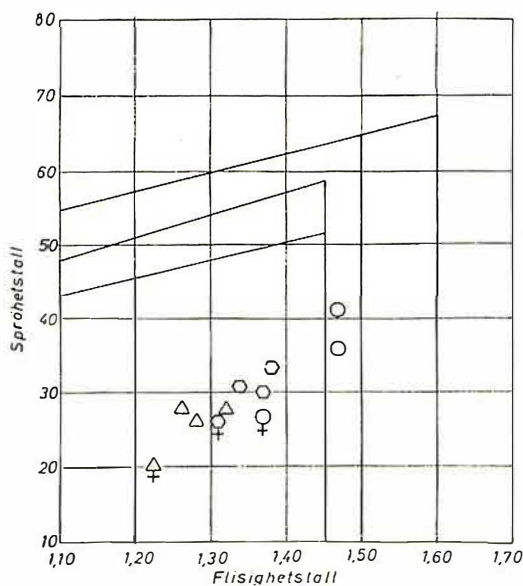


Fig. 3. Fallprøver av en gneisbergart i et skjær i Knarrvikstrømmen ved Bergen.

| Fraksjon 8,0—11,3 mm | Sp. v. | Pakn.grad. |
|----------------------|--------|------------|
| △ | 2,66 | 0 |
| ○ | | 0 |
| ○ | | 0 |

Fra borkjerne med 32 mm diameter

Uplukkete steinkorn med bare bruddflater fra nedknust borkjerne med 32 mm diameter

Alle prøver er knust to ganger.

Tegn merket + er slått to ganger.

tatt ut ved hjelp av diamantbor. De runde, sylindriske flatene av disse stengene er dannet ved diamantborets saging i fjellet, og disse flatene er like jevne og glatte som de naturlig rundslitte flatene på steinkornene i naturgrus.

For å belyse dette forhold ble det tatt fallprøver av borkjernene av en gneis i et skjær i Knarrvikstrømmen utenfor Bergen. Gneisen her er ikke helt homogen, men til forsøkene ble det tatt ut borkjerner av mest mulig ensartet fjell.

Av dette fjellet ble det til en prøve tatt ut borkjerner med diameter på 22 mm, til en annen prøve borkjerner med 32 mm, og begge prøvene ble knust to ganger på Veglaboratoriets knuser.

Fra hver prøve ble det av fraksjonen 8,0—11,3 mm siktet ut to porsjoner til fallprøve, og i tillegg ble det av den to ganger nedknuste borkjerne med 32 mm diameter, omhyggelig plukket ut bare korn uten den sagete, jevne ytterflaten og nok til to porsjoner for fallprøver.

Av naturlige årsaker måtte disse utplukkete kornene bli et utvalg av de mest flisige kornene i det nedknuste materialet. Det ville ha vært bedre å hatt nedknuste håndstykker av samme fjellet, men dette hadde en ikke til disposisjon.

Fig. 3 viser resultatene av fallprøvene av disse borkjerneprøvene. Prøvene viser tydelig at den tynneste borkjernen med sterkest krummet saget flate ga de laveste sprøhets- og flisighetstall. Dette er helt analogt med resultat av forsøket med nedknuste naturgrus hvor prøvene med materiale nedknust fra fraksjonene nærmest over fraksjonen 8,0—11,3 mm ga lavere sprøhets- og flisighetstall enn prøvene av materialet nedknust fra de større steinfraksjonene.

Selv om bergartstypene i disse prøvene ikke er garantert helt identiske, viser resultatene likevel at fallprøver av nedknuste borkjerner av en steinforekomst kan gi temmelig vill-ledende resultater sammenlignet med utsprengte prøver av samme fjell. Prøven av borkjernen med 32 mm diameter og prøven av borkjernen med bare bruddflater er iallfall av samme bergartstype, fordi prøven med bare bruddflater ble plukket ut av den nedknuste 32 mm borkjernen.

Dette forsøket viser at hvis en vil foreta dypboring med diamantbor for å undersøke en steinforekomsts kvalitet på dypet, bør en bruke så grovt diamantbor som mulig, og til fallprøven plukke ut slike steinkorn av den nedknuste diamantborkjerne som er begrenset av bare bruddflater og uten sagete flater. Fallprøveresultatet av en slik prøve vil være mer overensstemmende med fallprøveresultatet av en utsprengt prøve enn prøver hvor steinkornene også har sagete flater.

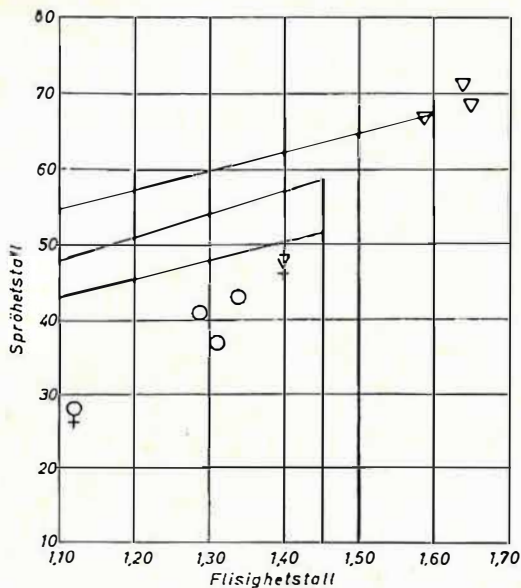


Fig. 4. Virkningen av 8 gangers knusning av innsendt pukkprøve på prøvens fallprøveresultat.

Fallprøver av fraksjon 8,0—11,3 mm av pukkprøve.

▽ Utsiktet fraksjon 8,0—11,3 mm fra innsendt pukkprøve. Ikke knust på Veglaboratoriet.

○ Utsiktet fraksjon 8,0—11,3 mm fra den innsendte pukkprøve etter 8 gangers knusning på Veglaboratoriets knuser med samme kjeftåpning ved hver knusning.

Tegn merket + er slått to ganger.

En viss orientering om hvorledes sprøhetstallet varierer med flisigheten og kornformen forøvrig av en bergart har en i hellningen av forbindelseslinjen fra middepunktet for fallprøveparallellene ved første gangs fallprøve og til fallprøveresultatet av omslaget. Sprøhetstallets variasjon med flisigheten

følger vanligvis en linje som har en litt slakkere hellning enn denne forbindelseslinjen, og den går gjennom middepunktet for fallprøveparallellene ved første gangs fallprøve. Denne linje er omtrent rettlinjert innenfor det aktuelle området.

Hvor ekstremt forskjellige verdier for sprøhets- og flisighetstallene en kan få for en bergart viser fig. 4 der fallprøve er tatt på utsiktet materiale i fraksjonen 8,0—11,3 mm av en innsendt pukkprøve, omslag av denne prøven og deretter fallprøve av utsiktet materiale i fraksjonen 8,0—11,3 mm etter at den innsendte pukkprøve var knust 8 ganger med samme kjeftåpning i Veglaboratoriets knuser, og deretter omslag av dette materialet.

Denne prøven viser at en ved gjentatte knusninger av et bergartsmateriale ofte kan senke sprøhets- og flisighetstallet vesentlig, men ved mange gangers knusning vil også subbusfraksjonene økes, og det hele blir et økonomisk spørsmål hvor langt det lønner seg å gå med knusningen.

Ved dette siste forsøket er det neppe bare kornenes flisighet som reduseres ved 8 gangers knusning, men det skjer også en generell bedring av kornformen med en viss avrundning eller avbrekking av skarpe kanter og hjørner på steinkornene.

Dessuten har antagelig bergartsmaterialet ikke vært helt ensartet, slik at kornene med de svakeste bergartene i stor utstrekning er fjernet etter 8 gangers knusning. Den store forskjell i sprøhets- og flisighetstall mellom fallprøveresultatet av materialet etter 8 gangers knusning og omslaget av denne prøve er imidlertid noe uventet og vanskeligere å gi en tilfredsstillende forklaring på.

