

MEDDELELSER FRA VEGDIREKTÖREN

NR. 8

Petrografi og vegbygging. — Registrerte motorkjøretøyer i Norge pr. 31. desember 1942. — Det håndverksmessige arbeid i vegvesenet. — Civilingeniør A. S. W. Odelberg. — Mindre meddelelser. — Avdelingsingeniør Blom tar avskjed. — Overingeniør Voss tar avskjed. — Personalialia.

AUGUST 1943

PETROGRAFI OG VEGBYGGING

Av Ivan Th. Rosenqvist.

En bergarts styrke er avhengig både av kohesjonen mellom de enkelte mineraler som oppbygger bergarten, og av mineralenes indre kohesjon, dessuten spiller mineralenes hardhet en vesentlig rolle. No er de ferreste bergarter oppbygget av bare en sort mineraler. Av *monomineralske* bergarter som kan komme på tale når det gjelder vegbygging, har en kalkstein, labradorstein og serpentinstein. Alle andre bergarter er oppbygget av flere forskjellige slags mineraler. De bergarter som er de alminneligste og som vegfolk mest får å gjøre med, faller i to grupper. I den ene gruppe sammenfattes de lyse, mer eller mindre *granittiske* bergarter, som granitt, syenitt, gneiser og glimmerskifre. I den annen gruppe faller de mørke, gabbroide bergarter som gabbro, olivin-gabbro (hyperitt), amfibolitter og hornblendeskifre.

Både kalifeldspatt og plagioklas har to utmerkete spalteredninger som står tilnærmet loddrett på hverandre. Dessuten finnes en tredje spaltbarhet som igjen står loddrett på de to andre. På grunn av disse spaltbarheter, sprekker feldspatt opp i parallelepipeder. Feldspattene har hardhet 6. De kan så vidt risse glass og risses vanskelig med kniv. Da feldspatt utgjør en vesentlig del av nesten alle bergarter (gjennomsnittlig over 60%) har feldspattens fysikalske egenskaper meget stor betydning for bergartenes egenskaper som helhet. Hardheten 6 er meget tilfredsstillende til vegbyggingsøyemed. På grunn av den gode spaltbarhet bør imidlertid en bergart som krever stor styrke ikke inneholde for store feldspatt korn. De spalteflater som framkommer hos en feldspatt er helt glatte og gir intet



Fig. 1. Kalifeldspatt med inneslutninger av saussurittiseret plagioklas forst. 107 g. Bemerk spaltbarheten i kalifeldspatten.

De granittiske bergarter er i første rekke oppbygget av *kalifeldspatt*. Dessuten fører de vekslende mengder *kvarts* og *glimmer*. Til dels finner en også *hornblende* og *pyroksen* i disse bergarter. Hornblende- og pyrokseninnholdet vil imidlertid alltid være lite, og av underordnet betydning når det gjelder hvorledes bergarten skikker seg til vegbyggingsøyemed.

I den annen gruppe, de gabbroide bergarter er derimot hornblende og pyroksen de viktigste mineraler. Som den annen hovedbestanddel finner en *kalk-natron feldspatt*, *plagioklas*. Videre kan *glimmer*, *olivin* og *granat* forekomme i vekslende mengde.

De fysikalske egenskaper ved mineralene, som er viktigst for bergartenes anvendelighet, er hardhet og spaltbarhet. Dessuten har mineralernes ytre form og størrelsen meget stor betydning. Det er dette som betinger den innbyrdes kohesjon mellom mineralene.

feste for eventuelle bindemiddel. I særlig grad gjelder dette kalifeldspatt, mens plagioklassene har mer riflete spalteflater. Kalifeldspatt har formelen $KAlSi_3O_8$, mens plagioklassene oppbygges av vekslende mengder $NaAlSi_3O_8$, albitt og $CaAl_2Si_2O_7$, anortitt. Jo mer anortitt plagioklasen inneholder jo mer basisk er den. I omvandlede bergarter undergår plagioklas såkaldt saussurittisering. Det vil si at plagioklasen opptar litt vann, herved omdannes anortittkomponenten til mineralet *epidot*, $(OH)Ca_2Al_3Si_3O_{12}$. Epidot er et stenglig mineral som ikke er blandbart med albit. Den epidot som dannes ved saussurittiseringen blir i feldspatten som små nåler, og virker på den måte at den binder hele feldspatt krysstallen sammen.

En bruddflate i en slik saussurittisert feldspatt vil ikke lenger være en glatt flate, men ujevn og tett besatt med mikroskopiske små pigger. Herved får et even-

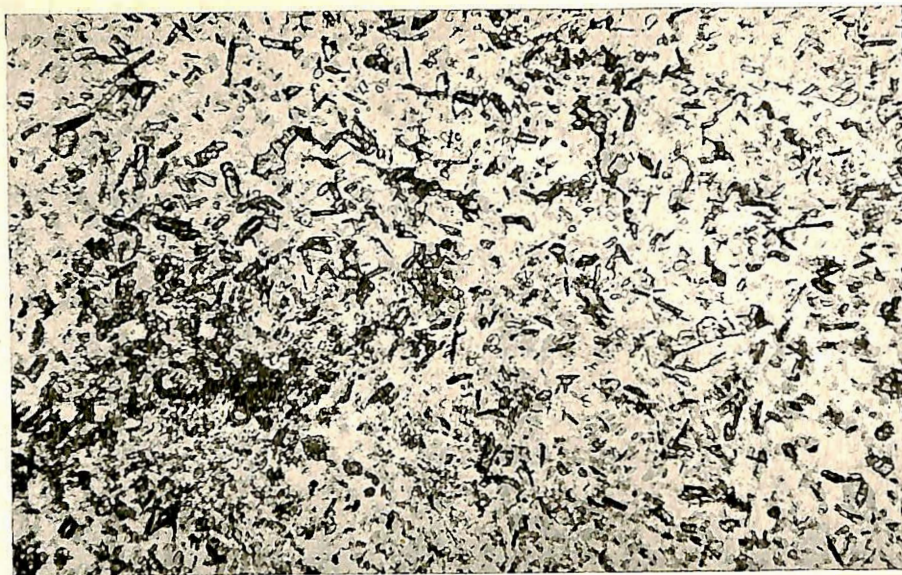


Fig. 2. Saussurittiseret plagioklas av samme bergart som fig. 1. Bemerk nålene av epidot som binder mineralene sammen. Forst. 50 g.

tuelt bindemiddel godt feste. Kalifeldspatt har ikke evnen til å saussurittiseres, og selv i omvandlede bergarter finner en derfor den gode spaltbarhet hos kalifeldspatt. Figurene 1 og 2 viser saussurittisert plagioklas og kalifeldspatt fra samme omvandlede bergart. En legger merke til den store forskjell i spaltbarhet. Også epidot har hardhet 6 så hardheten blir den samme som før saussurittiseringen. Ved videre omdannelse kan både kalifeldspatt og plagioklas omdannes til glimmer.

