

Steinmaterialers brukbarhet til vegbygging

Prøvning og bedømmelse

Geolog Arne Grønhaug

Veglaboratoriets geotekniske seksjon

DK 691.2:625.7/.8

Delvis omarbeidet foredrag holdt på vedlikeholdskurset for vegingeniører høsten 1963. Artikkelen vil prøve å gi en oversikt over de egenskaper ved steinmaterialene som er, eller bør være gjenstand for prøvning og undersøkelser. Forfatteren går grundigere inn på enkelte egenskaper og beskriver i denne forbindelse noen av de prøvemetoder som er i bruk for å gi en kvantitativ bestemmelse av disse egenskapene. De viktigste krav som er stilt opp på grunnlag av forsøkene omtales.

1. Innledning.

Bergarter og løsavleiringer danner de viktigste råstoffene for fremstilling av vegbyggingsmaterialer. Disse råstoffene er sammensatt av mange forskjellige bergartstyper og jordarter med høyst varierende utseende, egenskaper og opprinnelse. Til tross for dette er de stort sett sammensatt av et lite antall mineraler, som alle i kjemisk henseende kan klassifiseres som salter til kiselsyre, nemlig silikatene. En finner de fleste typer silikater som kan tenkes, fra kiselsyreanhydrid (SiO_2 -kvarts) til det kiselsyrefattige ortosilikatet olivin. Silikatene er kjemisk sett meget stabile forbindelser som ikke lett deltar i kjemiske reaksjoner med andre stoffer. De er alle hydrofile dvs. vannabsorberende, om enn i betydelig varierende grad. Mest hydrofile er de kiselsyrerike silikatene og særlig da kvarts. Silikatene er dårlige ledere for varme og elektrisitet, slik at de i stor grad finner anvendelse som isolasjonsmaterialer.

Ved pukking og utsikting blir disse råstoffene foredlet til pukk, singel, sand og filler, som jeg her vil sammenfatte under begrepet steinmaterialer. Disse steinmaterialene anvendes så til oppbygging av de forskjellige lag som en vegkonstruksjon består av.

Det sier seg selv at det må være høyst forskjellige krav som stilles til steinmaterialene, dessuten må kravene variere alt etter hvor i vegkonstruksjonen de skal anvendes.

Det er få generelle krav som stilles til steinmaterialene til de ulike formål. To slike krav er imidlertid kravene til mineralogisk sammensetning, og kravene til kornfordelingen av et steinmateriale

til et bestemt formål. De andre kravene må være tilpasset kornstørrelsen av steinmaterialet, samt det formål det skal brukes til.

De egenskaper til steinmaterialene som det for tiden stilles krav til i de land som er kommet lengst på området, faller i tre hovedgrupper:

- A. De mekaniske egenskaper.
- B. De mineralogiske egenskaper.
- C. Steinmaterialenes renhet med hensyn til maksimalt tillatte mengder over- og understørrelser.

Det er de to første egenskapene som her skal behandles.

2. Steinmaterialenes mekaniske egenskaper.

En veg bygges for å tilfredsstille et bestemt behov for samferdsel og transport i et gitt tidsrom. Ut fra dette behovet skal så vegens klasse bestemmes slik at investering og prognose over utgifter til vedlikehold i tidsrommet kan beregnes. Det er da rimelig å forlange av den ferdige veg at kjøresikkerhet og utgifter til vedlikehold står i forhold til den investering som er foretatt.

For eksempel utgjør steinmaterialet ca $\frac{1}{3}$ av utgiftene til det ferdige asfaltdekke. Hvis en, ved å øke prisen på steinmaterialet med 100 %, kan oppnå å få et asfaltdekke som ligger dobbelt så lang tid, vil en i denne tid ha spart inn en sum som svarer til $\frac{1}{3}$ av hva det koster å legge to asfaltdekker. Disse faktorene bestemmes for en stor del av de mekaniske egenskapene til steinmaterialene som blir anvendt. Til de mekaniske egenskaper vil jeg her regne:

1. Motstandsdyktighet mot de påkjenninger som steinmaterialet utsettes for (slitestykke).
2. Steinmaterialets kornform.
3. Steinmaterialets evne til å ligge i ro i veglegemet under trafikk (stabiliteten).
4. Steinmaterialets motstandsdyktighet mot frost.
5. Steinmaterialets motstandsdyktighet mot varme.

6. Steinmaterialets evne til å bevare ruheten under slitasje (polering).
7. Steinmaterialets lyshet.

De fem førstnevnte egenskapene vil ha avgjørende betydning for vegens holdbarhet og dermed også for vedlikeholdsutgiftene. Kjøresikkerheten på vegen vil være avhengig av alle faktorer, men i særlig grad av faktorene 6 og 7.

2.1 Steinmaterialenes slitestyrke.

Den egenskap ved steinmaterialene som først tiltrakk seg oppmerksomheten, var steinmaterialenes slitestyrke. Årsaken til dette er den veldige variasjon steinmaterialene viser med hensyn til denne egenskap og den avgjørende betydning denne egenskapen har for vegdekkens levetid. Egenskapen har ikke bare betydning for vegdekkene. Etter som trafikken øker, vil slitestyrken av steinmaterialene spille en rolle stadig lengre ned i bærelaget. Til bestemmelse av slitestyrken er det derfor i tidens løp utviklet en rekke forskjellige metoder.

Den prøven som en er blitt stående ved her i landet, er utviklet i Sverige etter forbilde fra prøvemethoder i England og Tyskland [1]. Prøven går ut på å plasere et bestemt volum (ca. 500 gram) 8—11, eller 11—16 mm steinmateriale i en stålmorter som oventil lukkes med et stempel. Et 14 kg lodd slippes så 20 ganger fra en høyde på 25 cm ned på stempelet. Den prosentmengde som nå passerer det undre sikt i fraksjonen, kalles for sprøhetstallet. Metoden har flere systematiske feilkilder som den må korrigeres for.

1. Fallprøveresultatet vil være avhengig av den type knusing som steinmaterialet er blitt utsatt for, idet det under knusingen dannes sprekker i kornene i varierende grad.
2. Sprøhetstallet er en funksjon av steinmaterialets kornform (flisighet, stenglighet). For et og samme homogene steinmateriale vil en flisig prøve lovmessig gi et høyere sprøhetstall enn en mindre flisig.
3. Videre vil materialets rundingsgrad (sfærisitet) influere sterkt på fallprøveresultatet idet et rundet korn viser betydelig større styrke og elastisitet enn et kantet korn.
4. Ved prøving av de ulike fraksjoner, vil en som regel finne at sprøhetstallet øker med kornstørrelsen av et og samme homogene steinmateriale.
5. Under nedknusningen i fallapparatet, vil det finne sted en sammenpakning av steinmaterialet. Dette kan skyldes at enkelte korn blir innleiret i finstoff som beskytter mot videre nedknusning. Det kan også skyldes at steinmaterialet inneholder bløte mineraler som bevirker at

de enkelte korn forkiler seg og således beskyttes mot nedknusningen.

6. Dernest har en ingen kontroll på at kornene er jevnt fordelt i den fraksjonen som prøves. Deresom de fleste korn ligger like over undre sikt, vil sprøhetstallet bli betydelig høyere enn om kornene ligger like under øvre sikt i fraksjonen.
7. Til sist har det vist seg at selve oppstillingen av fallapparatet influerer på fallprøveresultatet, idet et mindre fast oppstilt fallapparat vil gi for små sprøhetstall.

Det er ikke tvil om at fallprøvemethoden kan utvikles til å bli en god og pålitelig prøvemethod for steinmaterialer ved å ta hensyn til disse forskjellige feilkildene. Det ovenfor anførte skulle gjøre det klart at skal man få sammenlignbare resultater ved fallprøvemethoden, må steinmaterialet knuses på samme type knuser. Det går videre frem at det ikke har noen mening å oppgi et sprøhetstall uten samtidig å oppgi det tilsvarende flisighetstallet. Grusprøver som skal undersøkes, må med best mulig tilnærming inneholde den mengde med knust steinmateriale som vil bli aktuell i praksis.