Skogsveger for motorkjøretøyer 1966

Statistisk Sentralbyrås sammendrag av oppgavene over skogsveger viser at det ble bygd i alt 2295 km skogsveger for motorkjøretøyer i 1966, fordelt på 2569 anlegg. Anleggsomkostningene var i alt 35,1 mill. kroner. I 1965 ble det bygd 2349 km, og omkostningene var 34,4 mill. kroner.

I 1966 var 1219 anlegg sommer- eller helårsveger, med 1294 km ferdig planert og 29,4 mill. kroner i omkostninger. 1350 anlegg var vinter- og traktorveger, med 1001 km og 5,7 mill. kroner i omkostninger.

Tabell 1. Skogsveger for motorkjøretøyer

| | Sommerveger | | | Vinterveger | | |
|----------------|-------------|----------------|---------------------|-------------|----------------|---------------------|
| | Anlegg | Ferdig planert | Anleggsomkostninger | Anlegg | Ferdig planert | Anleggsomkostninger |
| | | Km | 1 000 kr | | Km | 1 000 kr |
| 1962 | 1 216 | 1 267 | 22 728 | 944 | 833 | 4 366 |
| 1963 | 1 241 | 1 373 | 26 874 | 1 082 | 892 | 4 692 |
| 1964 | 1 185 | 1 245 | 25 102 | 1 162 | 936 | 4 588 |
| 1965 | 1 206 | 1 356 | 29 362 | 1 182 | 993 | 5 059 |
| 1966 | 1 219 | 1 294 | 29 408 | 1 350 | 1 001 | 5 669 |

Cementbundne materialer og betongdekker

Problemkomplekset ble drøftet på en nordisk konferanse i Falsterbo i Sverige 3.—7. oktober 1966. Nedenfor gjengis to av de norske innlegg på konferansen.

Forsøk med frostsikker fundamentering av vegger

Professor R. S. Nordal

NTH, Trondheim

Det er nå bygget og planlagt en rekke vegstrekninger med frostsikkert fundament. Selv om disse vegene stort sett har bærelag og dekke av asfalterte materialer, vil erfaringene ha stor interesse for vegger med betongdekke eller cementbundne materialer i overbygningen. Det gis en kort orientering om noen av de strekningene som er bygd på denne måten i Norge, og de erfaringer som er gjort.

Ujevn telehiving er ett av de problem vi er sterkt opptatt av ved bygging av nye vegger i Norge. Dette problemet har spesiell aktualitet når en skal bruke stive lag i vegkonstruksjonen, som dekker av betong eller bærelag av cementbundne materialer. Der hvor vi nå legger betongdekke i Røldaltunnelen er således underlaget gjort frostsikkert. Videre er det største forsøket vi har utført med cementbunden pukk, lagt inn på en strekning av E 18 i Sandvika.

Dette betyr ikke at vi nå i Norge skal gå over til å bygge alle vegger med frostsikre fundament. Men stort sett er en vel kommet til at viktige vegger av høy standard skal sikres mot skadelig telehiving.

Frostsikker fundamentering i fjellterreng

Ved bygging av veg i kupert fjellterreng får en som regel store mengder sprengt fjell fra skjæringer og tunneler. Dette materialet er som regel ikke telefarlig og en kan fundamenterer vegen frostsikkert ved å plasere sprengt fjell i frostsonen under vegdekket. Der fjellet i frostsonen er dekket av tynne lag med telefarlig jord, må den fjernes og fjellet renskes så godt at det ikke oppstår skadelig telehiving. Støter en på tykkere lag med jordmaterialer eller en får jordskjæringer i veglinjen, må en skifte ut disse massene med sprengt stein over et filterlag av sand, slik som indikert i fig. 1.

Når vegen ligger delvis på fjell og delvis på jord, kan en fundamenterer den frostsikkert stort sett

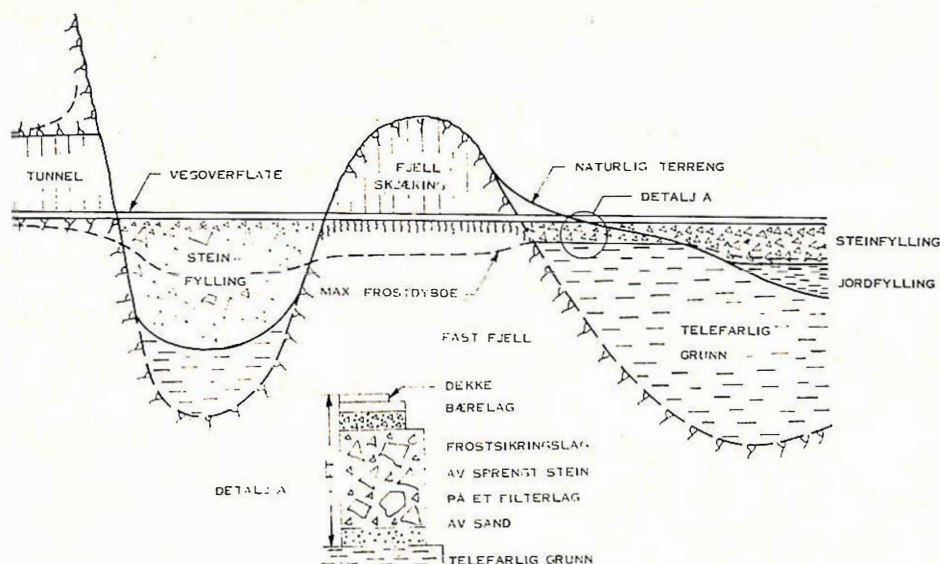
bare ved å disponere skjærings- og fyllingsmassene riktig. Dette kan en ofte gjøre uten vesentlige tilleggskostnader.

Frostsikker fundamentering på denne måten ble først gjennomført systematisk på parsellen Patterød — Smørbeek på E 6 ved Moss i Østfold. Her ble det brukt en tykkelse på overbygningen med frostsikringslaget på 1,5 m over telefarlig grunn. Vegen ble bygd i 1962—63 og erfaringene med denne konstruksjonen har stort sett vært gode. Vinteren 1965—66 var ekstraordinært kald så frosten trengte ned i den telefarlige grunnen enkelte steder. Bortsett fra antydning til en langsgående telesprekk på et kort parti, ble det ikke telehiving av skadelig omfang. Stort sett kan en si at denne type frostfri fundamentering er blitt populær. Den er derfor blitt brukt eller planlagt på flere strekninger av nye motorveger i Oslo-området, og i en viss utstrekning på innfartsveger til andre større byer der de geologiske forholdene ligger godt til rette for en slik løsning.

Våte frostsikringslag

Frostsikker fundamentering ved bruk av et vått frostsikringslag har vært kjent i lang tid og brukt i en viss utstrekning. Det har vært mest vanlig å bruke en relativt tørr og termisk isolerende overbygning over et lag av presset torv. Torvlaget suger opp ca 80 volumprosent vann, og på grunn av den

Fig. 1. Frostsikker fundamentering av vejen i fast fjell.



høye smeltevarmen i vannet, danner dette laget et betydelig varmemagasin. Denne varmen må ledes ut gjennom overbygningen så torvlaget fryser før frosten kan trenge videre ned i grunnen. Med riktige materialkvaliteter og dimensjoner gir denne kombinasjonen av et isolerende lag over et varmemagasinerende lag en vegkonstruksjon som bremser frostens nedtrengning i grunnen særlig effektivt. Torvlaget er imidlertid relativt mykt og som regel også dyrt. I de senere år har en forsøkt å bruke bark for dette formålet. Bark blir fastere, men den inneholder noe mindre vann, og holdbarheten diskuteres.