Kvarts, den annen hovedbestanddel i de granittiske bergarter har formelen SiO_2 , altså kiselsyre. Kvarts har hardhet 7. Den risses ikke med kniv, men risser selv glass. Kvarts har ingen foretrukken spaltbarhet, den har såkaldt muslig brudd. En slik bruddflate gir dårlig feste for eventuelle bindemiddel. Da kvarts vanligvis er det hardeste mineral i en bergart, vil en ved slitasje av bergarten finne at kvartsen ikke sprekker opp men løsner fra de omgivende mineraler. Kvartsens sure egenskaper har stor betydning ved anvendelse av kvartsførende bergarter i vegbyggingen. Nærmere herom seinere.

Glimmer som utgjør den tredje hovedkomponent i de granittiske bergarter og som også finnes i omvandlede gabbroide bergarter deles i to grupper, lys glimmer *muscovitt* og mørk glimmer *biotitt*. Begge er basiske vannholdige alkalisilikater med enten aluminium eller jern magnesium. Deres fysiske egenskaper er nokså like og for vegbyggings øyemed spiller det ingen rolle enten glimmeren er lys eller mørk. Glimmer har hardhet 3. De risses meget lett med kniv. Glimmerne er karakterisert ved en mer enn alminnelig god spaltbarhet. De spalter således opp i tynne, elastiske flak. Dette er meget uheldig for all anvendelse i vegbyggingen. I permanente dekker hefter riktignok de bituminøse bindstoffer bra til glimmer, men da mineralet mangler indre styrke spaltes det lett opp. I et grusdekk vil de avspaltete glimmerflak som da blir av sandstørrelse bevirke at dekket ikke lar seg effektivt komprimere ved valsing.

De gabbroide bergarter har som den ene hovedkomponent plagioklas. Plagioklasen kan være mer eller mindre basisk. I alminnelighet finner en at gabbrobergartene fører en plagioklas som inneholder noenlunde like deler albitt og anortitt. I de såkaldte saussurittgabbroer er plagioklasen helt eller delvis omvandlet.

Den annen hovedkomponent i gabbroene er pyroksen. Pyroksen har formelen XYSi_2O_6 , her kan X være jern og/eller magnesium, mens Y oftest er calcium, men også jern og magnesium kan inngå på denne plass. Især

i de såkaldte noritter og hyperitter har en pyroksenener både X og Y representeres av jern og magnesium. Pyroksenene er mørke, oftest svartgrønne mineraler med hardhet omkring 6. De spalter opp i prizmer etter to spaltbarheter som danner en vinkel på 90° med hverandre. Denne vinkel mellom spalteflatene er det beste kjennetegn på pyroksenene. En kan lett se den med det blotte øye eller med lupe. Pyroksenene er relativt basiske mineraler, og gir godt feste for eventuelle bindemiddel. Spalteflatene blir aldri store rette flater, men de er alltid vinklede og trappelformede. I steinmel er pyroksen gunstig, idet de langstrakte korn vever seg inn i hverandre og danner et støttevev for de andre sandkorn.

I høyere grad enn hos pyroksen finner en disse egenskaper hos hornblende. Hornblende har en kjemisk sammensetning som likner pyroksenenes, den eksakte formel er imidlertid mer komplisert, blant annet inngår små mengder vann. Hornblendene har samme hardhet som pyroksenene, men vinkelen mellom spalteflatene er 60° i stedet for 90° . Denne spaltbarhet kan til dels være så godt utviklet at det danner asbestaktige tråder. I alminnelighet spalter hornblende opp i lange stive nåler. Vanlig hornblende har tilstrekkelig indre styrke til våre formål. Oftest er hornblende svart, men det finnes også lysere varieteter.

Bergarter som vesentlig oppbygges av plagioklas og hornblende kaldes *amfibolitter*. Dersom imidlertid bergarten har fullstendig utseende som en gabbro, kaldes den ofte for hornblende gabbro. Amfibolitter som inneholder mer enn 80 % hornblende betegnes som hornblenditter. Hornblende dannes ofte av pyroksen parallellt med at plagioklasen i gabbroene saussurittiseres. Det er således vanlig at saussurittgabbroene også fører hornblende. Hornblende mel har utpreget evnen til å danne filtliknende masser. Hornblendemel som er fuktet med vann vil således også etter at det er tørket holde godt sammen, analogt med en tørr leireklump. Ved videre omdannelse kan hornblende gå over i mineralet *kloritt* som er et meget blødt glimmerliknende mineral. Dersom det skjer en tilførsel av kaliholdige oppløsninger dannes ikke kloritt men vanlig biotitt. Dette er meget alminnelig, og en finner ofte at våre amfibolitter er mer eller mindre biotittisert.

I en del gabbrobergarter, særlig i de såkalte hyperitter, forekommer vekslende mengder olivin. Olivin har formelen $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$. Det er således et meget basisk mineral. Det har hardhet 6 og relativt svakt utviklet spaltbarhet. Bruddflatene kan derfor komme til å likne muslig

brudd. På grunn av den svake spaltbarhet er olivinmel jevnkornig og ikke langstrakt eller plateformig. Oftest finner en i våre bergarter at olivin ikke er helt frisk, men delvis omdannet til serpentin.

Serpentin har formelen $(Mg, Fe)_3Si_2O_7 \cdot 2H_2O$. Dette mineral har når det er friskt hardhet 4 og spalter meget lett opp i tynne tråder, asbest. Som regel finnes imidlertid serpentin ikke som enkrystaller, men som tette filtliknende masser der de enkelte tråder ligger retningsløst fordelt. Av denne grunn kommer ikke spaltbarheten til syne, tvert om finner en at frisk serpentin er meget seig. Da også serpentin er et meget basisk mineral og gir godt feste for alle bindemiddel, må en anse bergarter som fører serpentinisert olivin for meget heldige i vegbyggingen.

Serpentin forekommer også som bergartsdannende mineral i de såkaldte serpetinsteiner.

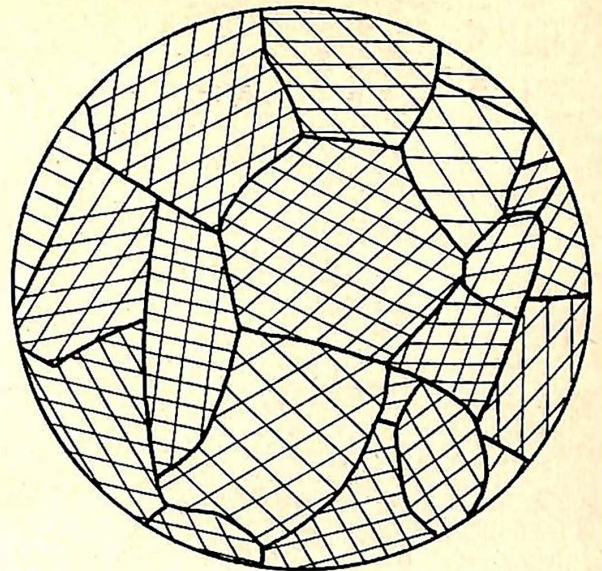
No omdannes igjen serpentin lett til talk som har formelen $(Mg, Fe)_3Si_4O_{10}(OH)_2$. Talk er et meget bløtt mineral med hardhet 1, det risses lett med neglen og har en spaltbarhet omtrent som glimmer. Skal en derfor benytte serpetinstein i vegbyggingen må en passe på at bergarten ikke er for sterkt fortalket.