Pakningens innflytelse på prøveresultatene er vanskelig å beregne. Det er foreslått flere metoder for å bedømme denne, og det er også foreslått nye prøvemethoder hvor en helt skal unngå pakning. Ved Veglaboratoriet har en tatt hensyn til graden av pakning ved bedømmelse av fallprøveresultatene. Ved hver fallprøving blir det notert ned graden av pakning etter følgende karakteristikker:

Pakningsgrad 0: Steinmaterialet faller lett ut av morteren etter knusningen. Pakningsgrad 1: Steinmaterialet har pakket seg litt under knusningen, og ikke alt faller ut når en snur morteren opp ned, men en kan lett lirke løs resten med fingrene. Pakningsgrad 2: Steinmaterialet har pakket seg noe under knusningen, og lite av steinmaterialet er løst og faller ut av morteren når en snur denne opp ned. Det som er igjen sitter fast og en må gjerne bruke en jernstang eller lignende for å få det løst fra morteren. Pakningsgrad 3: Steinmaterialet har pakket seg fullstendig under knusningen, og det er helt som en fast klump i morteren. En må bryte og brette det løs med en spiss metallgjenstand.

Da pakningsgraden delvis er forårsaket av finstoffdanning, er det uten videre klart at det må være en sammenheng mellom sprøhetstallet og graden av pakning i mange tilfeller. En slik sammenheng er da også påvist av *Rengmark*, han har fremstilt sprøhetstallet som en funksjon av det i morteren gjenværende materiale etter at denne er snudd opp ned. Det går av sammenstillingen frem at jo høyere sprøhetstall, jo høyere blir pakningen. Metoden har imidlertid den svakhet at en ikke kan

gradere etter hvor fast materialet er pakket og kurven flater derfor ut etter 100 % pakket materiale. Dette forsøk bekrefter hva en er kommet frem til også ved Veglaboratoriet, nemlig at det først og fremst er de svake materialer med sprøhetstall over 50 som viser noen pakning av betydning.

Shergold har foreslått en ny prøvemethode for svake steinmaterialer som pakker seg under prøvningen [2]. Det er den såkalte «10 % Fines Test». Hvis vi overfører den til fallprøvemethoden, vil det si det samme som å stille spørsmålet: Hvor mange slag skal til for å danne 10 % finstoff?

Avvikende fallprøveresultater på grunn av skjev kornfordeling i den fraksjon som prøves, må søkes unngått ved å sikte steinmaterialet på et mellomstøtt midt i fraksjonen, og så sørge for at 50 % av materialet til fallprøven blir liggende på dette. Ved de tilsvarende utenlandske prøvemethoder unngår en denne feil, idet en bare måler den mengde steinmateriale som er knust ned til en størrelse betydelig mindre enn prøvens opprinnelige kørnstørrelse.

Feilkilder og misforståelser som kan oppstå på grunn av ulike måter å stille opp fallapparatet på, eller på grunn av at ulike fraksjoner er blitt brukt ved prøvningen, kan unngås ved å utarbeide standardiserte forskrifter for hvordan fundamentet til fallapparatet skal være og hvilke fraksjoner som skal prøves.

Fallprøvemethoden kopierer ikke helt den slitasje steinmaterialet blir utsatt for i en veg eller i et vegdekke. Fallprøvemethoden er en blanding av en slagstyrkeprøve og en slitasjepøve. Det er neppe hittil funnet en prøvemethode som gir helt eksakte opplysninger om den slitestyrke materialet vil ha i vegdekker eller bærelag. Av denne grunn har det derfor i mange laboratorier vært i bruk flere forskjellige prøvemethoder som skal supplere hverandre for å gi best mulige opplysninger om dette.

I England og Tyskland bruker en flere forskjellige prøver. Til dels har en foretatt prøvningene på spesielt forarbeidede prøvelegemer av steinmateriale, men dette har en stort sett nå gått bort fra. Undersøkelsene utføres nå stort sett på prøver av pukk og singel fra den løpende produksjon i takene. I flere europeiske land utfører en følgende prøver og undersøkelser av steinmaterialene:

1. Trykkstyrkemålinger. (Aggregate crushing tests).
2. Slagstyrkemålinger. (Aggregate impact tests).
3. Slipestyrkemålinger. (Abrasion tests).
4. Slitestyrkemålinger. (Attrition tests).

En har funnet det nødvendig å utføre minst 2 eller flere prøver av disse typene, for selv om det som oftest er god korrelasjon mellom prøvemethodene, kan det være til dels store avvikelser mellom

prøveresultatene. En har derfor kommet til at en på grunnlag av en eller to prøver ikke kan forutsi resultatet av en tredje med sikkerhet. Særlig kan det i enkelte tilfelle være dårlig korrelasjon mellom slitestyrkemålingene og resultatene av de andre metodene. Det samme kan være tilfelle med målinger av steinmaterialenes trykkstyrke og slagstyrke [3].

Det er imidlertid mye som tyder på at en på grunnlag av den mineralogiske undersøkelse kan forutsi de fleste slike avvikelser. En er derfor her i landet kommet til at en kan få tilstrekkelig gode opplysninger om slitestyrken til et produkt ved å sammenligne fallprøveresultatet med den mineralogiske undersøkelse av steinmaterialet. Derved unngår en å utføre altfor mange og tidkrevende prøver med steinmateriale.

Den amerikanske Los Angeles-methode ligner fallprøvemethoden i prinsipp, idet også denne er en slagstyrkeprøving. Men i motsetning til fallprøven er den samtidig også en slitestyrke- og slipestyrkeprøving. Det utsiktede steinmateriale som skal prøves, blir etter denne metode anbrakt i en trommel som roterer om en horisontal akse. Trommelen er forsynt med et septer og med 11 løse stålkuler. Etter et bestemt antall omdreininger med en bestemt hastighet, blir materialet tatt ut og siktet. Den mengde finstoff som er dannet ($< 1,68$ mm), er da et mål for nedslitningen av materialet. Denne metode er i utstrakt bruk i Amerika, og den har vært brukt en del også på Veglaboratoriet. Los Angeles-prøven er kjent for å gi pålitelige resultater med liten spredning.

Los Angeles-methoden viser god overensstemmelse med den engelske trykkstyrkeprøven [3]. Også med fallprøven viser den god overensstemmelse, selv om det ikke er lineær korrelasjon mellom dem. Los Angeles-methoden skiller best de svake steinmaterialene, mens fallprøven skiller best de gode steinmaterialene. Men fallprøven er meget mer følsom for steinmaterialets kornform enn Los Angeles-prøven [4].

Det er i det siste blitt hevdet at Los Angeles-methoden er en mer pålitelig målemethode enn fallprøvemethoden idet Los Angeles-verdiene viser mye mindre spredning enn fallprøveresultatene. Nå bruker Los Angeles-methoden til en prøvning 5 kg steinmateriale mens fallprøvemethoden bruker 0,5 kg. Det er da klart at fallprøvemethoden vil være mye mer følsom for variasjoner i steinmaterialet. Skal en få sammenlignbare verdier, måtte en sammenligne en Los Angeles-verdi med gjennomsnittet av 10 sprøhetstall. Dessuten måtte en holde steinmaterialets flisighet konstant. Det er da et spørsmål om fallprøvemethoden vil vise seg noe mindre

pålitelig enn Los Angeles-metoden. Dessuten har fallprøvemethoden sin store fordel i at den er mye enklere og raskere å utføre.

Den engelske slagstyrkeprøve blir utført på steinmateriale i fraksjonen $\frac{3}{8}$ "— $\frac{1}{2}$ " (9,52—12,7 mm). Steinmaterialet blir anbrakt i en tilsvarende prøvemorter som ved fallprøven og et ca 14 kg tungt lodd faller fra en høyde på 15" (38,1 cm) 15 ganger ned på prøven. Nedknusningen blir angitt i prosent materiale som passerer 2,83 mm-siktet (siktesats nr 7). Måleverdiene varierer fra 5 til 35.

Den tyske fallprøvemethoden benytter seg av et lodd på 50 kg som faller 20 ganger fra en høyde på 50 cm. Den fraksjon som prøves etter metoden er 30—60 mm og finstoffet som dannes etter prøven mindre enn 10 mm er et mål for nedknusningen. Til utsiktingen bruker en rundhullsikter og måleverdiene varierer fra 5 til 25. En har en rekke andre metoder som arbeider etter disse prinsippene, men det vil føre for langt å komme inn på alle disse.

2.2 Steinmaterialenes kornform.

Begrepet kornform kan tolkes på to forskjellige måter. For det første kan man med uttrykket mene kornets dimensjoner i tre retninger vinkelrett på hverandre, det vil si tykkelse, bredde og lengde. For det annet kan man med uttrykket mene kornets gjennomsnittlige rundhetsgrad, kantavrunding. Vanligvis har uttrykket vært brukt i den førstnevnte betydningen, men etter hvert er det blitt et behov for også å få en betegnelse som dekker betydning nr 2. En vil derfor her bruke betegnelsene flisighet og stenglighet om kornenes romlige dimensjoner, mens en vil bruke ordet overflatestruktur for kornoverflatenes form.