I de senere år har en forsøkt seg med en ny konstruksjon der en bruker frostsikringslag av våt sand. Sandlaget gir et fast underlag for anleggs-transport og videre oppbygging av overbygningen. Denne vegkonstruksjon er vist i fig. 2, slik som den

er utformet på E 18 i Sandvika ved Oslo. Siste vinter var uvanlig kald. På figuren ser en at frosten nådde noe ned i den telefarlige grunnen. Nøyaktige nivellemeter viste at telehivingen likevel ble svært moderat, kfr. kurven øverst i figuren. En ser også at en vesentlig del av den observerte telehivingen er oppstått i det våte sandlaget.

Problemet med denne konstruksjonen er å vipse sandkvaliteten etter fryseforholdene og tilgangen på vann, slik at skadelig telehiving ikke oppstår. På grunn av den store tykkelsen av denne vegkonstruksjonen kan en ellers beskjeden ujevn hiving være skadelig. Vi har nå bygget flere vegstreknin-ger med slike frostsikringslag. Det ser ut til at denne konstruksjonen er både praktisk og økonomisk der det er rikelig tilgang på høvelig sand. Spørsmålet om gradering av sanden for å sikre mot skadelig telehiving i dette laget under kritiske for-

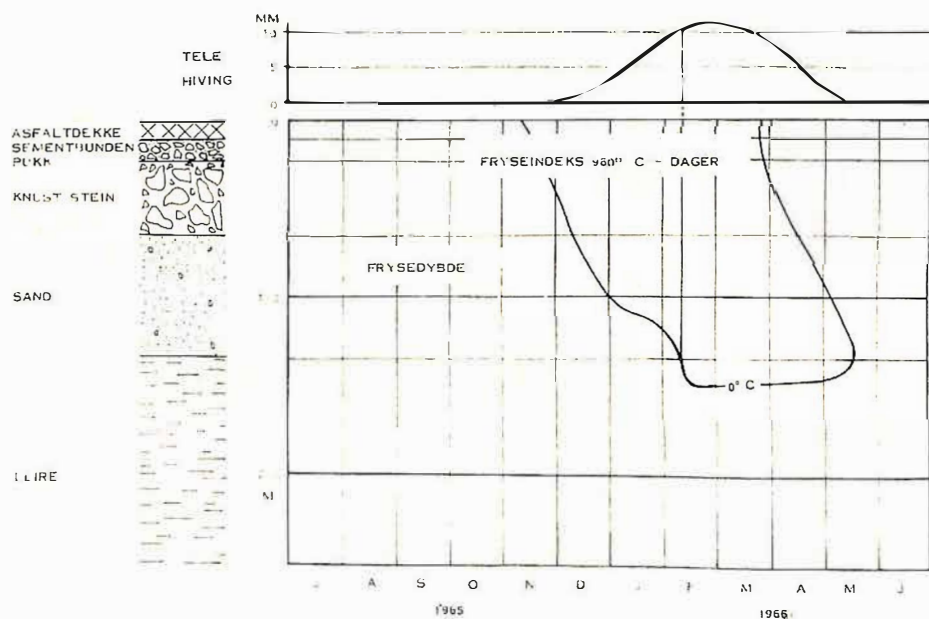


Fig. 2. Frostsikker fundamentering av E 18 i Sandvika.

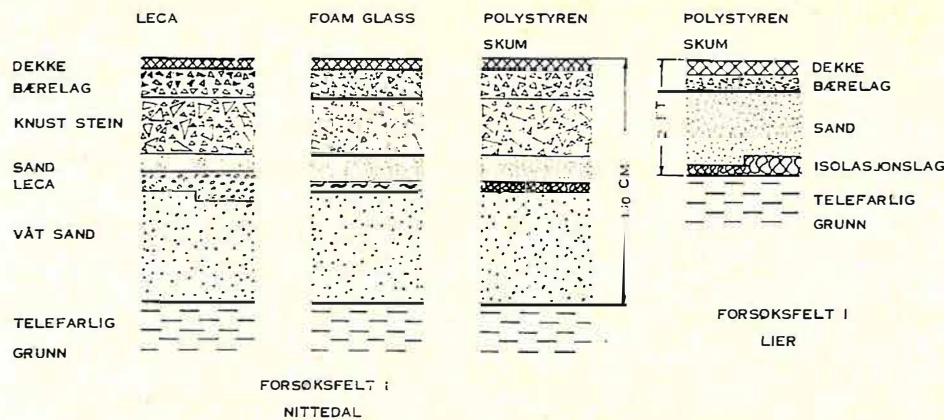


Fig. 3. Frostsikringslag med isolasjon.

hold, synes å trenge en nærmere avklaring. Dette er spesielt viktig fordi de sandkvaliteter som kan disponeres for dette formålet, ofte ligger på grensen av å være telefarlige.

Termiske isoleringslag

Det har vist seg at frostsikringslag av våt sand er en god, men heller ikke helt problemfri løsning av telehivingsproblemene. En har derfor funnet det riktig å forsøke å isolere telefarlig grunn mot frost med et lag av høyverdig termisk isoleringsmaterial i vegkonstruksjonen.

I fig. 3 er det satt opp en oversikt over de forskjellige konstruksjoner en har forsøkt seg med hittil. En har brukt Leca, «foam»-glass, polystyren-skum av «bead board»-type og av «styrø foam»-type. På forsøksstrekningen i Nittedal har en lagt inn et vått sandlag under isolasjonslaget for å få et varmemagasin som kan tappes ut gjennom isolasjonslaget. Det kreves store kuldemengder før frosten er i stand til å tappe ut varmemagasinet gjennom isolasjonslaget og trenge videre ned i den telefarlige grunnen under. Denne konstruksjonen er spesielt aktuell der årets middeltemperatur er lav. Når middeltemperaturen er høyere, kan en legge isolasjonsmaterialet direkte på grunnen, slik som det er gjort på forsøksfeltene i Lier.

Her regner en med at den oppmagasinerte jordvarmen danner et varmemagasin som er tilstrekkelig til å hindre at frosten trenger ned i grunnen under isolasjonslaget. Disse isolasjonsmaterialene har en varmeledningsevne som i størrelsesorden er mindre enn $\frac{1}{10}$ av det en må regne med for de vanlige materialer i overbygningen. Selv om disse isolasjonslagene er relativt tynne, kan de likevel gi

tilstrekkelig isolasjon, og kostnaden er ikke prohibitiv. Det vanskelige spørsmål er imidlertid om isolasjonsevnen er permanent under de forhold som råder i vegkonstruksjonen. Alle de materialer som er brukt her, er skumformige stoffer som har mer eller mindre tette porer. Under de forhold som råder i vegkonstruksjonen, vil det til dels bli store temperaturforskjeller mellom over- og undersiden av isolasjonsmaterialet. Det oppstår som regel også en tilsvarende forskjell i vanddamptrykk, og dette resulterer i at vann diffunderer inn i isolasjonslaget og kondenseres inne i porene. På lengre sikt kan isolasjonsmaterialer som ikke er helt tette for vanddampdiffusjon, bli nedfuktet og isolasjonsevnen tilsvarende redusert. Dr Skogseid ved Veglaboratoriet i Oslo er i gang med en nærmere undersøkelse av dette forholdet, og resultatene hittil er ikke bare oppmuntrende. Inntil disse spørsmål er nærmere avklart er det grunn til å være forsiktig med bruk av isolasjonsmaterialer som ikke er særlig tette mot vanddampdiffusjon. Det ser ut til at det tette og samtidig billige isolasjonsmaterialet en har bruk for til telesikring av vegene, ikke er på markedet ennå.