Av andre monomineralske bergarter som kan komme på tale i vegbyggingen har en labradorstein. Denne bergart er oppbygd vesentlig av plagioklas. Da de fleste norske labradorsteiner er meget grovkrystalinske og oftest består av frisk feldspatt, vil de i mange tilfelle være mindre godt skikket til vegbygging. Svakt omvandlede og middelskornige labradorsteiner skulde imidlertid egne seg bra.

Kalkstein, den tredje av de monomineralske bergarter består vesentlig av kalkspat $CaCO_3$. Dette mineral har hardhet 3 og spalter lett etter tre retninger slik at spaltestykkene får form av et romboeder. Mer enn hos noen av de andre bergarter spiller de enkelte mineralkorns form og størrelse en rolle når det gjelder å bedømme om en kalkstein egner seg til vegmateriale eller ikke. Mineralenes innbyrdes orientering har også meget stor betydning. De aller fleste kalksteiner er av sedimentær opprinnelse. De er opprinnelig avsatt på havbunden som muslingskall, sjøliljestilker, koraller eller skaller av planton. Da imidlertid kalkspat er forholdsvis lett oppløselig omkrystalliserer de opprinnelige sedimenter meget raskt når bergarten utsettes for metamorfose. Det vil si at den enten oppvarmes ved at det trenger fram eruptivbergarter i nærheten eller sedimentet blir utsatt for sterkt trykk som følge av fjellkjedefolding. Den første art omvandling kaldes kontaktmetamorfose, den annen sort kaldes regionalmetamorfose. Ved kontaktmetamorfose omkrystalliserer kalksteinen under rolige betingelser, og de nydannede kalkspatkrystaller er vesentlig begrenset av rette flater som ikke griper nevneverdig inn i hverandre.

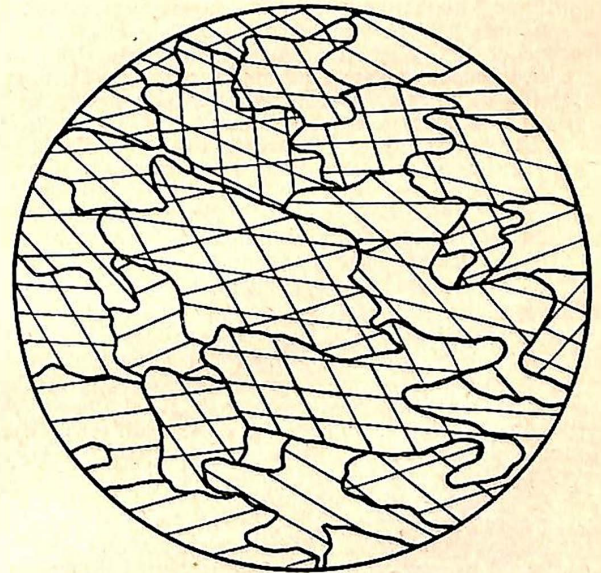
En slik bergart vil lett smuldre opp, idet kornene løsner fra hverandre. Ofte vil dessuten de kontaktmetamorfe kalksteiner være meget grovkornige og da kalkspat har slik god spaltbarhet sprekker kornene lett opp ved trykkpåkjenning. I de regionalmetamorfe kalksteiner, vil de enkelte korn oftest ikke være begrenset av rette flater, men krystallene griper mer eller mindre fingerformig inn i hverandre. Holdet mellom de enkelte korn er derfor godt. Her som ved de kontaktmetamorfe kalksteiner spiller imidlertid kornstørrelsen og den indre spaltbarhet inn. I de grovkornige regionalmetamorfe kalker finner en at bergarten lett brytes i stykker ved at de enkelte korn sprekker opp etter spalteflatene. Figur 3 og 4 viser tegning av en kontaktmetamorfe kalkstein fra Oslofeltet og en regional metamorfe marmor fra Nordland. I meget finkornige svakt metamorfe kalksteiner spiller ikke mineralenes spaltbarhet noen vesentlig rolle, og bergarten virker meget kompakt. En slik kalkstein kan ha en styrke som ligger mange ganger over den en finner hos de mer grovkornige. De kan endog tillates benyttet i de permanente dekker.

Også for andre bergarter spiller kornstørrelsen og mineralenes innbyrdes orientering en meget stor rolle. En



2 mm.

Fig. 3. Kontaktmetamorfe kalkstein fra Oslofeltet.



0,5 mm.

Fig. 4. Regionalmetamorfe marmor fra Nordland.

bergart kaldes middelskornig når kornstørrelsen gjennomsnittlig er ca. $\frac{1}{2}$ til 1 mm. Finkornig når kornstørrelsen er vesentlig under og grovkornig når den er vesentlig over. I alminnelighet kan en si at en bergart er sterkere jo mer finkornig den er. Dette er under den forutsetning at kornene er av noenlunde lik form og likt orientert. Spenninger i bergarten spiller også vesentlig inn når det gjelder styrken. En finner således praktisk talt aldri bergarter som ikke har en eller annen foretrukket oppsprekings retning. En tilsynelatende helt homogen og jevnkornig granitt viser således oftest kløvbarhet etter tre retninger som står loddrett på hverandre. De tre retninger betegnes ofte som kløv, villkløv og bust.

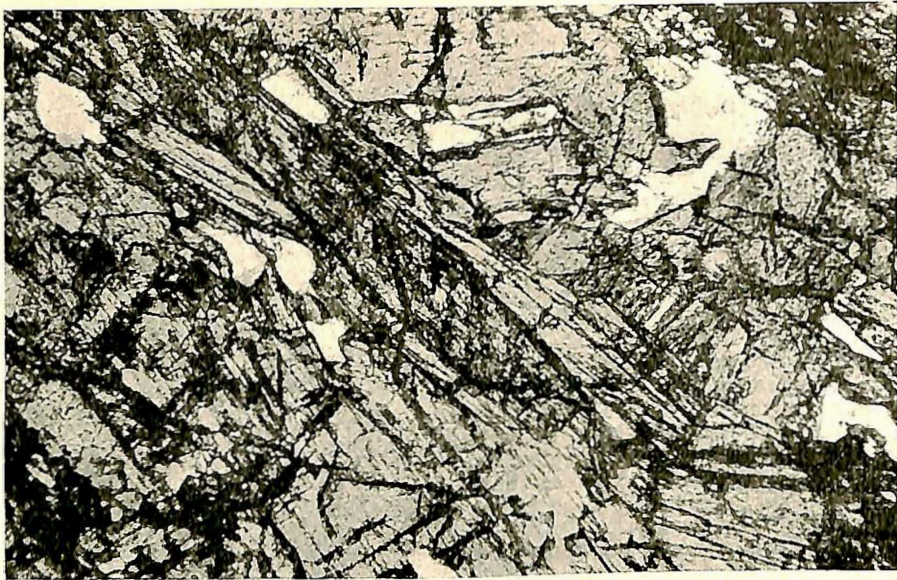


Fig. 5. Massiv amfibolit. Forst. 50 g.