Flisighet defineres som forholdet mellom kornenes gjennomsnittlige bredde og kornenes gjennomsnittlige tykkelse. Stenglighet defineres som kornenes gjennomsnittlige lengde dividert med kornenes gjennomsnittlige bredde. I mange land blir disse størrelsene funnet ved at et bestemt antall korn blir målt med skyvelære og så beregnet av de utregnede middelveier.

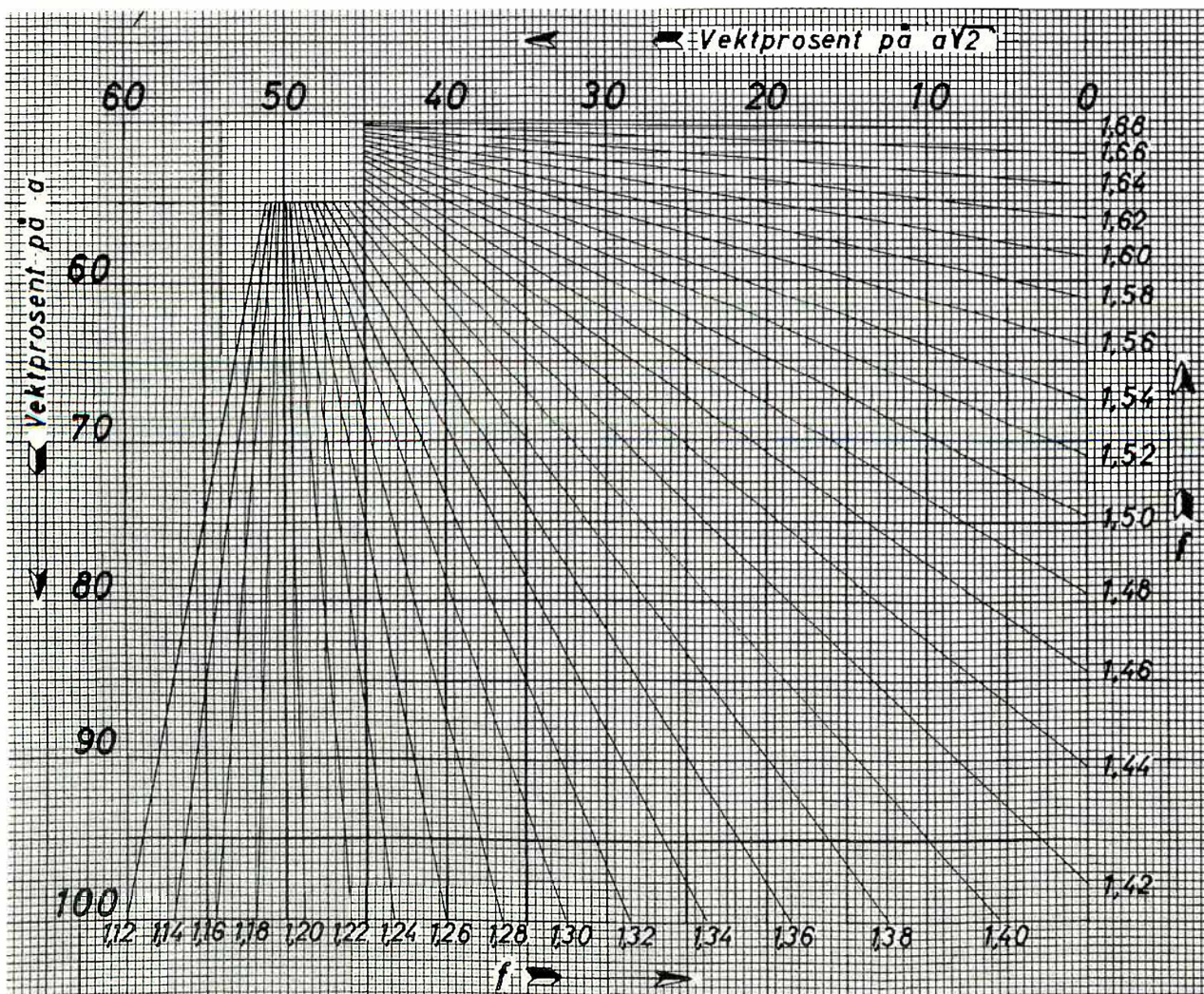


Fig. 1. Nomogram for å finne flisigheten f når en kjenner prosentmengden steinmateriale på sikt $a/\sqrt{2}$ og $a/\sqrt{2} + a$.

Ved sikting på vanlige kvadratiske sikt vil en imidlertid tilnærmet få bestemt den midlere bredde av steinkornene. Nå er det imidlertid slik at kornene i grensetilfelle vil stille seg opp på ende og passere sikten med bredden parallelt med diagonalen til maskeåpningene. Tverrsnittet av steinen vil da avgjøre om den vil passere sikten eller ikke. Sikten med kvadratiske åpninger tar derfor hensyn til både den mellomste og den minste dimensjonen til steinen [5]. En burde derfor ved bestemmelse av steinmaterialenes midlere bredde fortrinnsvis bruke rundhullede sikter.

I en fraksjon siktet ut på kvadratiske sikt har en dermed tilnærmet valgt ut korn som med bredde ligger innen øvre og nedre maskeåpning i fraksjonen. Hvis en går ut fra at kornene er jevnt fordelt i fraksjonen, vil den gjennomsnittlige bredde være midlet av øvre og nedre maskeåpning i siktene. Hvis nå denne fraksjonen siktes på sikter der den ene dimensjonen i maskeåpningen innsnevres mens den andre holdes konstant, vil en få skilt ut de flate kornene. Ved hjelp av slike stavsikter kan da kornenes gjennomsnittlige bredde bestemmes. Forholdet bredden på tykkelsen kan derved regnes ut, og dette forholdet (flisigheten) brukes som kornformindeks i Sverige og her i landet.

Dette gjøres på følgende måte: En kumulativ stavsiktekurve tegnes opp på et halvlogaritmisk diagram med standardisert målestokk. På samme diagram tegnes så den antatte siktekurve på kvadratisikt som en rett linje mellom fraksjonens øvre og nedre korngrense. En måler så den horisontale avstand mellom disse to kurvene langs 50 %-abscissen. Setter en denne avstand til x cm, og kaller flisighetstallet for f , får en:

$$f = \text{antilog}(0,2 \cdot x).$$

Denne metoden har to svakheter. For det første er det uheldig at bestemmelsen knyttes til et diagram med bestemt målestokk. For å rette på dette har *P. Dugstad* utarbeidet et nomogram (se fig. 1) som gjør det overflødig å tegne opp stavsiktekurven for å finne flisighetstallet. For det andre er metoden ikke logisk riktig, idet en jevn kornfordeling er karakterisert ved en rett kurve i et vanlig diagram. En rett kurve i et halvlogaritmisk diagram betegner en kornfordeling som er underrepresentert på de største korn i fraksjonen.

Betegner en vektprosent steinmateriale på stavsikt $a\sqrt{2}$ for x , vektprosent på stavsiktene $(a\sqrt{2} + a)$ for y og vektprosent på stavsiktene $(a\sqrt{2} + a + \frac{a\sqrt{2}}{2})$ for z , kan en etter forutsetningen jevn fordeling beregne flisigheten etter følgende formler:

$$0 \leq x \leq 50\%$$

Det mest vanlige tilfelle:

$$y \geq 50\%$$

$$f = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} + 1}{1 + (\sqrt{2} - 1) \frac{(y - 50)}{(y - x)}} \approx \frac{1,71}{1 + 0,41 \frac{y - 50}{y - x}}$$

Mer spesielle tilfelle: $x \geq 50\%$

$$f = \frac{\frac{\sqrt{2} + 1}{2}}{1 + (\sqrt{2} - 1) \frac{x - 50}{x}} \approx \frac{1,21}{1 + 0,41 \frac{x - 50}{x}}$$

Enda et spesielt tilfelle: $y \leq 50\%$

$$z \geq 50\%$$

$$f = \frac{\frac{\sqrt{2} + 1}{2}}{1 + (\sqrt{2} - 1) \frac{z - 50}{z - y}} \approx \frac{2,41}{1 + 0,41 \frac{z - 50}{z - y}}$$

Dette er et ufullstendig mål for kornformen, idet en ikke tar hensyn til den lengste dimensjonen av kornene. Derfor har en i mange land innført målemetoder hvor en også får beregnet en verdi for kornenes lengdeforhold.