Sluttord

Til slutt vil jeg gjerne understreke at det ofte er dyrt å bygge frostsikre veger. Vi har derfor funnet det riktig å bruke frostsikker fundamentering bare der hvor det ellers ville oppstå betydelige problemer som følge av ujevn telehiving. Vi venter at disse konstruksjonene skal gi oss veger som tilfredsstillende trafikkens krav og samtidig er økonomiske når en ser det på lang sikt fra et vegholdsmessig synspunkt.

Bærelag av cementbunden pukk

Sivilingeniør Leiv Sødal
A/S Veidekke, Oslo

I denne artikkelen blir det mer detaljert redegjort for noen av de forsøk som er omtalt foran av professor Nordal. Den bør leses i tilknytning til Nordals artikkel.

I de nordiske land har det siden 1960 vært bygd en del forsøksstrekninger med bærelag av cementbunden pukk. Høsten 1963 ble det lagt en forsøksstrekning av denne type bærelag ved Yssi i Akershus. (Riksveg 8 øst for Frogn). På grunnlag av disse erfaringer har Nordisk Vegteknisk Forbunds utvalg 32 utarbeidet retningslinjer for utførelse av denne bærelagstype. Resultatene av prøvevegen var så positive at man besluttet å legge en større strekning med bærelag av cementbunden pukk på motorvegen ved Sandvika høsten 1964, med et samlet areal på ca 15 000 m².

Forsøk med fordelingslag av cementbunden pukk på riksvei 8 i Akershus

Grunnen hvor forsøksstrekningen ble lagt består av meget telefarlig mjelig leire. Det ble utført dypdrenering på begge sider av vejen. Filterlaget som er ca 20 cm tykt består av ensgradert ikke telefarlig moig-sand. Forsterkningslaget er knust stein med en del finsand. Overbygningens konstruksjon vil fremgå av fig. 1.

Materialene til pukklaget ble tatt fra Bondkall steintak ved Gjelleråsen. Pukkstørrelsen er betegnet +40 mm og den har en korngradering som vist på fig. 2. De mekaniske og mineralogiske egenskaper er av en slik kvalitet at materialet vanligvis ikke vil bli anbefalt brukt til fordelingslag eller slitelag.

Korngraderingen av sand fra Aremoen som ble brukt i cementmørtelen fremgår av fig. 2.

Etter at vegbanen var avrettet og justert, ble det først lagt ut banketter av grus for å hindre cementmørtelen i å renne ut på sidene. Pukklaget ble lagt

ut med veghøvel i ca 15 cm tykkelse og 6,5 m bredde. Laget ble komprimert med Bomag selvgående vibrovalser inntil det ikke ble spor etter valsen. De samme valser ble brukt til å vibrere ned cementmørtelen.

Injisering og data for blandingsforhold

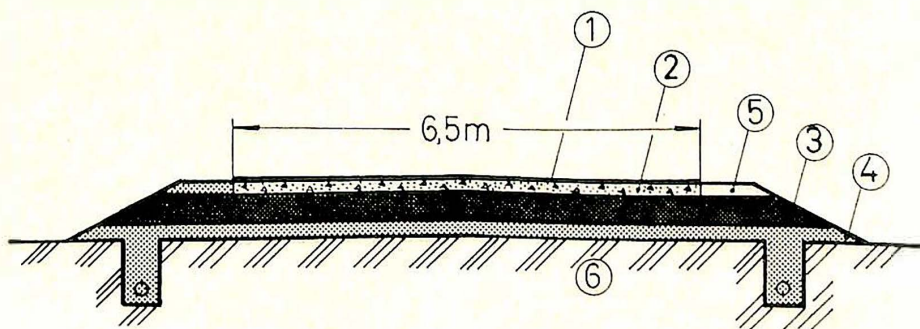
Det 15 cm tykke og 6,5 m brede pukklag som ble lagt ut i 150 m lengde, var forutsatt injisert med mørtel med vektblandingsforhold 1 cement: 1 filler: 4 sand. Materialforbruk pr m³ mørtel: 300 kg cement — 300 kg filler — 340 l vann — 1200 kg sand — 600 g «Betokem In»-tilsetning. Ved utleggingen ble imidlertid utmålingen utført etter volum og blandingen ble gjennomgående noe magrere (antagelig 1:1:4,5).

For blandingen ble anvendt en 200 l frifallsblander og for transport av mørtel ble anvendt en payloader med en ca 500 l skuff (fig. 3). For injiseringen ble anvendt 2 stk. Bomag vibrovalser. Med dette utleggingsutstyr ble dagskapasiteten ca 450 m² belegning. En må imidlertid her tilføye at det ble anvendt for liten blander. På grunn av den lettflytende blanding var en nødt til å gå ned til 1/2 sekk cement pr sats og følgelig bare 1/12 m³ sats. Med 1/3 m³ sats vil utleggingskapasiteten uten vanskelighet kunne holdes på 900—1000 m² pr dag.

Mørtelens konsistens var lettflytende og viste ikke tegn til nevneverdig vannseparasjon. Den syntes å vibrere relativt lett ned i den anvendte pukksortering. Det er imidlertid av betydning at pukken er våt før mørtelen injiseres. En oppgraving av den

Fig. 1. Snitt gjennom vegdekkekonstruksjonen.

1. Slitelag av asfalt
2. 15 cm fordelingslag av cementbunden pukk
3. 40 cm forsterkningslag av sand og stein
4. 30 cm filterlag
5. Grusbanketter
6. Meget telefarlig mjelig leire.



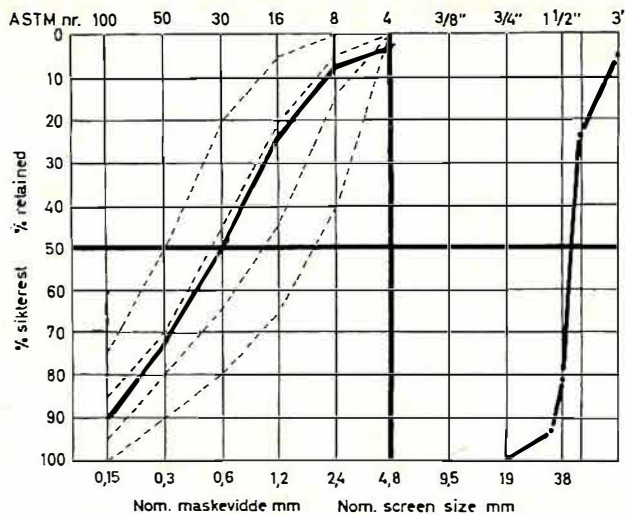


Fig. 2. Korngradering av pukk fra Bondkall anvendt i det cementbundne pukklag og sand fra Aremoen, som ble brukt i cementmørtelen.

injisererte pukk viste at mørtelen trengte helt ned i bunnen av pukklaget.

Etter injiseringen ble belegningen overdekket med en plastfolie som beskyttelse mot regn.

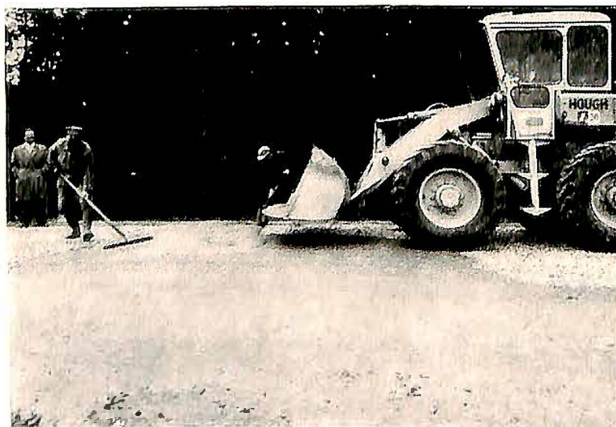
Bærelag av cementbunden pukk på Drammensvegen mellom Blommenholm og Sandvika

På strekningen Blommenholm—Sandvika er dekkekonstruksjonen utført sammensatt av et asfalt slitelag og et cementbundet pukkbærelag.