Det som skiller gneisbergartene fra granittene er at de har mer eller mindre utpreget skifrihet. Ofte er denne skifrihet markert ved at glimmerflakene ligger parallelt orientert og bergarten veksler i lag som er rikere og fattigere på glimmer. En slik gneisbergart sprekker lett opp parallellt de glimmerrike lag, og disse løses igjen meget lett, slik at steinmelet ofte kan bli enno rikere på glimmer enn selve utgangsbergarten. Dette er i motsetning til de mer massive granitter, der steinmelet er av noenlunde samme sammensetning som det grovere grus. Utpreget skifrige gneiser er også uheldig å anvende, idet de gir en sterkt flisig grus som vanskelig lar seg pakke tett i en vegbane. Oftest viser flisig grus også mindre styrke enn mer^oequidimensionalt materiale. Noen gneiser er dannet ved pressing av opprinnelige eruptive granitter, andre er dannet ved meget intens regionalmetamorfose av opprinnelige sedimenter.

Glimmerskifer kaldes bergarter som vesentlig består av kvarts og glimmer, dessuten forekommer sur plagioklas. En kan ha alle overganger fra glimmerskifer til gneiser. Glimmerskiferne er av sedimentær opprinnelse, på grunn av regionalmetamorfose er de enkelte korn i det opprinnelige sediment fullstendig omkrystallisert. Svaker regionalmetamorfe skifer kaldes sericittskifer. Glimmerskiferne er oftest rike på kalium, dette finnes imidlertid ikke som kalifeldspatt, men som glimmer. Ved knusing av slike glimmerskifer får en et steinmel som er meget rikt på glimmer av sandstørrelse, dette er uheldig. Dessuten vil gruset være utpreget flisig med de mangler dette fører med seg. Skjønt glimmerskifer har vært benyttet en del til vegmateriale her i landet, bør det frarådes anvendt, da som regel bedre egnede bergarter kan skaffes fra høvelige steder.

Umetamorfe sedimentære bergarter som leirsteine og bituminøse skifer finner en på flere steder i Oslofeltet. Disse bergarter har liten styrke, men da de til dels fører opprinnelige leirmineraler har steinmel fra disse bergarter gunstige egenskaper som bindemiddel i grusdekker.

De gabbroide bergarter viser vanligvis mindre kløvbarhet enn de granittiske. Dette skyldes at de stenglige mineraler, pyroksen og hornblende ligger rettningsløst fordelt og binder hele bergarten sammen. I de hyperittiske og norittiske bergarter finner en ofte at pyroksen er relativt kortprismatisk. Disse bergarter er derfor lettere å knuse enn de massive amfibolitter og hornblende gabbroer. Hyperitt går i steinhandlerspråket under navn av sort granitt. Denne betegnelse skyldes at hyperittene har noenlunde samme struktur og kløvbarhet som granit-

tene. Mineralogisk og kjemisk er hyperitt og granitt vesens forskjellige. Kløvbarheten hos hyperittene er en meget stor fordel når det gjelder å pukke bergarten. Denne fordel får en bare ved oppofrelse av en annen, steinmelet fra en hyperitt er ikke i den grad langfibrig som fra en hornblende gabbro eller amfibolitt. Den langprismatiske hornblende gjør imidlertid at disse bergarter er meget vanskelig å pukke. En kollega sa en gang meget treffende: «At en bergart er en hornblende gabbro merker en med det samme en skal slå løs et håndstykke. For det første er det nesten umulig å få av et passende stykke, for det annet begynner man å blø på hendene.» Dette skyldes de små hornblendenåler som blir slått løs og som setter seg i huden. Amfibolittene kan være mer eller mindre skifrige. Særlig skifrige amfibolitter kaldes hornblende skifer. Fig. 5 viser en massiv amfibolitt, mens fig. 6 er en typisk hornblendeskifer. Den mineralogiske sammensetning er den samme i de to bergarter, styrken er imidlertid meget forskjellig. Som en kan se av fig. 6 ligger praktisk talt alle hornblendekrystaller med sin lengdeakse i skifrihetsplanet. Hornblendeskiferen spalter derfor lett opp parallellt dette plan. I den massive amfibolitt ligger hornblendekrystallene i alle retninger og bergarten har ingen foretrukket oppsprekkingsretning. Mens steinmelet fra de to bergarter har de samme egenskaper er det grovere grus og pukk meget forskjellig.

Vi vil nå se hvorledes de forskjellige bergarter egner seg til forskjellige formål i vegbyggingen.

Til underlagskult kan nær sagt alle bergarter som ikke er for skrøpelige anvendes. Man kommer derfor til å anvende den bergart som ligger hendigst til. Det faller i alminnelighet mest praktisk å anvende granittiske bergarter, både fordi disse er i besittelse av tilstrekkelig styrke og fordi de er billigere å sprengte ut enn de gabbroide bergarter, de er lettere å bore og krever atskillig mindre sprengstoff. En må ofte regne ca. 50 % større amunisjonsforbruk ved sprengning av gabbroer enn ved granitter. Dette skyldes at granittene er lettere kløvbare, dessuten lar det seg vanskeligere «brenne gryte» i gabbrobergartene. En annen ting som er av viktighet er at de granittiske bergarter har betydelig mindre egenvekt enn de gabbroide. I gjennomsnitt veier granittene 2,65 t pr. m³, mens gabbroene oftest har egenvekt på over 3,2. Det skal ikke stor transporten til for disse 20 % forskjell gjør seg gjeldende.

Av brolegningsstein kreves i første rekke at bergarten er sterk. Et videre krav er at den lar seg kløve

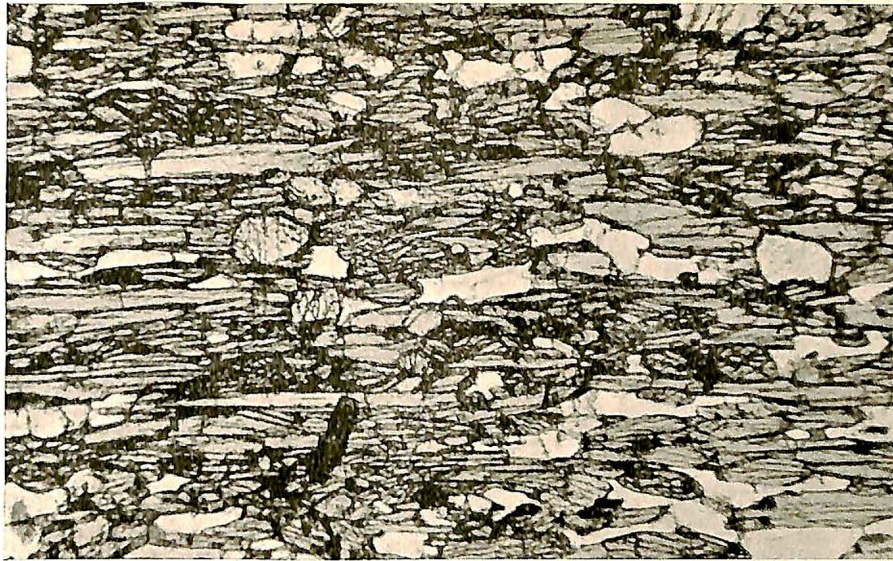


Fig. 6. Hornblendeskifer forst, 50 g. Bemerk hornblendeneålene som ligger med sin lengdeakse i skifrihetsplanet.