I Finland og Sveits foretar en direkte målinger med skyvelære for å bestemme dimensjonene til et visst antall korn (100—200). Denne metoden er meget tungvint og tidskrevende. Den engelske metoden er noe lettere, idet fraksjonen etter å ha vært siktet på vanlige kvadratiske sikt, blir sortert av sjablonglignende rammer. Den prosentmengde av steinmateriale som passerer rammen blir da betegnet som «flakiness index» og eventuelt «elongation index» [6].

Ved Veglaboratoriet har en funnet en enkel stenglighetsmåling til å supplere flisighetsmålingene.

Fallprøvefraksjonens korn (minst 100) legges enkeltvis i en måleeske, og kornenes lengste dimensjon blir målt på denne måten. Denne måling er forholdsvis rask, og tar neppe mer enn ca 20 min. Den lengste gjennomsnittlige dimensjon blir så regnet ut. Den gjennomsnittlige tykkelse finner man ved å tegne opp stavsiktekurven på de vanlige siktekurvedigrammene. Ved å følge 50 % abscissen inn til skjæring med denne kurven, finner en så den gjennomsnittlige tykkelse av kornene. Stengligheten blir den gjennomsnittlige lengste dimensjon dividert med gjennomsnittsverdien av tykkelsen. Fig. 2 viser resultatet av undersøkelser som er gjort på Veglaboratoriet. En finner et godt samsvar mellom flisighet og stenglighet i de fleste tilfelle, men en finner også eksempel på at materiale med forholdsvis lav flisighet likevel har en nokså høy stenglighet.

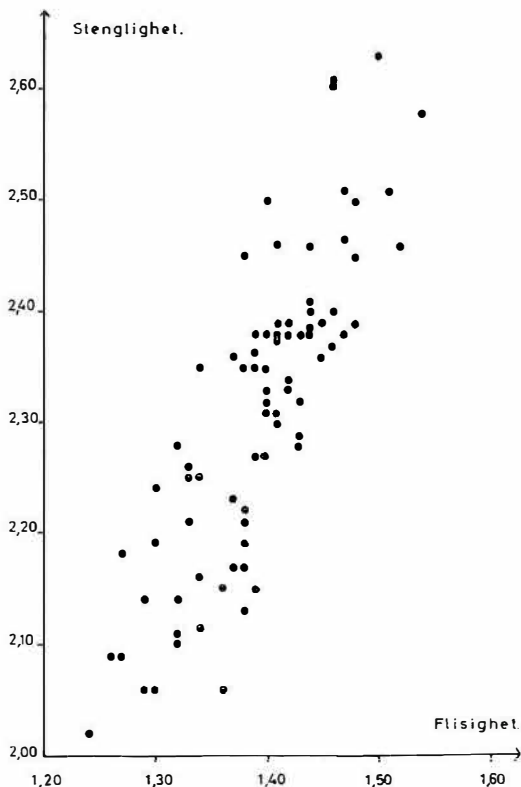


Fig. 2. Stengligheten fremstilt som en funksjon av flisigheten. Hvert punkt representerer flisigheten til ca 500 g steinmateriale. Stengligheten er målt på 100 tilfeldig uttatte korn av dette steinmateriale.

Mens en i de fleste land har utviklet metoder til å bestemme steinmaterialenes flisighet og stenglighet, er det få land som har utviklet noen særlig eksakt metode for å bestemme kornenes overflatestruktur. Et kornet steinmateriales gjennomsnittlige rundhetsgrad har imidlertid stor betydning for stabiliteten av materialet. Det er derfor av stor betydning å få utviklet en metode til å måle denne rundhetsgraden.

Dette har vært forsøkt på en rekke forskjellige metoder.

De foreslåtte prøvemeter faller i 12 grupper:

1. Visuell sortering av kornene, og så veiing.
2. Måling av kurveradier på enkelt-korn.
3. Måling av forholdet overflate på volum på enkelt-korn.
4. Bestemmelse av flyteverdien (sand).
5. Bestemmelse av partiklenes fallhastighet i vann.
6. Måling av vannets strømningshastighet gjennom materialet.
7. Måling av partiklenes bevegelse på skråplan.
8. Måling av antall partikler pr volum eller vekt-enhet.
9. Måling av overflatearealet.
10. Forholdet mellom mengde partikler som passerer rundhullede og kvadratiske sikter.

11. Måling av friksjonsvinkelen.

12. Måling av prosent hulrom i steinmaterialet når dette blir komprimert på en standardisert måte.

Etter en undersøkelse av de fleste av disse metodene, er England blitt stående ved den sistnevnte (nr 12) av disse metodene [7]. En metallsylander på 2,83 dm³ volum skal fylles helt med det steinmateriale som skal undersøkes. Pukken fylles i sylandereren ved hjelp av en stålskuffe av en bestemt størrelse. Etter at hver skuffe med steinmateriale er fylt opp i sylandereren, blir steinmaterialet komprimert ved at man slipper en stokk med standardisert størrelse ned på pukken 100 ganger fra en bestemt høyde. Denne fyll- og stampe-prosessen gjentas nøyaktig på samme måte etter hver skuffe, og den tredje skuffen skal inneholde akkurat tilstrekkelig med puk til å fylle sylandereren til randen før stampingen tar til. En finner så vekten av pukken i sylandereren (W), vekten av vannet som trengs til å fylle sylandereren (C) og den spesifikke vekten av pukken (P). Tallet for overflatestrukturen blir da lik uttrykket

$$\frac{100}{\left(1 - \frac{W}{C \cdot P}\right)} \div 33$$

De mest rundete korn en har målt, har en hulromsprosent på 33. «Angularity number» blir da definert som hulromsprosentsen minus 33. «Angularity number» varierer da fra 0 til omkring 9 for knust fjell.

Denne målemetoden gir pålitelige verdier med liten spredning. Men det er ikke en ren målemetode for overflatestrukturen. Det er helt åpenbart at materialenes flisighet og stenglighet vil ha stor betydning for resultatet av prøvene.

I det siste år har en i USA og Tyskland utviklet kornformbestemmelser for sand som går ut på å bestemme den tid det tar for en bestemt mengde sand å strømme ut gjennom en dyse i et kar av definert størrelse og form (timeglass) [8]. Den tid som 500 gram sand av en bestemt fraksjon trenger til å strømme ut gjennom dysen, defineres som flytetid. Ved å regne om til volumenheter finnes så flyteverdien. Flyteverdien varierer fra 11 sek pr cm³ for runde glasspartikler til 25 sek pr cm³ for knust basaltsand. Denne målemetoden lar seg også anvende for steinmaterialer med større kornstørrelser. Ved Veglaboratoriet har en igang en forsøksserie for å utvikle denne metoden også for puk og singel.

I Sverige benytter en den først anførte metode, nemlig visuell sortering av kornene og så veiing. «Krossytegraden» er definert som forholdet mellom

prosentmengden til knust pukk (100 % krossyter) og prosentmengden helt uknust singel. På grunnlag av denne klassifikasjonen har en utarbeidet krav til steinmateriale som skal brukes til de forskjellige formål.

Steinmaterialenes flisighet (og sannsynligvis også stenglighet) er sterkt avhengig av den produksjonsprosessen de gjennomgår. I særlig grad er dette tilfelle dersom steinmaterialet knuses.

Forskjellige typer knusere vil gi et og samme steinmateriale høyst forskjellig kornform. Kornformens avhengighet av knusningsmåten har vært studert i mange land, men mest inngående er problemet behandlet i England [9].

Undersøkelser har vist at hammerknusere (impact breakers) gav noe bedre kornform enn kjeftknusere, som igjen var bedre enn konknusere.

Kornformen viste seg også å være avhengig av størrelsen på det steinmateriale som knuseren ble matet med. Det kunne påvises at et grovkornet steinmateriale ved knusing gav et vesentlig mer flisig steinmateriale enn et mer finkornet. Og ble knuseren matet med et flisig steinmateriale, fikk produktet en bedre kornform enn om det hadde vært knust av et mindre flisig materiale.

Fra andre hold foreligger det observasjoner som viser at de mindre kornstørrelser som en knuser produserer er vesentlig mere flisige enn kornstørrelsene nærmere opptil knuserens åpning [4].