Den øvrige overbygning er relativt variert over strekningen etter de opptredende grunnforhold. Der fjellgrunnen gikk opp i veglinjen, er det sprengt ut til 43 cm under forutsatt overkant vegdekke. Overbygningen består her av et 20 cm lag maskinkult, tetningslag, 13 cm bærelag av cementbunden pukk, 4 cm asfalt bunnlag og 3 cm asfalt slitelag.

Der fjellgrunnen for øvrig lå høyere enn 150 cm under forutsatt overkant dekke, er de overliggende masser rensket bort, og det er lagt steinfylling fra fjell og opp til det cementbundne bærelaget.

Fig. 3. Den tyntflytende cementmørtel ble tilkjørt med payloader og helt ut over.



Der en hadde leirgrunn er denne gravd ut til minst 150 cm under forutsatt overkant dekke, og her er først lagt et 85 cm sandlag, deretter 22 + 20 cm kultlag, og deretter tetningslag, cementbunden pukk og asfaltdekke som ellers. Grunnvannstanden vil her stå opp i sandlaget, og dette forutsettes å bli tilstrekkelig kuldemagasinierende til at telen hindres i å nå ned i leirlaget.

Der veglinjen ligger ut mot sjøen, er grunnen rensket ned til fjell og steinfylling er lagt opp til det cementbundne bærelaget.

Det cementbundne bærelaget er utført uten fuger, og pukken danner et fast forkilt steinskjelett som gir liten krymping. Da det dannes en viss forankring til underlaget, blir revnefordelingen så jevn at revnene ikke slår gjennom asfaltdekket i merkbar grad. I de revner som oppstår, blir det også tilstrekkelig fortanning til at en får lastoverføring.

Mørtelens sammensetning ble ved forhåndsprøvingen bestemt til:

| | Kg/m ³ mørtel | Vekt- blandings- forhold |
|---|-----------------------------|--------------------------------|
| Cement | 270 | 1 |
| Vann | 300 | 1,11 |
| Kalksteinsfiller | 200 | 0,74 |
| Sand | 1490 | 5,33 |
| «Betokem In» | 0,8 | |
| Ved trykkprøvingen viste denne blanding R _{v7} = 2,24 kg/l og K _{T7} = 154 kg/cm ² . | | |

Ved mørtelutlegningen syntes den forutsatte blanding å være noe for tungt flytende, og det ble derfor anvendt 310 l vann pr m³. Eftersom trykkfastheten for den forutsatte blanding var relativt høy, ble cementtilsetningen ikke endret.

De gjennomsnittlige resultater fra kontroll av prøver tatt ut ved mørtelutlegningen, viste for terningprøven 10³ cm R_{v7} = 2,18 kg/l og K_{T7} = 91 kg/cm². For sylindertestprøver Ø 15 × 30 cm ble de midlere 7 d-resultater R_{v7} = 2,19 kg/l og trykkfasthet = 80 kg/cm². Ved kontrollprøvingen ble i alt tatt ut 5 prøveserier av hver av de to nevnte prøvedimensjoner.

Det ble anvendt sand fra Lyngås materialtak med korngradering som vist i fig. 4.

Tilsetningsstoffet «Betokem In» ble anvendt for gjennom en smidigere konsistens av mørtelen å få tilført denne en del luftporer med henblikk på bedre forvittringsbestandighet og fordi den ekspanderende virkning som dette tilsetningsstoff gir, antas å være gunstig ved injisering.

Tilsetning av kalksteinsfiller viste seg å være nødvendig for å oppnå tilstrekkelig flytende blan-

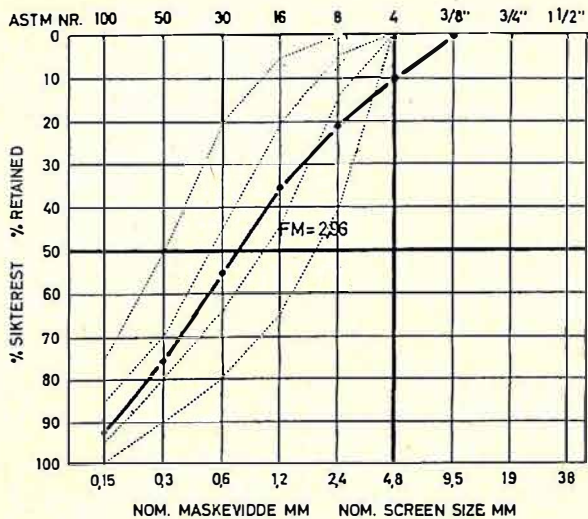


Fig. 4. Siktetekurve av sand fra Lyngås sandtak. Finhetsmodul og sikterest på sikt nr 100 for 14 forskjellige prøver undersøkt ved Franzefoss Bruk A/S.

3,03 94 % — 2,87 94 % — 2,70 93 % — 3,10 94 % — 2,97 94 % — 2,72 91 % — 2,95 94 % — 2,83 93 % — 2,92 95 % — 3,08 95 % — 2,82 94 % — 2,89 93 % — 3,10 95 %

ding uten at det oppsto skadelig vann- og sandseparasjon.

Til steinmateriale i bærelaget ble brukt pukke av fraksjon 1"—2" av kalkstein fra Franzefoss Bruk A/S.

Etter 3—4 dagers herdning, ble bærelaget påført klistring for asfaltdekket, og etter 7—10 dager ble asfaltdekket lagt.

Utførelse av arbeidet

Det cementbundne bærelag ble lagt ut over en strekning på ca 900 m og i bredde 8,25 m for hver veghalvdel.

Underlaget var maskinkult 20/140 som var lagt ut med bulldozer D-6 og valset med en etterslepene 3 tonnsvibrovalse. Jevnhetskrav til ferdigvalset maskinkult var satt til + 2 cm ÷ 3 cm. For å hindre

Fig. 5. Forkiling av pukke med vibrovalse og vibroplate langs kantsteinene.



at cementmørtelen skulle renne ned gjennom maskinkulten, ble det bestemt å foreta tetting av denne. Subbus 0—20 fra pukkeverket på Gyssestad, hvor det ble produsert maskinkult av en rød, grovkrystallisk syenit, ble undersøkt og funnet å være telefri, og denne ble lagt ut i ca 2 cm tykkelse og valset.

Deretter ble pukken lagt ut med grader Cat. nr 12 og jevnheten kontrollert og justert. Pukken ble deretter valset med vibrerende, selvgående valse, ABG type SW125, vekt ca 4,5 t. Langs kantstein ble benyttet en Wacker DVPN 3000 vibroplate (fig. 5). Overflaten ble deretter kontrollert, både m.h.t. sann høyde og jevnhet (krav ± 1 cm) og justert. Det ble benyttet en 5 cm lang lettmetall rettholdt.

Påføring av cementmørtel ble søkt utført så snart som mulig etter at pukklaget var ferdig. Mørtelen som ble levert fra Franzefoss Bruk i Sandvika, ble levert i vanlige trommelbiler. Den kan ikke tømmes direkte ned på pukken da pukkeoverflaten vil bli revet opp og forstyrret, og vi benyttet et lite støpebrett (fig. 6). Mørtelen ble spredd utover ved hjelp av svabere som var forsynt med en myk gummlist for å hindre at pukken ble revet opp. Vibrovalsen ble nå kjørt forsiktig over det arealet hvor mørtelen var lagt ut (fig. 7). To gangers passering var nok. For mye vibrering medførte at mørtelen forsvant ned gjennom pukken slik at denne begynte å flyte.

Overflaten ble nå kontrollert med rettholdt, og eventuelle svanker ble justert med finsingel som ble drenket med mørtel.