i tre retninger som står loddrett på hverandre. Denne kløvbarhet bør være noenlunde likt utviklet i alle tre retninger; den må imidlertid ikke være for stor, da en ellers kommer i konflikt med det første krav om bergartens styrke. Begge disse krav tilfredsstilles av den middelskornige Østfoldsgranitt. Og ved tradisjon har Østfold så å si ervervet seg monopol på leveranse av gatestein. Andre bergarter som kunde være bra egnet er Oslofeltets syenitter og granitter.

Til betongdekker må det anvendes bergarter som er minst av noenlunde samme styrke som bindemiddelet. I England blander man ofte i betongen atskillig flintgrus. Ved slitasje av cementen stikker flintgruset opp slik at det hele blir som et meget grovt sandpapir. En får således et godt «non skid surface». Om det er heldig å anvende så skarp grus som knust flint, vil jeg ikke uttale meg. Hos oss passer i alminnelighet granittgrus bra. En må ellers stille samme krav til steinmaterialet i en betongveg som ellers ved betongbygging. Således må steinen ikke føre nevneverdig kismaterialer, da disse ved luftens påvirkning lett forvitrer og danner svovelsyre som angriper sementen. Naturgruset må være mest mulig fri for humusstoffer.

Ved de bituminøse vegdekker spiller steinmaterialets petrografiske natur en betydelig større rolle enn ved betong-dekkene. De bituminøse bindstoffer er for en del av kolloid natur. De reagerer som svake syrer, dette gjelder i høyeste grad for tjære som oftest inneholder atskillig fenoler, men også asfalt har sure egenskaper. Disse sure egenskaper gir seg i praksis uttrykk i at bindstoffene hefter dårlig til sure bergarter, mens de hefter meget godt til basiske bergarter. Denne klebeevne hos de bituminøse bindstoffer er vesentlig av kolloidkjemisk natur og ikke egentlig saltaktig binding. Ved sure såkalte hydrophile bergarter løsner asfalten mer eller mindre ved tilstedeværelse av vann. De basiske, hydrofobe bergarter «fuktes» derimot lettere av asfalt enn av vann. Utsettes derfor en asfaltert basisk bergart for fuktighet vil ikke vannet kunne trenge seg inn mellom steinen og asfalten. Da altså de mest basiske mineraler kleber best til asfalt, bør en ved bituminøse vegdekker anvende bergarter som fører mest mulig basiske, og minst mulig sure mineraler. Sure mineraler er i første rekke kvarts, dernest kalifeldspatt og sure plagioklaser. Intermediære mineraler er pyroksen, hornblende og midlere plagioklaser. Basiske mineraler er kalkspatt, olivin, serpentin, talk, glimmer og basisk plagioklas.

De sure mineraler er altså nettopp de som oppbygger de granittiske bergarter, mens de gabbroide bergarter

er oppbygd av basiske og intermediære mineraler. Talk og oftest kalkspatt og glimmer har ikke tilstrekkelig styrke til at bergarter som er oppbygd av disse mineraler kan anvendes i permanente dekker. Det blir derfor olivingabbroer, serpentinsteint og amfibolitter som egner seg best til bituminøse vegdekker. Av disse bergarter har olivingabbroene oftest størst egenvekt, ca. 3,3, mens serpentinsteint har den laveste. Ren serpentin har spesifikk vekt 2,5. Serpentinsteintene pleier som regel å inneholde atskillig ertsmineraler, så egenvekten av den grunn blir større. Heller ikke bergarter som tenkes anvendt til bituminøse dekker bør inneholde kismaterialer, d. e. svovel- og magnetkis. Især magnetkis er imidlertid et vanlig mineral ved mange gabbrobergarter. Oftest dog i så små mengder at det neppe er til større skade. Da som sagt serpentinsteint og amfibolitter ofte kan være av høyst varierende styrke på grunn av fortalking og skifrihet, bør teknisk styrkeprøve foretas før disse bergarter benyttes.

Grusdekkene er de dekker hvor steinmaterialet i visse henseender spiller størst rolle. På tross av dette har man nettopp ved grusvegene vist mest likegyldighet ved valg av stein. Etter hvert som betydningen av en riktig siktekurve er blitt alminnelig anerkjent, er det blitt klart at man må anvende et steinmateriale som er så sterkt at ikke trafikken kan virke oppknusende og derved forandre siktekurven. I de stabiliserte grusdekker inngår steinmateriale av alle størrelser ned til sand og støvsand størrelse. Over den betydning disse finere fraksjoner av steinmaterialet, «filler», har i vegdekket, henvises til flere artikler av Holger *Brudal* i tidligere numre av *Meddelelsene*. I et par av disse numre er også pekt på nødvendigheten av en nøye undersøkelse av våre bergarter og at der kreves et samarbeid mellom bl. a. geologer og ingeniører. I henhold hertil framkommer nærværende artikkel.

Blant de tekniske prøver som utføres ved veglaboratoriet inngår også bestemmelse av desintegrasjonstiden for leir-sandblandinger. Bestemmelsen utføres på følgende måte: Av den leir-sandblanding som skal under søkes, formes små sylindriske prøvelegemer ved en bestemt konsistens av blandingen. Etter at prøvelegemet er tørket, nedsenkes det i destillert vann. Man bestemmer så tiden som medgår før prøvelegemet er fallt helt sammen. På denne måte fåes et inntrykk av hvor lett leirmørtlen utvaskes av en vegbane. Det har no vist seg at den samme leire blandet med basisk, hyperittisk steinmel har opp til ca. dobbelt så lang desintegrasjonstid som når den er blandet med surt, granittisk steinmel.

(Fortsettes side 90.)

(Fortsatt fra side 85.)