Det fremgår av det ovenstående at den sikreste måten å fremstille steinmaterialer med god kornform på, er å foreta den siste knusingen i to trinn, dvs. sette inn en forknuser med liten forskjell i knuseråpningen.

En vil i alle tilfelle få et meget flisig steinmateriale ved å sikte ut de mindre kornstørrelsene fra et steinmateriale knust med grovknuser.

Grusforekomster inneholder som regel en blanding av de bergarter som finnes i fast fjell i rimelig nærhet av forekomsten. Enkelte grustak kan imidlertid også inneholde langtransportert materiale. Den naturlige glatte kornform og lave flisighet bevirker at steinmaterialet fra forekomstene får god slitestyrke selv om det bare inneholder vanlig forekommende sprø bergarter.

Ved knusing får kornene dårligere form samtidig som knusingen danner sprekker i dem. Slitestyrken av slike knuste korn vil da være vesentlig mindre enn for de naturlig avslippte korn av samme bergart. Pukking av grus fra grustak som inneholder det samme forhold mellom bergartene i alle fraksjoner (f. eks. i gneisområdene), vil føre til en forringelse av materialets slitestyrke. Dette faktum må veies mot den økning i styrke og stabilitet som vegdekket oppnår ved tilsetning av knust steinmateriale. I

mange distrikter med skiferrik berggrunn, vil ofte de mindre fraksjoner være sterkt anrikt på skifer (f. eks. Trøndelag), mens de større fraksjoner kan inneholde sterkere bergarter som selv i knust tilstand vil være et mere slitesterkt materiale enn den uknuste skifergrus.

2.3 Steinmaterialenes varme- og frostbestandighet.

Steinmaterialer som skal anvendes til asfaltdekker blir utsatt for en kraftig forvarming før de blandes ut med asfaltbindemidlet. Denne temperaturen går opp i 200°C. Det er derfor nærliggende å tenke seg at en del av dette steinmateriale kan skades under denne forvarmingen.

Dette forholdet er undersøkt av Shergold [10]. Han fant at av de bergarter som var i vanlig bruk som vegdekkematerialer i England, var det bare flint som tok skade av en rask oppvarming til 250°C. Da flint stort sett ikke forekommer i norske materialforekomster, kan en slutte at det friske steinmateriale av våre bergarter ikke tar skade av denne oppvarmingen.

Våre grusforekomster inneholder imidlertid en del forvitrede bergarter. I hvilken grad dette materialet skades ved denne forvarmingen, er ikke undersøkt. Men en svensk undersøkelse [1] viser imidlertid at enkelte materialer blir skadet ved en slik behandling. Dette var materialer som likevel ble funnet å være ubrukbare på grunn av liten slitestyrke.

Av dette kan man slutte at et hvert materiale som inneholder svake, forvitrede korn vil skades ved forvarmingen. Et godt, friskt steinmateriale vil inneholde et så lite antall slike korn at det har mindre betydning for materialet som helhet.

Frostens innvirkning på steinmaterialer har vært gjenstand for undersøkelser i mange land. Allikevel har det ikke på grunnlag av disse prøver vært foreslått standardiserte prøvemethoder eller satt opp nærmere spesifiserte krav til steinmaterialene i denne henseende. Dette kan henge sammen med at frostproblemene neppe er så store i de land som har foretatt undersøkelsene. Det kan imidlertid også henge sammen med at undersøkelsene har vist at de bergarter som ble skadet av frost var uegnet som steinmateriale også av andre årsaker.

Da en ikke har så strenge krav med hensyn til slitestyrke for bærelagsmaterialer, er det en fare for at kravene til disse ikke vil begrense anvendelsen av ikke frostbestandige materialer til bærelag. I engelske forskrifter bruker en vannabsorbsjonsverdien til steinmaterialet som en hjelpestørrelse ved bedømmelse av steinmaterialenes frostbestandighet. Undersøkelser har nemlig vist at svake bergarter med vannabsorbsjon større enn 1,5 %, ble

frostskadet. Det ble derfor foreslått ikke å tillate brukt til bærelag bergarter med større vannabsorpsjonsverdier enn 1,5 %, uten at de blir testet spesielt med hensyn til frostbestandighet [11].

Der frosten er et stort problem her i landet, er det et behov for en grundigere undersøkelse av våre bergarter på dette område. Det er også her kanskje mulig når en har fått nærmere erfaring på området å trekke denne vurderingen inn i den mineralogiske undersøkelsen slik at det ikke blir nødvendig å innføre en spesiell ny prøvemethode.

2.4 Steinmaterialenes poleringstendens.

I flere land, men da først og fremst i England, er en blitt mer og mer klar over den betydning vegdekkenes friksjonsegenskaper har for trafikkulykker. Disse friksjonsegenskapene henger mye sammen med dekkenes type og oppbygning. Imidlertid har det vist seg at friksjonsegenskapene også influeres i vesentlig grad av de bergartstyper som inngår i steinmaterialet. Visse bergarter vil alltid gi dekker med gode friksjonsegenskaper og omvendt. Denne egenskap at noen bergarter har en tendens til å poleres av trafikken, og at andre bergarter har en evne til å bevare ruheten, blir betegnet med steinmaterialenes poleringstendens.

I England er det derfor utarbeidet prøvemethoder for disse egenskapene, og målingen av poleringstendensen til steinmaterialene går inn som en rutineundersøkelse på like fot med undersøkelsen av slitestyrke ved en hver prøvning av et steinmateriale. Denne prøvning går ut på at man støper prøver av steinmateriale inn i segmenter. En måler så friksjonskoeffisienten til steinoverflatene ved hjelp av et pendelapparat. Disse steinoverflatene blir så polert i et spesielt apparat, og med bestemte tidfestede mellomrom foretar man så igjen en måling av friksjonen på steinoverflatene. På denne måten bestemmer man så steinmaterialenes poleringstendens. Denne poleringstendens varierer fra ca 0,3 for bergarter som lett poleres til 0,8 for steinmaterialer som har god evne til å beholde friksjonsegenskapene.

2.5 Steinmaterialenes lyshetsegenskaper.

Steinmaterialenes lyshetsegenskaper har stort sett bare betydning for vegdekker, og da i særlig grad asfaltvegdekker. Da asfaltbindemidlet i seg

selv er mørkt og sterkt lysabsorberende, vil sikten i mørket bare være avhengig av steinmaterialets lystekniske forhold. På grunn av de vannhinner som dannes i fuktig vær, blir også overflatestrukturen på asfaltdekket av avgjørende betydning for vegdekkets lyshet, men dersom en skal legge vekt på å få lyse vegdekker, må en også sørge for å skaffe lyse steinmaterialer i dette. I de fleste land som har tatt opp dette problemet er saken enda på forsøksstadiet.

I Tyskland derimot har en hatt en direkte oppmuntring til å anvende lyse vegdekkematerialer, idet kravene til slitestyrke tydeligvis er satt lavere for lyse steinmaterialer enn for andre steinmaterialer.

Det har imidlertid blitt hevdet at vegger med hvite dekker ikke er behagelig å kjøre på på dager med sterkt solskinn. Det sterke lyset vil forårsake en tretthetsfølelse i øynene som etter hvert går ut over synet. Det er tvilsomt om man kan oppnå å øke trafiksikkerheten med hvite vegdekker på slike dager. Tendensen nå går derfor i retning av å forlange en tilsetning av lys stein i dekket slik at det får en gråtone. En annen løsning på problemet er at det lages banketter og midtstripe av hvit stein.

Det skal i denne forbindelse nevnes at en har oppnådd besparelser i utgifter til gatebelysning og belysning i tunneler ved å bruke hvit stein i vegdekkene.

(Forts.)

Litteratur.