Deretter ble overflaten kostet med vanlige piasavakoster. Det ble lagt stor vekt på at overflaten skulle få det riktige utseende (fig. 8). Alle pukkesteinene i overflaten skulle da sitte fast i mørtelen og mørtelnivået skulle ligge ca 0,5 cm under det valsedepukklaget.

Etter at mørtelen var herdnet, ble overflaten sprøytet med asfaltemulsjon. Denne skulle tjene både som en klistring for asfaltdekket og som en

Fig. 6. Tømming av trommelbil. Legg merke til trebrettet som forhindrer at pukklaget rives opp.





Fig. 7. Mørtelen vibreres lett ned i pukklaget som ettervalses.

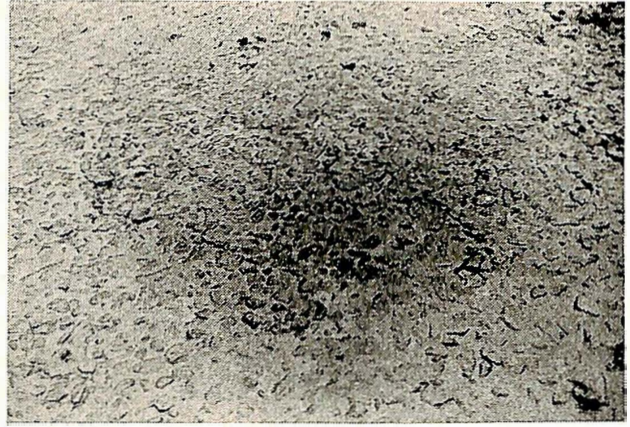


Fig. 8. Riktig utseende av den ferdige overflaten. Ved at steinstrukturen kommer godt frem, sikres en god heft mellom bærelag og slitelag.

forsegling mot uttørking av mørtelen. Denne sprøyting skulle ikke foretas før overflaten var noenlunde tørr.

Omkostninger

Det tok noe tid før vi fant frem til den mest rasjonelle måte å utføre arbeidet på, og den etterkalkyle som ble foretatt, vil derfor gi et noe ugunstig bilde av hva kostnadene vil være ved denne type bærelag i større målestokk.

På grunnlag av kapasiteten vi i gjennomsnitt oppnådde på slutten av arbeidet, har vi derfor istedet valgt å sette opp nedenstående kalkyle.

Her er regnet med kostpris, uten tillegg for arbeidsledelse, utstikking, kontroll, arbeidsforlegning og administrasjon. Kalkylen er foretatt for hver enkelt arbeidsoperasjon. Arbeidslønn inngår med kr 14,50 pr time, inklusive sosiale utgifter. Maskinleie er også regnet som ren selvkost.

1. *Tetting av kultlag med subbus*
Materialpris kr 11,- pr m³. Utlegging med lastebil og Epoke spreder. 2 mann med lastebil legger 3300 m² pr dag kr 0,42 pr m²
2. *Utlegging puk, 40/70*
Materialpris kr 25,- pr m³. Svinn 40 %. 2 mann + grader legger ut 1650 m² pr dag kr 5,15 pr m²
3. *Valsing og justering av pukklaget* kr 0,28 pr m²
4. *Cementstabilisering med valsing kosting og etterjustering med finpukk*

| | |
|---|----------------------------|
| Mørtelpris levert på vegen kr 87,- pr m ³ . Medgått gj. sn. 43 l pr m ² . 6 mann legger ut 1200 m ² pr dag | kr 4,80 pr m ² |
| 5. <i>Dekking mot regn. Sprøyting med asfatemulsjon 0,8 kg pr m</i> Forbruk plastduk. Forbruk asfalt. Leie asfaltspreder | kr 0,70 pr m ² |
| Sum selvkost | kr 11,35 pr m ² |

Sluttbemerkning

Det var foreskrevet en pukkestørrelse på 25—50 mm, og denne ble anvendt til å begynne med. Det viste seg imidlertid vanskelig å få mørtelen til å flyte ned gjennom det ferdige komprimerte pukklaget på tross av diverse forsøk med å regulere vanninnholdet i mørtelen. Effektiv fylling av luftrommene fikk vi først etter at vi gikk over til puk 40/70, og denne ble godkjent av Veglaboratoriet.

Spredning av mørtelen over pukkooverflaten var gjenstand for diverse eksperimentering, og dersom det totale areal hadde vært noe større, ville det nok vært lønnsomt å rigge opp en eller annen form for spreder bak betongbilen.

Ved regnvær viste det seg vanskelig å unngå utvasking av mørtelen i overflaten, som derfor ikke ble særlig pen av utseende. Dette på tross av at vi dekket med plastduk så snart som mulig etter kostingen.

I tørt vær var det nødvendig å vanne pukklaget før cementvellingen ble påført. Det var da mye lettere å få mørtelen til å trenge ned.

Prioritering av gate- og vegforbedringer

Ansvarlige vegmyndigheters hodepine er at *behovet* for pengemidler til anlegg og vedlikehold av vegnettet er langt større enn *bevilgningene*, og at denne skjeve tendens ikke synes å avta. Som et hjelpemiddel til å prioritere hvor de disponible pengemidler bør settes inn, kan det foretas *utbyttegradsberegninger* av konkurrerende vegprosjekter.

For bevilgende myndigheter kan det være nyttig å kjenne investeringenes avkastning på de ulike samsfunnssektorer, idet ønsket om en optimalisering av avkastningen kan påvirke det tradisjonelle bevilgningsmønster både for «matnyttige» og «mindre matnyttige» investeringsformål.

TØU's kjørekostnads håndbok av 1962 angir en utmerket metode for økonomisk vurdering av investeringer og tilhørende prioritering av bygge- og utbedringsarbeider av landeveger. Metoden er imidlertid ikke helt velegnet for tilsvarende vurderinger i bystrøk. En kapasitetsendring på et enkelt sted i gatenettet vil kunne utløse trafikale bivirkninger i andre deler av nettet, og det er et meget komplisert arbeide å beregne disse virkninger.

Etter oppdrag av Oslo Veivesen har derfor professor Lærum utarbeidet en meget grundig utredning på 50 sider om «Økonomisk vurdering av prioritet for gate- og veiforbedringer i bymessig bebygde strøk». Litteraturlisten refererer til 21 titler av engelsk, svensk, norsk og amerikansk litteratur. Utredningen bygger i det vesentligste på D. J. Reynolds: «The Assessment of Priority for Road Improvements» (Road Research Technical Paper No. 48, London 1960), men stoffet er supplert med angivelser i nyere publikasjoner, og på grunnlag av en rekke innsamlede opplysninger er beregningene søkt tilrettelagt for norske forhold og justert for å stemme overens med prisnivået ved utgangen av 1966.

Professor Lærum tar først for seg grunnlaget for beregningene. Så følger beregningsdetaljer for forskjellige typer vegforbedringer, videre et avsnitt om prognoser for endringer i ulykkesfrekvensen og til slutt et avsnitt om vurdering av virkninger samt beregning av utbyttegraden. I tre bilag omtales: 1) Overført og industrialisert trafikk, 2) Vurdering av representative kostnader pr vognkm og 3) Korreksjon for forbedringer på veger som sannsynligvis vil bli avløst av andre veger.

Det anbefales en systematisk beregningsmetode i 5 trinn:

- 1) Beregning av totale byggekostnader og vedlikeholdsutgifter.
- 2) Prognose for endringer i trafikkmengder, kjørelengder, hastigheter og opphold.

3) Prognose for endringer i ulykkesfrekvensen.

4) Økonomisk beregning av disse virkninger.

5) Beregning av utbyttegraden.

I utredningen blir alle 5 trinn nærmere behandlet, og det blir gitt data og metoder som gjør det mulig å beregne utbyttegraden i vanlig forekommende tilfelle.