Dette skyldes for en stor del at de vannhinder som omgir leirpartiklene hefter meget bedre til de basiske mineral-korn enn til de sure. Den stenglige form som er så alminnelig hos de basiske mineraler har også en viss innflytelse. For å undersøke dette punkt har vi ved veglaboratoriet blandet små mengder asbestmel til leirmørtlen. Ved tilblanding av fem prosent asbest ble desintegrasjonstiden øket fra få minutter til flere timer. Prøvelegemet var imidlertid allerede etter kort tid helt oppblødt og uten nevneverdig styrke. De opp til et par mm lange asbestfibre som gjennomsatte hele prøvesylindren dannet et støttevev som hindret sandkornene i å falle fra hverandre. En tilsvarende virkning gir naturligvis også de langstrakte pyroksen- og hornblendenåler i det basiske steinmel. En annen teknisk prøve, som gir inntrykk av noenlunde det samme, er bestemmelse av vannbindingsevnen hos det finmalte steinmel. En undersøker hvor mange slag av en bestemt liten fallhammer et prøvelegeme framstillet av finmalt, fuktet bergartsmel tåler før det faller fra hverandre. Ved denne prøve viser kvartsmel minst styrke. Dette skyldes delvis at kvartsmel, på grunn av kvartsens mangel på spaltbarhet er jevnkornig og rundet, for en del har det også kolloidkjemiske årsaker. Det viser seg også at olivinmel har betydelig mindre vannbindingsevne enn serpentinnmel. Likeledes har hornblendemel større vannbindingsevne enn pyroksenmel. Om saussurittisert plagioklas er blitt sammenliknet med frisk, uomvandlet plagioklas vet jeg ikke, men det skulde være grunn til å vente at den saussurittiserte plagioklas vilde oppvise større vannbindingsevne enn den friske. Det kunde ligge nær å stille opp den regel at jo mer omvandlet en bergart er desto større er vannbindingsevnen. Dette er i mange tilfelle utvilsomt riktig. Grunnen er å søke i det at de mineraler som dannes i en omvandlet bergart oftest er utpreget stenglige eller bladformige. Da det ved vidtgående omvandling dannes mineraler av liten styrke, glimmer, kloritt og talk, vil de mest omvandlede bergarter ikke kunne benyttes i vegbyggingen. En bør derfor søke bergarter av midlere omvandling. Således er det gunstig at olivinen er serpentinnisert, plagioklasen saussurittisert og pyroksen omdannet til hornblende. Videre omdannelse er derimot av det onde. Da de best skikkete bergarter ofte ikke vil være å finne tilstrekkelig nær arbeidsstedet til å tillate transport, vil økonomiske grunner tilsi at det anvendes pukkestein og grus fra nærliggende bergarter. I slike tilfelle er det å anbefale at man for det nødvendige steinmel påkoster transporten fra et pukkeverk som kan levere det gunstigste mel. I en vegbane finnes forhold som ikke lett kan ettergjøres i laboratoriet, det er således vanskelig å bestemme hvilken innflytelse vekslende tørke og fuktighet har på omkrystallisering og utlutning av steinmel i en vegbane. Da imidlertid alle mineraler til en viss grad oppløses eller hydrolyseres av vann er det opplagt at omkrystallisasjonsprosesser må finne sted i vegbanen. Blant de lettest oppløselige og hydrolyserbare mineraler finner en kalkspatt glimmer og kismineralene. Da glimmer av sandstørrelse har typisk uheldige egenskaper i grusdekkene på grunn av sin elastisitet, vil man søke å anvende glimmerfrie eller glimmerfattige bergarter ved framstilling av steinmel. Vi trenger derfor bare å se nærmere på kalkspatt og kismineralenes forhold til vann. Kalkspatt er som sagt relativt lett oppløselig, især i kullsyreholdig vann. Ved fordampning av vannet krystalliserer igjen kalkspatt ut av oppløsningen. På denne måte vil en ved vekslende fuktig og tørt vær meget fort få omkrystallisert de fineste fraksjoner av kalksteinen i en vegbane. Den kalkspatt som dannes ved denne omkrystallisasjon vil ha evnen til å klatte de andre sandkorn sammen. Kalksteinsmel skulde derfor ansees som gunstig i et grusdekke. Det er imidlertid også et annet punkt som må tas i betraktning: På grunn av den store oppløselighet av kalkspatt vil vannet i vegdekket alltid inneholde meget kalciumjoner. Disse kalciumjoner vil gradvis fortrenge de kalijoner som finnes adsorbent til overflaten av hydroglimmeret i leiren. På denne måte vil en kalkleire omdannes i en kalkleire. Da kalkleirene er gunstigere i vegbyggingen

enn kalkleirene, kan en si at kalksteinsmel har uheldige virkninger i vegbanen. Denne virkning av kalkmelet vil imidlertid være meget mindre enn den man får ved klor-kalciumbehandling av veggen, og det er sannsynlig at selv om det opprinnelig er blitt anvendt rene kalkleirer vil disse etter noen års kalciumklorid behandling være fullstendig omdannet til kalkleirer. Som nevnt i en tidligere artikkel (nr. 3 av «Meddelelserne» for 1942), har hydroglimmer evnen til adsorbent å binde ca. 40 milliekvivalenter fremmede joner pr. 100 g. Regner en at en leires innhold av leir mindre enn 5 my består av 50 % hydroglimmer, kan en regne at det ved 100 g leir kan finnes adsorbent ca. 0,8 g kalium eller ca. 0,5 g natrium eller 0,4 g kalcium. Da utbyttingen av adsorbente joner er en likevektsreaksjon, kan en regne at dersom de forskjellige joner ble like lett adsorbent (dette er ikke tilfelle, idet kalijoner lettere adsorberes enn kalcium og natrium) vil 4 g kalciumjoner utdrive 90 % av de på forhånd adsorbente joner. 4 g kalcium tilsvarer ca. 11 g vannfri $CaCl_2$ pr. 100 g leir. Da 1 m³ riktig sammensatt grus-leirblanding inneholder ca. 80 kg leir, kan en regne at etter at det er utspredd 45 g vannfri kalciumklorid pr. m² veg med 5 cm stabilisert grusdekke vil 90 % av de adsorbente joner være erstattet med kalcium.

Når kismineraler utsettes for fuktighet under tilstedeværelse av luft, forvitrer de meget lett. Især gjelder dette magnetkis FeS , mens svovelkis FeS_2 er litt mer bestandig. Ved denne forvitring dannes jernsulfat (vitriol) og svovelsyre. Jernsulfat utskiller igjen sitt jern som rust. På denne måte bakes kisleirende grus sammen til en hard masse. Den dannede svovelsyre vil reagere med tilstedeværende basiske mineraler, i første rekke kalkspatt og danne gips som ytterligere bidrar til å binde dekket sammen. Man har imidlertid også her det forhold at de frie syrer vil omdanne leiren til vannstoffleire med dennes uheldige egenskaper. Dersom man imidlertid på et sted ikke har tilgang på god leire, men derimot adgang til å skaffe seg kisholdig steinmel, må dette ansees som et gunstig bindemiddel. I alminnelighet vil det ikke bli snakk om svovelkis, men om magnetkis. En mengde av våre gabroide bergarter fører ganske store mengder magnetkis, uten at denne har noen økonomisk betydning. En ting som gjør kisleirende bergarter vanskelige å anvende er kismineralenes store egenvekt. Transport av disse bergarter blir derfor så kostbar at man oftest vil søke anvendt bergarter med minst mulig kisinhold.