- [1] von Matern, N. och Hjelméer, A.: Försök med pågrus. Statens Väginstytut. Meddelande 65, 1943.
- [2] Shergold, F. A. and Hosking, J. R.: A new method of evaluating the strength of roadstone with particular reference to the weaker types used in road bases. Roads & Road Construction 1959, 37, (438), 164-7.
- [3] Shergold, F. A.: A review of available information on the significance of roadstone tests. Road Research Laboratory. Technical Paper No. 10, London 1948.
- [4] Selmer-Olsen, R.: Prøving av steinmateriale til vegdekker. Meddelelser fra Vegdirektøren 1949, (12), 187-94.
- [5] Markwick, A. H. D.: The shape of crushed stone and gravel and its measurement. Chemistry and Industry 1937, 56, (9), 206-13.
- [6] Shergold, F. A.: The classification, production and testing of roadmaking aggregates. Quarry Managers Journal, 1960, 44 (2), 47-54.
- [7] Shergold, F. A.: The percentage voids in compacted gravel as a measure of its angularity. Magazine of Concrete Research 1953, 5, (13), 3-10.
- [8] Schmidt, H. und Schütter, H.: Beziehungen zwischen der Kornform von Sanden und der Festigkeit von Bitumen-Mineral gemischen. Strasse- und Autobahn 1958, 9, (7), 274-7.
- [9] Shergold, F. A.: A study of granulators used in the production of roadmaking aggregates. Road Research. Technical Paper No. 44, 1959.
- [10] Shergold, F. A.: The effect of high temperatures on the strength of roadmaking aggregates. Roads & Road Construction 1953, 31, (366), 161-3.
- [11] Shergold, F. A.: The effect of freezing and thawing on the properties of roadmaking aggregates. Roads & Road Construction 1954, 32, (381), 274-6.
- [12] Herrin, M. and Goetz, W. H.: Effect of aggregate shape on stability of bituminous mixes. Highway Research Board, Proceedings. Washington 1954, 33, 293-306.

Sosiale lønnskostnader

Oppgave over utbetalt arbeidslønn og fraværs-godtgjørelse for 1963 er utarbeidet for 12 fylkers vedkommende ved løpende notater av utstedte bilag og for 6 fylker med ny regnskapsordning ved hjelp av lønnsstatistikk. Når regnskapsordningen er innført for alle fylker vil en kunne utvide oppgaven til å omfatte alle tilleggsgodtgjørelser.

De viktigste godtgjørelser kan imidlertid beregnes noenlunde eksakt på grunnlag av tabellens oppgaver over effektive arbeidstimer og utbetalt lønn.

Ferielønn for 1963 ble utbetalt med 7½ % av utbetalt lønn og andre lønns-godtgjørelser. Lønn for bevegelige helligdager var fastsatt til 26 øre/time.

Etter oppgaver fra 6 fylker utgjør arbeidsgivers andel av trygdepremier 54 øre pr time. De øvrige godtgjørelser kan anslås til 18 øre pr time.

En får da følgende tilleggsutgifter pr effektiv arbeidstime:

Sosiale godtgjørelser iflg. oppgaven	18 øre
Lønn bevegelige helligdager	26 »
Arbeidsgivers andel av trygden	54 »
Ferielønn	61 »
Andre godtgjørelser	18 »

Tilsammen 177 øre

eller 22,9 % tillegg til den utbetalte lønn kr 7,71 pr time for effektivt arbeid.

Ved sammenligning med tilsvarende statistikk for 1962 viser den utbetalte lønn pr effektiv time en økning fra kr 7,27 til kr 7,71 (6 %) og diverse tilleggsgodtgjørelser øker fra kr 1,57 til kr 1,77 (12,7 %).

A. T.

Effektive arbeidstimer og utbetalt lønn samt fraværstimer og utbetalt godtgjørelse ved Statens vegarbeidsdrift i 1963

Fylke	Effektivt arbeid			Fravær			
	Totalsum timer	Totalsum lønn	Øre pr time	Timer	I % av effektive timer	Utbetalt godtgjørelse	Øre pr effektiv arbeidstime
1 Østfold	578 057	4 505 510	779	31 239	5,40	108 554	18,77
2 Akershus	730 197	5 129 829	703	43 928	6,01	179 011	24,51
3 Hedmark	854 967	6 256 802	731	41 326	4,83	225 807	26,41
4 Oppland	1 027 462	7 704 940	750	52 135	5,07	198 552	19,32
5 Buskerud	740 490	4 980 377	672	39 809	5,38	141 138	19,06
6 Vestfold	487 222	3 727 244	765	20 129	4,13	72 734	14,92
7 Telemark	645 659	5 019 572	777	42 623	6,60	152 940	23,68
8 Aust-Agder	634 630	5 066 249	798	28 351	4,47	103 327	16,28
9 Vest-Agder	516 319	4 018 147	778	22 043	4,27	80 262	15,54
10 Rogaland	769 093	6 020 910	783	32 223	4,19	111 582	14,50
11 Hordaland	612 742	4 866 002	794	22 722	3,71	90 331	14,74
12 Sogn og Fjordane	931 824	6 972 055	748	40 668	4,36	160 879	17,26
13 Møre og Romsdal	1 051 362	9 467 141	900	44 374	4,22	263 238	25,03
14 Sør-Trøndelag . .	1 077 293	8 291 605	770	36 273	3,37	220 476	20,47
15 Nord-Trøndelag .	763 889	5 578 060	730	35 189	4,61	144 735	18,94
16 Nordland	2 038 792	16 551 261	812	69 675	3,42	244 633	12,00
17 Troms	887 899	6 842 272	770	25 442	3,49	95 032	10,70
18 Finnmark	920 330	6 747 900	733	39 316	4,27	140 189	15,23
Sum	15 268 227	117 745 876	771	667 465	4,37	2 733 420	17,90
Herav vedkommer:							
Sykdom og ulykke				566 272	3,71	2 415 480	15,82
Militærtjeneste				89 878	0,59	211 995	1,39
Organisasjonsmessig oppdrag				8 589	0,05	46 040	0,30
Dødsfall og dødsulykke				2 726	0,02	59 905	0,39
				667 465	4,37	2 733 420	17,90

Motorveg Drammensvegen

Parsell Blommenholm—Kjørbo

Avdelingsingeniør Nils Rygg

Veglaboratoriets geotekniske seksjon

Motorveg Drammensvegen, parsell V, Blommenholm — Kjørbo, er totalt ca 1,4 km lang. Anlegget omfatter motorvegen, planfritt kryss ved Blommenholm, bru ved Sandvika og diverse lokal- og samleveg, fig. 1.

Motorvegen er planlagt av Akershus fylkes vegvesen. Bru ved Sandvika er konstruert ved Vegdirektoratets brukontor. Etter anbud blir veganlegget utført av A/S Veidekke og bruanlegget av A/S Kaare Backer.

Anlegget ble startet i september 1963 og vegen ventes å være åpnet for trafikk innen utgangen av 1964.

Grunnforholdene.

Fjellgrunnen består vesentlig av leirskifer og kalkstein (knollekalk). På grunn av sterke forkastninger er fjelloverflaten meget kupert og danner flere dyprenner. Disse forsenkningene i fjelloverflaten er fylt av leire. Tykkelsen av leirlagene varierer sterkt og er opptil ca 30 m. De største dybder finner en i sjøen utenfor Blommenholm, ved Mustad og ved Sandvika.

Leirlagene har vanligvis ca 3 m relativt fast

DK 625.711.3(482.8) Drammensvegen. tørrskorpelag. Under denne har en for det meste en meget bløt mjelig leire. Sensitiviteten varierer mellom sensitiv og meget kvikk. De kvikke leirene finner vi i skråningene ned mot sjøen, mens det utenfor strandlinjen er mest sensitive og lite kvikke leiravsteninger.

Fundamenteringsforholdene.

Å bygge motorveg på disse bløte og lite bæredyktige leiravsetningene er problematisk. Det vil ofte føre til kostbare fundamenteringsløsninger som må sees i sammenheng med de krav som det stilles til en moderne veg. Det er ønskelig at resultatet blir en jevn og sikker veg. Også under anlegget må det kreves sikkerhet mot skade på nærliggende bebyggelse og trafikken må komme mest mulig uhindret og sikkert frem.

Med 4 eksempler fra denne parsell skal det vises et tverrsnitt av hva de geotekniske problemer består i og hvordan fundamenteringen er løst.

Blommenholm toplønskryss.