Utbyttegraden (R) beregnes vanligvis for trafikken 5 år frem i tiden ved først å kalkulere samlet kostnadsbesparelse (B) for årlig antall vognkm på vegene som skal forbedres eller berøres av forbedringen, der til tillegges den årlige besparelse i ulykkeskostnader (U) og de årlige tilleggs-kostnader i vegvedlikeholdet (V) fratrekkes. Resultatet uttrykkes som prosent av kapitalkostnaden (K) av vegforbedringen, således:

$$R = 100 \frac{(B + U \div V)}{K}$$

Ved kryss hvor antall vognkm vanligvis ikke inngår, må de årlige besparelser i tidstap-kostnader settes i stedet for besparelsen i årlige vognkm-kostnad. Beregningene er systematisert i to typer beregningsskjema, det ene for alle forbedringsarbeider unntatt kryss, og det andre for kryss.

Det ikke målbare utbytte av forbedringsarbeider, som f. eks. økt komfort ved kjøringen, innspart tid utenom selve arbeidstiden samt lidelser og sorg ved trafikkulykker, burde strengt tatt også medregnes, men med støtte i litteraturen hevder Lærum at denne ikke målbare nytte er så nær sammenbundet til den målbare nytte at den til vanlig kan utelates med liten virkning på prioritetsrekkefølgen.

Trafikkulykker kan deles i to kategorier, de som medfører personskader og de som bare medfører materiell skade. Da de første er alvorligere og viktigere, og rapportene om de siste til vanlig ikke er fullstendige, anbefales det å konsentrere oppmerksomheten ved endringene i antall personskader og gjøre et tilnærmet beregnet tillegg for ulykker bare med materiell skade. Lærum foreslår at man i middel regner kr 16 000 for hver ulykke med personskade.

For en rekke av de gitte data og for det beregningsmessige grunnlag fremheves behovet for periodiske justeringer for prisnivå og forøvrig etterhvert som nye erfaringer innvinnes om endringer i trafikkavviklingen og trafikken sammensetning.

Utredningen synes å være et meget solid arbeide av en meget solid forfatter. Foreløpig foreligger utredningen bare i en arbeidsutgave i et meget begrenset opplag. Stoffet vil bli supplert med enkelte praktiske beregningseksempler av varierende vanskelighetsgrad innen den offisielle utgave kommer ved utgangen av 1967.

Kjell Backer.

Professor O. D. Lærum: «Økonomisk vurdering av prioritet for gate- og veiforbedringer i bymessig bebygde strøk.» Oslo Veivesen, 1967.

Sysselsettingsoversikt

Tab. 1. Antall arbeidere ved riks- og fylkesveganlegg pr 29. juni 1967.

| 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 | | | Over vegbud- sj. | Utenom vegbud- sj. |
| Østfold | 107 | 10 | 117 | 117 | — | — | 25 | — | 25 | 25 | — | — | 142 | 142 | — | — |
| Akershus | 142 | 264 | 406 | 406 | — | — | 19 | — | 19 | 19 | — | — | 425 | 425 | — | — |
| Hedmark | 148 | 50 | 198 | 198 | — | — | 39 | 19 | 58 | 58 | — | — | 256 | 256 | — | — |
| Oppland | 258 | 22 | 280 | 240 | 40 | — | 43 | 16 | 59 | 59 | — | — | 339 | 299 | 40 | — |
| Buskerud | 121 | 226 | 347 | 347 | — | — | 40 | 15 | 55 | 55 | — | — | 402 | 402 | — | — |
| Vestfold | 152 | 7 | 159 | 159 | — | — | 4 | 5 | 9 | 9 | — | — | 168 | 168 | — | — |
| Telemark | 197 | 22 | 219 | 229 | — | — | 36 | 59 | 95 | 95 | — | — | 314 | 314 | — | — |
| Aust-Agder | 193 | 20 | 213 | 213 | — | — | 52 | 50 | 102 | 102 | — | — | 315 | 315 | — | — |
| Vest-Agder | 207 | — | 207 | 207 | — | — | 24 | 27 | 51 | 51 | — | — | 258 | 258 | — | — |
| Rogaland | 171 | 12 | 183 | 183 | — | — | 114 | 22 | 136 | 136 | — | — | 319 | 319 | — | — |
| Hordaland | 415 | 49 | 464 | 440 | 24 | — | 155 | 5 | 160 | 160 | — | — | 624 | 600 | 24 | — |
| Sogn og Fjordane | 405 | — | 405 | 405 | — | — | 132 | 10 | 142 | 142 | — | — | 547 | 547 | — | — |
| Møre og Romsdal | 462 | 25 | 487 | 487 | — | — | 109 | 15 | 124 | 124 | — | — | 611 | 611 | — | — |
| Sør-Trøndelag | 209 | 12 | 221 | 221 | — | — | 98 | — | 98 | 98 | — | — | 319 | 319 | — | — |
| Nord-Trøndelag | 287 | — | 287 | 287 | — | — | 65 | — | 65 | 65 | — | — | 352 | 352 | — | — |
| Nordland | 304 | — | 304 | 304 | — | — | 162 | — | 162 | 162 | — | — | 466 | 466 | — | — |
| Troms | 204 | — | 204 | 204 | — | — | 72 | — | 72 | 72 | — | — | 276 | 276 | — | — |
| Finmark | 202 | 25 | 227 | 227 | — | — | 40 | — | 40 | 40 | — | — | 267 | 267 | — | — |
| Sum | 4184 | 744 | 4928 | 4864 | 64 | — | 1229 | 243 | 1472 | 1472 | — | — | 6400 | 6336 | 64 | — |

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

Tab. 2. Antall arbeidere ved riks- og fylkesvegvedlikehold pr 29. juni 1967.

| Fylke | Riksveger | | | Fylkesveger | | | Sum vedlikehold |
|----------------------|-------------------|------------------------------------|-------|-------------------|------------------------------------|-------|-----------------|
| | Vegv.s egen drift | Entreprenørers drift ²⁾ | I alt | Vegv.s egen drift | Entreprenørers drift ²⁾ | I alt | |
| Østfold | 200 | 14 | 214 | 122 | 14 | 136 | 350 |
| Akershus | 245 | 6 | 251 | 50 | 1 | 51 | 302 |
| Hedmark | 330 | 4 | 334 | 230 | 6 | 236 | 570 |
| Oppland | 401 | 12 | 413 | 146 | 9 | 155 | 568 |
| Buskerud | 315 | 12 | 327 | 75 | 48 | 123 | 450 |
| Vestfold | 113 | 16 | 129 | 62 | 19 | 81 | 210 |
| Telemark | 207 | 12 | 219 | 81 | 7 | 88 | 307 |
| Aust-Agder | 166 | 27 | 193 | 60 | 15 | 75 | 268 |
| Vest-Agder | 159 | — | 159 | 161 | — | 161 | 320 |
| Rogaland | 270 | 28 | 298 | 172 | 37 | 209 | 507 |
| Hordaland | 374 | 5 | 379 | 178 | — | 178 | 557 |
| Sogn og Fjordane ... | 235 | 1 | 236 | 88 | 3 | 91 | 327 |
| Møre og Romsdal ... | 257 | 11 | 268 | 100 | 3 | 103 | 371 |
| Sør-Trøndelag | 300 | 7 | 307 | 195 | 24 | 219 | 526 |
| Nord-Trøndelag | 228 | 21 | 249 | 131 | 6 | 137 | 386 |
| Nordland | 418 | 6 | 424 | 156 | 2 | 158 | 582 |
| Troms | 275 | — | 275 | 111 | — | 111 | 386 |
| Finnmark | 145 | 20 | 165 | 27 | 6 | 33 | 198 |
| Sum | 4638 | 202 | 4840 | 2145 | 200 | 2345 | 7185 |

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

Tabell 3. Antall arbeidere ved vegsentrale- og vegstasjoner ³⁾ pr. 30. mars 1967.

| Fylke | Fylke | | |
|------------------|-------|------------------------|-----|
| Østfold | 32 | Hordaland | 3 |
| Akershus | 58 | Sogn og Fjordane | 23 |
| Hedmark | 35 | Møre og Romsdal | 53 |
| Oppland | 24 | Sør-Trøndelag | 13 |
| Buskerud | 18 | Nord-Trøndelag | 55 |
| Vestfold | 32 | Nordland | 50 |
| Telemark | 29 | Troms | 16 |
| Aust-Agder | 27 | Finnmark | 43 |
| Vest-Agder | 24 | Sum | 559 |
| Rogaland | 24 | | |

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

PERSONALIA

Ansettelser i Vegdirektoratet:

Bjørn Vik som overingeniør I, Oskar Lindvåg som konsulent I.