Av denne oversikt vil en se at de mørke bergarter er de som er de best egnede for de fleste vegarbeider. I betongdekkene er de minst like gode som de granittiske, mens de ved bituminøse dekker og grusdekker absolutt er å foretrekke. Tekniske laboratorieprøver, som bestemmelse av flisighet og sprøhet, vil alltid være av viktighet, og gi gode opplysninger om hvorvidt en bergart er skikket til vegbygging. Oftest kan en finne meget ut om bergarten ved nøyaktig betraktning med det blotte øye eller med luppe. En bergarts-mikroskopisk undersøkelse av et tynnslippepreparat gir ytterligere opplysninger. Når disse undersøkelser sammenholdes med de tekniske prøver, vil man kunne utta den best egnede bergart til et hvert formål. Da man ofte uten større omkostninger kan legge et pukkeverk på en god bergart istedenfor på en mindre god, vil en undersøkelse av de bergarter som kan komme på tale i distriktet være av viktighet. Innen de deler av landet som er geologisk kartlagt av Norges Geologiske Undersøkelse, vil man oftest av det geologiske kart eller kartbladbeskrivelsen kunne finne bergarter som er egnede til våre formål. Dessverre er bare en altfor liten del av landet systematisk undersøkt, på de fleste steder blir det lokalkjente folk som må finne de egnede bergarter. Av de geologiske oversiktskart, kan man i noen tilfelle finne gode bergarter, men da det ofte innen områder som på oversiktskartene er betegnet for eksempel med gneis, finnes store partier basiske bergarter, vil som regel litt leting i distriktet gi betydelig bedre resultat enn et studium av et geologisk oversiktskart. Med hensyn på de deler av landet som er systematisk undersøkt vil veglaboratoriet

gi anvisning på bergarter som burde kunne egne seg til vegmateriale.

De forskjellige bergarter finnes i meget forskjellig mengde her i landet. Hyppigst finnes granittiske bergarter, inklusive gneiser og glimmerskifre. De basiske bergarter finnes oftest som små partier i de sure bergartene. Da det ikke trenges stor knatten før det kan være lønnsomt å anlegge et pukkverk, vil man oftest kunne finne en egnet bergart ikke altfor langt fra arbeidsstedet. Innen det store sparagmittområde i Hedmark finnes meget sjelden virkelig gode bergarter på steder som lar seg utnytte. I Nordland og Troms finner en riktignok mange steder gabbroide bergarter og serpentinsteiner, men på grunn av at landet er så uvegsomt blir det bare få av disse forekomster som kan utnyttes, og det vil derfor ofte bli nødvendig med lang transport dersom de beste bergarter skal benyttes. I de øvrige deler av landet vil en som regel kunne skaffe gode bergarter på flere steder med god adkomst innen hvert fylke.

Som en kortfattet lærebok i geologi anbefales *Hottedahl* og *Glømmes* «Geologi og jordbundsleære». Ellers finnes i «Samlung Göschen» en god liten lærebok i petrografi.

De deler av landet som er geologisk kartlagt av N. G. U. omfatter følgende kartblad.

Rektangel og gradteigskartene: Åmot*, Aursund, Bergen*, Dunderlandsdalen, Eiker, Eidsvold*, Eidsberg, Flesberg, Foldal, Gausdal, Gjøvik, Gran, Gol, Hamar, Haus, Helemobotn, Hønefoss, Kongsberg, Kristiania, Levanger, Lillehammer, Linajavre, Melhus, Meraker, Moss, Nordre Etnedal, Nordre Femund, Nannestad*, Renebu, Rindal*, Sarpsborg, Selbu, Skjørn, Stenkjær*, Stjørdalen*, Søndre Femund, Søndre Frøn, Terningen, Trondhjem*, Tysfjord, Tønsberg med Larvik, Voss.

Videre finnes generalkartene Hattfjelldal, Rana, Alta, Træna og Vega; oversiktskart over Oslofeltet, oversiktskart over det sørlige Norge og oversiktskart over det nordlige Norge.

De kartet som er betegnet med en stjerne opp til høyre * er utsolgt, i alminnelighet kan man få handtegnete kopier ved å betale ekstra til tegneren. Kartene kan fåes i N. G. U. og Geografisk Opmåling. Beskrivelse til de forskjellige kartblad fåes i N. G. U. eller hos H. Aschehoug & Co., Oslo. I kartbladsbeskrivelsene vil man finne som oftest detaljert beskrevet de forskjellige bergarter innen det kartlagte område. Ofte finnes også nevnt bergarter som har så liten utstrekning at de ikke er avstakt på kartet. I N. G. U.s ca. 160 publikasjoner finnes dessuten omhandlet de geologiske forhold innen flere områder hvor ikke det geologiske detaljkart er utkommet. Videre finnes i Norsk Geologisk Tidsskrift behandlet geologien på ytterligere flere steder.

DET HÅNDVERKSMESSIGE ARBEID I VEGVESENET

OPPSYNSMENNENE — AVDELINGSINGENIØRENE

Av vegdirektor A. Baalsrud.

Når jeg av og til ser litt nøye på det den håndverksmessige side ved det murverk som den nålevende generasjon presterer, så har jeg ofte en følelse av at her er skjedd et tilbakeskritt. Jeg ser det i landkar for småbruer og i stikkrenner; soliditeten er gått noe ned og utseendet også. Det er kanskje bare en forbigående periode preget av den rastløshet som er kommet over oss for å få våre manglende veger fort ferdige. Muligens er det den i seg selv så gode men ofte misbrukte sement, som har virket noe sløvende.

Men det er nok også andre grunner, og jeg kom til å tenke nærmere over dette da jeg i vår fikk anledning til å hilse på min gamle medarbeider i Lister og Mandals amt, det nuværende Vest-Agder fylke, den no 90-årige oppsynsmann Syver *Hunsbedt*. Han fälte ikke å se en stein som var lagt usolid i muren. Den måtte tas igjen. Og kom en slegge dårlig opprettet fra smien, da gikk den fort tilbake med fornøden påskrift. Personlig var



Oppsynsmann Hunsbedt og hustru, begge ca. 90 år gamle i år. Hunsbedt var opprinnelig anleggs-smed og ble siden oppsynsmann ved veg- og bruanelegg i Lister og Mandals amt, senere Vest-Agder fylke. Han var valgt som varamann til Stortinget og sterkt ansett i sitt distrikt og av sine medarbeidere.

han den beste smed på amtets anlegg. Som oppsynsmann var han streng og rolig på samme tid.

Hvor er oppsynsmennene i dag og hvor er avdelingsingeniørene? I den arbeidsfordelingens tid som vi no lever i er det vel disse to kategorier som nærmest har ledelsen av disse håndverksmessige ting. Og svaret er først og fremst at de no skriver og reiser og får liten tid til overs til sitt virkelige arbeid. For en del år siden så banedirektor Fasting ved en leilighet at nutidens oppsynsmenn rekke ikke annet enn å gå rundt med papir i den ene hånd og blyant i den andre. Det gjelder enn mer i dag, bare at de no gjerne kjører. Jeg trodde dengang at han overdrev, men vet no at han hadde atskillig rett.