Plaseringen og utformningen av Blommenholmkrysset sees av fig. 1. Selve motorvegen med bru

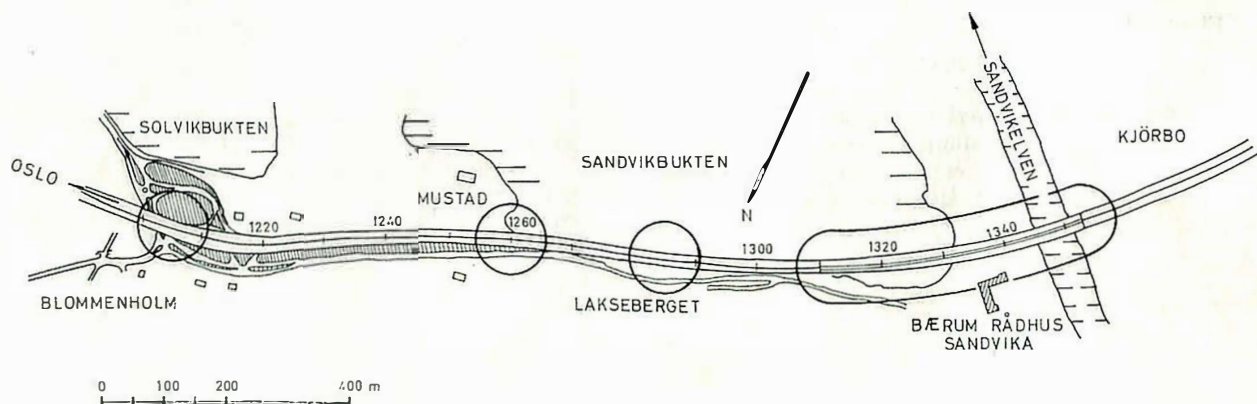


Fig. 1. Motorveg Drammensvegen — parsell V.

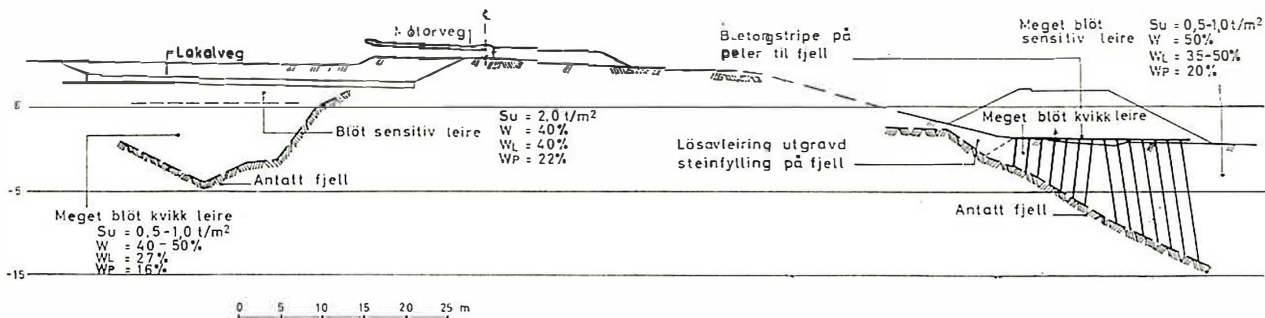


Fig. 2. Topplanskryss ved Blommenholm. Profil pel 1205.

over lokalvegen ligger på fjell. Lokalvegen nord for motorvegen ligger med skjæring i et innestengt kvikkleirebasseng. Syd for motorvegen, i skråningen ned mot Solvika, øker tykkelsen av leirlagene sterkt. Vi har kvikkleire i foten av skråningen og sensitiv leire utover Solvika. Et sentralt profil, pel 1205, er vist på fig. 2.

Beregningsmessig er det langs Solvika sikkerhet for fylling til kote + 2,0, og mulighetene for å stabilisere høyere fyllinger med motfyllinger er sterkt begrenset p.g.a de meget bløte topplagene ute i sjøen. Man valgte her å føre belastningene fra oppkjøringsrampen til fjell. Fyllingen er lagt på tverrgående betongstriper som står på betongpeler til fjell. Pelene er slakkarmerte 27 × 27 cm peler med settherdet Oslo-spiss. De er rammet og meislet feste i fjell med 3 t fallodd. Som vist på fig. 2 står halvparten av pelene under hver stripe med helning 8 : 1 utover, og den andre halvparten med helning 8 : 1 innover. Avstanden mellom pelene i stripene varierer med belastningen. Pelene er beregnet for tillatt belastning lik 85 kp/cm². Betong-

stripene er 2 m brede og ligger med 3 m avstand fra center til center. Vi har således en dekning på 66 %. Fyllingen består av sprengt stein som er lagt ut i 1 m tykke lag. Innenfor stripene, mot fjell, er løsavleiringene gravd ut til ca 3 m dybde, og steinfylling er lagt på fjell. Løsningen med striper på peler er brukt for fyllinger som går over kote 4,0. Fyllinger som er lavere er stabilisert ved bruk av lette masser (løs leca og lecablokkbrudd). Over lett fylling er det foreskrevet 80 cm vanlig bærelag og dekke.

Bortsett fra arbeidet med sikring av grøfter for kloakk og vannledninger har det ikke vært vesentlige problemer med nordre del av Blommenholmkrysset. Lokale og kortvarige stabilitetsproblemer har vi hatt ved uttaking av skjæringer mens trafikken har gått like inntil.

Mustadhagen.

Syd for nåværende veg går motorvegen langs en terrengforsenkning med fall mot Sandviksbukten. Vegen følger en dyp renne som er fylt med 10—17

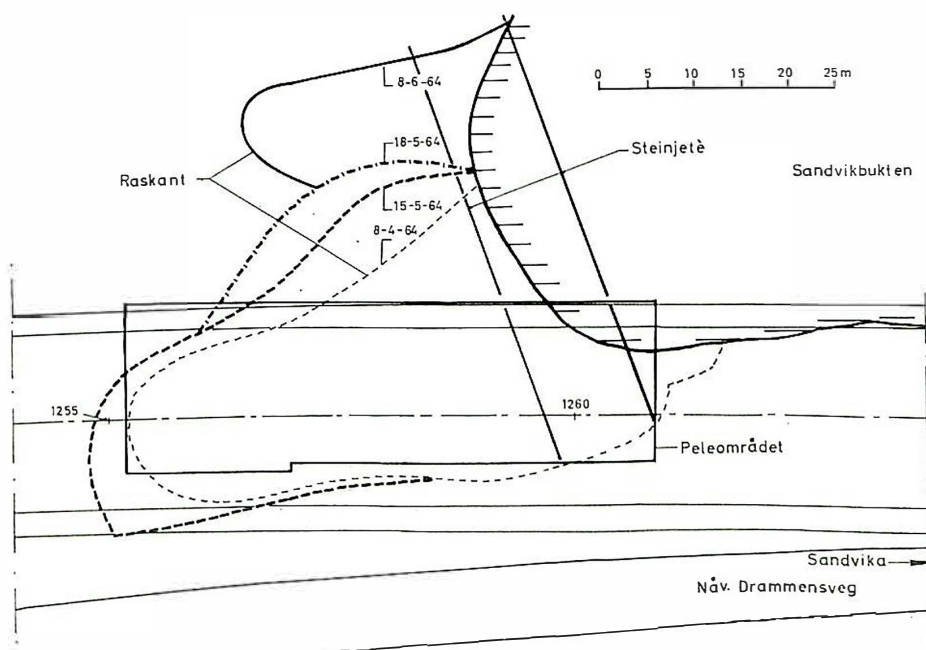


Fig. 3. Ras ved Mustadhagen.

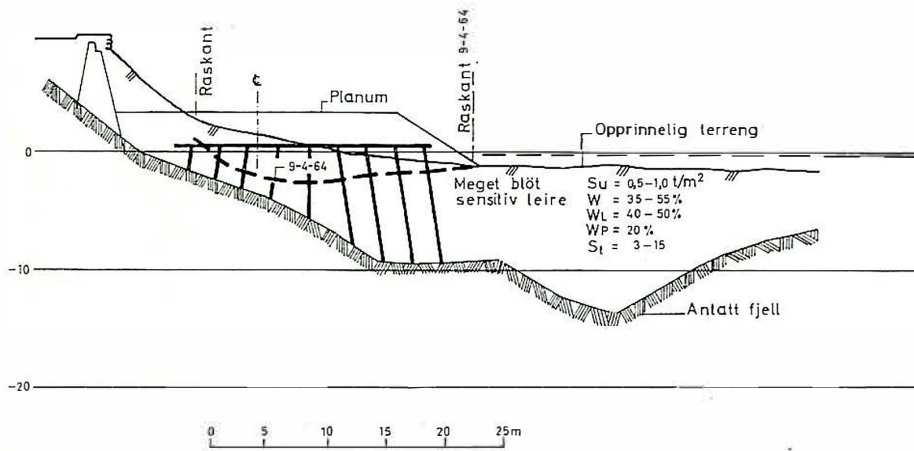


Fig. 4. Profil Mustadhagen, pel 1260.

m tykt lag av meget bløt kvikk leire. Kvikkheten avtar til sterk sensitivitet ved sjøkanten, samtidig med at tørrskorpelaget avtar fra ca 3 m tykkelse til 0 ute i sjøen. Vegen skal mot vest legges med økende fyllingshøyde over terreng, og planum er ved pel 1260 på kote 3,3. Stabiliteten av fyllingene ved sjøen, pel 1255 — 1261 kunne ikke sikres med motfyllinger på grunn av faren for glidning langs vegen. Man valgte derfor å sikre dette partiet ved å føre belastningen fra vegen til betongstriper på peler til fjell. Dette skulle utføres på samme måte som beskrevet for Blommenholmkrysset.