Ansettelser i Vegadministrasjonen i fylkene:

Akershus: Per Aspen Alme som konstruktør II.
Buskerud: Borgny Bråthen som kontorfullmektig I, Olav Tveit som kontorassistent.

Vestfold: Helge Olav Andreassen som avdelingsingeniør II.
Telemark: Harald Bjaarstad og Roar Nordang som konstruktør II.

Rogaland: Bernt Lindtjorn Hegrestad som konstruktør III, Jostein Kvia som kontorassistent.

Hordaland: Charley Løbøe som konstruktør II, Arne Høisæther som bokholder og kasserer.

Sogn og Fjordane: Vigdis Halland som kontorassistent.
Møre og Romsdal: Oddvar Afløydal som avdelingsingeniør II.
Sør-Trøndelag: Per Kvaal som kontorassistent.

Nordland: Petter Edvard Tennstrand som konstruktør III.

Rundskriv fra Vegdirektoratet

Nr 35 M 3. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Varsellys i kombinasjon med retningssignallys.

Nr 36 M 3. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Fargo.

Nr 37 M 5. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Bedford.

Nr 38 M 7. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Volvo, modell N 84.

Nr 39 M 13. juli 1967 til fylkestrafikksjefene, politimestrene og Statens bilsakkyndige. Regler om stasjon for utleievirk-somhet, samt om vedlikehold og kontroll av utleievogner.

Nr 40 M 14. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Mercedes-Benz.

Nr 41 M 14. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Büssing, modell Präfekt 13 D.

Nr 42 M 15. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Avstøtting av lastebiltpiper. Skilt som angir at tippstøtte bare må nyttes for tomt lasteplan.

Nr 43 M 15. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Trykkluftslanger.

Nr 44 M 15. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Moskwich, modell 433.

Nr 45 M 21. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Magirus-Deutz.

Nr 46 M 24. juli 1967 til Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i vare-, laste- og kombinerte biler.

Nr 47 M 24. juli 1967 til Statens bilsakkyndige og politimestrene i Rjukan og Hardanger. Antall sitteplasser i person- og stasjonsvogner.

Nr 48 M 24. juli 1967 til vegsjefene, politimestrene og Statens bilsakkyndige. Godkjenning av brannslökkingsapparater.

Nr 41 Pk. 15. juni 1967 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. lønnsregulering for de offentlige tjenestemenn m.v.

Nr 42 Pk. 16. juni 1967 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. endringer av bestemmelser og satser i regulativ for reiser innenlands for Statens regning.

Nr 43 Ik. 20. juni 1967 til vegsjefene ang. VHF — Radiosamband for Statens vegvesens kjøretøyer og basisstasjoner.
Nr 44 Jur. 23. juni 1967 til vegsjefene ang. tinglysing av pantefrafall.

Nr 45 Pk. 23. juni 1967 til fylkesmennene og vegsjefene ang. regulering av innskottgrunnlagene i pensjonsordningen for Statens arbeidere.

Nr 46 Pk. 23. juni 1967 til vegsjefene ang. regulering av vegoppsynsmennenes kompensasjonstillegg.

Nr 47 — Pk. 12. juli 1967 til vegsjefene ang. beregning av feriegodtgjørelse av oppsynsmennenes kompensasjonstillegg.

Nr 48 — Pk. 14. juli 1967 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. lønnsregulering for de offentlige tjenestemenn m. v.

Nr 49 — Pk. 19. juli 1967 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. kostgodtgjørelse for offentlige tjenestemenn på beordrede tjenestereiser til og fra Narvik gjennom Sverige.

Nr 50 — Pk. 20. juli 1967 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. beskjefteigelse av pensjonister.

Nr 51 — Pk. 20. juli 1967 til vegsjefene ang. lønns- og arbeidsvilkår ved Statens vegarbeidsdrift, overenskomstens § 8, punkt 7 b: Lønn til verkstedarbeidere som i Staten har gjennomgått læretid på kontrakt eller som har avlagt bestått fagprøve, gjeldende fra 1. september 1967.

Nordiske kolleger

Dansk Vejtidskrift nr 4, 1967:

Christiansen, G.: Effektivisering indenfor vejbygningssektoren. Engelsk rapport.

Rørbech, J.: 8. internationale studieuge i trafikteknik i Barcelona.

Sveistrup, H.: Vejtrafikken på de københavnske radialveje i Nordsjælland.

Rørbech, J.: Highway Capacity Manual's serviceniveau-begreb.

Dansk Vejtidskrift nr 5, 1967:

Nielsen, Herluf: Regionplanlægning og Regioninddeling. Høje Taastrup storcenter.

Cour, Aage la: Bro over Sallingsund.

Leerskov, Vagn: Vandindholdsbestemmelse ved luftpyknometer.

Sloth, S.: NVF's studierejse til England 1966.

Dansk Vejtidskrift nr 6, 1967:

Kodrie, Erich: Motorvejsbyggeri i det sydlige Østrig.

Schacke, Ivar: Forslag til geometrisk standardudformning af motorvejstilslutninger.

Olsson, Gunnar: Stabilisering av material och jordar vid byggnad och underhåll av vägar.

Dansk Vejtidskrift nr. 7, 1967:

AVIF's generalforsamling og årsmøde.

Bræstrup-Nielsen, N.: Første automatiske akselrykvekøgt opstillet i Danmark.

Svenska Vägförningens Tidskrift nr 4, 1967:

Rasmusson, Gunnar: Naturvärden i planeringen.

Schül, Gunnar: Motorvägsbygget Stäkesön — Barkarby.

Dyferman, Jan: Trafikutrymmen och gemensamhetsanläggningar.

Lindgren, Uno: Glimtar från 1600-talets vägväsende.

Peltijeff, Alexej: Svensk Bilprovning, kontroll och information.

Svenska Vägförningens Tidskrift nr. 5, 1967:

Näslund, Bertil: Vägtransporternas roll i det norrländska näringslivets strukturovandling.

Laage-Hellman, Bror: Skogsindustrins transportproblem.

Boman, Jan: Utvecklingslinjer för gravtransporter.

Undin, Hans: Prognoser för tunga transporter.

Forsman, Vidar: Lokaliseringsfrågor i Gävleborgs län.

Forssell, Bertil: Regionala åtgärder för mera ekonomiska transporter.

Persson, Bengt: De dubbade däckerna och beläggningarna.

Friman, Ingvar: Vägnätet 1967.

Svenska Vägförningens Tidskrift nr. 6, 1967:

Holmström, Arne: Varför går vi över till högertrafik?

Englund, Anders: Betendevetenskaplig forskning inför högertrafikomläggningen.

Edholm, Stig: Trafiksäkerhetsstudier inför övergången till högertrafik.

Ljungberg, Åke: Högertrafiken och bussarna.

Bjelking, Arne: Arbeten på vägar och gator.

Wilborg, Hans: Högertrafikarbeten i Stockholm.

Gavell, Jonas: Högertrafikfrågan genom tiderna.