Og skylden er vistnok ikke oppsynsmennenes og heller ikke avdelingsingeniørenes, men den overlesselse av kontormessig arbeid — sosialt arbeid kan det vel vesentlig kalles, «barnepikearbeid» kalles det undertiden også — som er lagt på dem. Det er «tiden» som har gjort det.

Dette bør endres, for det å gjøre godt håndverksmessig arbeid er dog en fundamental viktig ting. Vi bør se å finne en utveg i en heldig retning.

CIVILINGENIØR A. S. W. ODELBERG



En meget framstående vegmann i Sverige, sivilingeniør og direktør A. S. W. Odelberg fylte i april d. å. 70 år. Han har i mange år vært en foregangsmann på vegvesenets

område. Utdannet som kjemiingeniør og som formann i Värmdö vegdistrikt i Stockholms län har han bl. a. vært sterkt interessert i bruken av tjærestoffer til stabilisering av vegdekket. Han har sammen med andre uteksperimentert en særlig metode for dette formål som har fått navn av „Värmdömetoden” og som er nærmere omhandlet i „Meddelelser fra Vegdirektøren” side 164 og 168 1933.

Odelberg er vegentusiast og ved siden av sitt positive virke som formann i Värmdödistriktets vegvesen har han virket sterkt ved sitt arbeide for vegsakens fremme i hele sitt eget land og øvd elskverdig og heldig innflytelse også i vest.

A. Baalsrud.

MINDRE MEDDELELSER

TELELØSNING I SNØOVERBYGG

Fra en fjellovergang med snøoverbygg rapporteres følgende:

«Teleløsningen i år gikk meget lett, vegen tørket snart så trafikkhindringene var små. I nordfylket var all teleløsning forbi ca. 10.—15. mai, også over fjellovergangene.

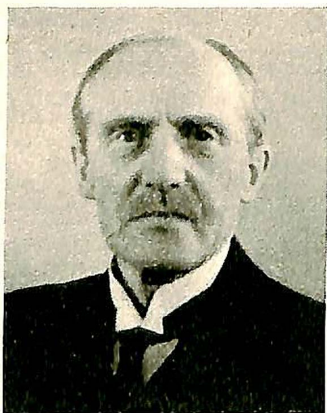
I snøtunnellene ver vegbanen isdekket lenge etter at vegene var tørre ellers, teleløsningen begynte i juni og varet til St. Hans.

At teleløsningen ble forsinket i snøoverbyggene skyldes flere årsaker. Solen virket ikke inne i tunnelene, der var vindstille og delvis lå snøen på taket på overbygningene og langt opp langs sidene. Under snøsmeltingen randt vannet fra sidene ned i vegbanen og bløtte denne opp. Snøen på sidene av tunnelen lå etter at fjellet var bært for øvrig.

Teleløsningen i tunnelene opptrådte for øvrig på vanlig måte, men virket likevel verre, da all kjøring måtte foregå i samme spor hele tiden, i hvert fall hva normalsporete vogner angikk. Smalsporete vogner hadde derimot høve til å kjøre på kanten og utenom de verste spor.»

Som rådgjerder for å minske disse televanskeligheter nevnes i rapporten effektiv drenering og å ha størst mulig antall luker i overbygningen for om våren å slippe inn lys og gjennomtrekk.

AVDELINGSINGENIØR BLOM TAR AVSKJED



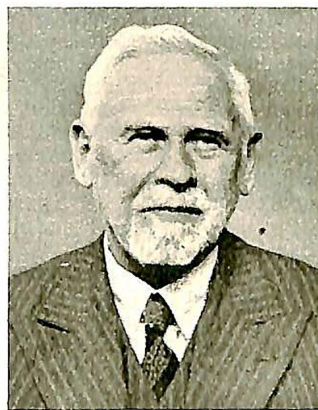
Den 28. juli 1943 nådde avdelingsingeniør Haakon Blom den for vegingeniører i distriktene fastsatte aldersgrense og skulde da etter gjeldende bestemmelser ha fratrudd sin stilling. Han er imidlertid anmodet om å fortsette til årets utgang.

Avdelingsingeniør Blom er utdannet ved Trondhjems tekniske læreanstalt og den tekniske høyskole i München. Han kom inn i vegvesenet i 1898 og hadde forskjellige midlertidige stillinger i Østfold, Nord-Trøndelag, Nordland og Vestfold fylker inntil han i 1904 ble fast ansatt som assistentingeniør i Nordland fylke. I 1914 ble han avdelingsingeniør av klasse B sammesteds og ble i 1917 i samme egenskap forflyttet til Oppland fylke, hvor han i 1919 ble avdelingsingeniør av klasse A.

Siden 1922 har han vært avdelingsingeniør i Vestfold fylke.

Under sin lange tjenestetid i vegvesenet har hr. Blom omfattet sitt arbeide med den største interesse og han har brukt all sin kraft for å fremme vegbyggingen og vegvedlikeholdet i de distrikter hvor han har arbeidet. Hans personlige egenskaper har alltid gjort samarbeidet med ham lett og behagelig.

OVERINGENIØR VOSS TAR AVSKJED



Overingeniør Jacob Voss passerte den 7. mai d. å. den fastsatte aldersgrense og er av Arbeidsdepartementet innvilget avskjed fra vegvesenets tjeneste. Han vil dog etter anmodning fortsette enno noen tid inntil hans etterfølger kan tiltre.

Etter å ha tatt eksamen ved Kristiania tekniske skole i 1896 og studert ved den tekniske høyskole i Dresden 1898—99 ble han sistnevnte år ansatt i vegvesenet i Sogn og Fjordane fylke. I 1901 gikk han som assistentingeniør over til Hordaland fylke, ble avdelingsingeniør 1912 i Møre og Romsdal fylke og i 1926 i Akershus fylke, hvor han siden 1941 har vært overingeniør av klasse B. I 1913 foretok han en stipendiæreise til utlandet for å studere vegvedlikehold.

Ved overing. Voss' avskjed forlater en meget erfaren og dyktig ingeniør vegvesenets tjeneste. Med sin store arbeids- evne og solide kunnskaper har han gjennomført de arbeids- oppgaver som har påhvilt ham på best mulig måte til fordel både for vedkommende distrikt og for vegvesenet i alminnelighet.

PERSONALIA

Harald M. Nissen, Harald Langmo, Harald E. Nilsen og Sverre Johnsrud er ansatt som oppsynsmenn ved Vegvesenet i Troms fylke.

Følgende har fratrudd sin stilling i vegvesenet:

Overingeniør Knut Waarum, vegdirektoratet. Teknisk assistent Inge Stavang, Hedmark fylke. Kontorist Andreas Levang, Oppland fylke. Assistent Sverre Kristiansen, vegdirektoratet.

UTGITT AV TEKNISK UKEBLAD, OSLO

Abonnementspris: kr. 10,00 pr. år. — Annonsepris: 1/1 side kr. 100,—, 1/2 side kr. 50,—, 1/4 side kr. 25,—.

Ekspedisjon: Ingeniørenes Hus. Telefoner: 20093, 23465.