Pelene ble rammet i mars 1964 mens det var tele i grunnen. Arbeidet med betongstripene var såvidt begynt da området raste ut. Årsaken til raset er ikke klarlagt, men en antar at følgende har vært medvirkende årsaker:

- Omrøring pga. pelingen (peletettheten $2,5 \times 3$ m).
- Rystelser ved peling og meisling av peler.
- Lokal omrøring pga. arbeider ved pel 1261 — 1262.
- En mindre fylling til kote + 0,5 utenfor strandlinjen ved pel 1260 — 1261.

Raset startet lokalt ved pel 1260 og gikk suksessivt inn til pel 1255. Alle betongpelene over 6 m

lengde var brukket. Meget tyder på at raset har gått i ca 9 m dybde og har ført rasmassene mer enn 50 m utenfor strandlinjen.

Det er fjell i dagen på begge sider av rasåpningen. Avstanden over raset er ca 45 m. Fjellet faller nesten vertikalt på begge sider, og fjelloverflaten ligger forøvrig på kote $\div 12$ — $\div 13$, se fig. 4. Rasåpningen er nå stengt med en steinfylling som ved fortrenkning er ført til fjell. Noe av tørrskorpeliren er mudret ut, og det er utført 2 sprengninger under fyllingsfronten. Under fyllingsarbeidet har det gått mindre ras som vist med raskantene på fig. 3. Arbeidet med steinjetéen er forsert for å dra fordel av en konstant omrøring av leiren foran fyllingsfronten. Fra ca 30 m ovenfor raskanten er nåværende veg i fare om raset går videre opp i Mustadhagen. En har derfor lagt om trafikken til indre kjørebane og har hatt vakt på vegen i tilfelle av at raset skulle utvikle seg videre.

I raset vil fremtidig vegfylling bli lagt på et sandfilter. Ved overhøyde vil en påskynde setningene for å redusere skader på fremtidig veg.

Lakseberget.

Langs det meste av Sandviksbukten ligger motorvegen med fylling ut i sjøen. Grunnen består

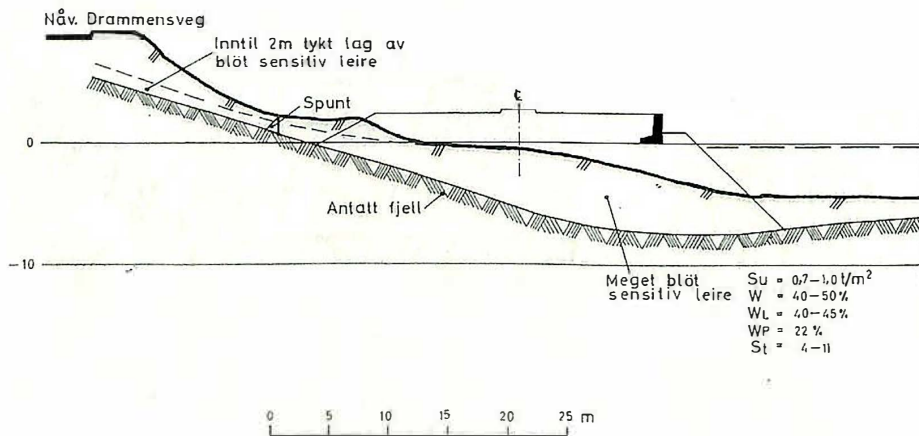


Fig. 5. Profil Lakseberget, pel 1255.

her av meget bløt, sensitiv mjelig leire. Fjelloverflaten har for det meste sterkt fall ut mot sjøen. Det var ikke mulig å stabilisere fyllingene. Løsavleiringene er derfor mudret ut og fyllingene som består av sprengt stein, er lagt på fjell. Fyllingene er fylt fra tipp på kote + 1 og komprimert med vibrerende valse. Videre opp til bærelaget er fyllingene lagt ut i 1 m tykke lag og komprimert med samme utstyr. Observasjoner langs ytre fyllingskant viser ubetydelige setninger. Fig. 5 viser et typisk profil som er valgt også pga. at nåværende veg måtte sikres under arbeidet. Boringer viste at et leirlag på fjell gikk inn under veggen. Når det skulle mudres til fjell inntil skråningen, viste beregninger at nåværende veg var i fare. Denne ble på en 70 m lang strekning sikret med spunting langs foten av skråningen. Spuntstålet ble festet til fjell med bolter som ble satt ca 0,5 m ned i fjellet. Spunten ble forankret i toppen med 45° skråstag som ble støpt fast i fjellet i en lengde av 4 m. Systemet ble dimensjonert for aktivt jordtrykk under forutsetning av at massen var fjernet på sjø-siden.

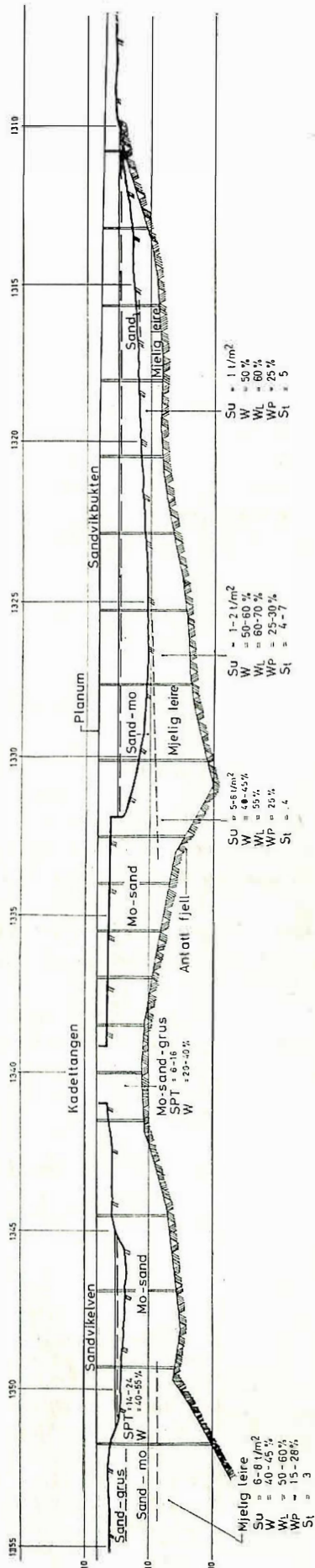
Bru ved Sandvika.

Motorvegen skal som det sees av fig. 1 gå over Sandvikbukstens indre del, krysse Kadettangen syd for Bærum rådhus og gå over Sandvikselven til Kjørbolandet. På dette parti bygges det bru som tilsammen er ca 430 m lang.

Grunnforholdene.

Ved østre landfeste er det fjell i dagen. Langs brulinjen faller fjellet med ca 1 : 5 mot en dyprenne som går NV — SØ langs østre side av Kadettangen. På dette partiet har fjellet tildels sterkt fall sydover. Tverrfallet avtar fra øst mot Kadettangen. Videre mot vest stiger fjelloverflaten sterkt til et høyeste punkt, kote ca ÷ 3, midt på Kadettangen. Videre mot vest faller fjellet jevnt av og ligger ved vestre landfeste på kote ÷ 30 — ÷ 35, fig. 6.

Løsavleiringene består fra øst av meget bløt, sensitiv mjelig leire. Tykkelsen av leirlaget øker jevnt mot vest til ca 18 m og består av en relativt homogen avsetning av meget bløt sensitiv mjelig leire med skjærfasthet som øker jevnt med dybden. Mot Kadettangen er det et topplag av grusig sand-mo som videre mot vest går ned til kote ÷ 13. Prøvetaking i flere hull har fastlagt denne overgangen mellom sand-mo og mjelig leire. Sandlaget har under kote 0 et relativt høyt humusinnhold (2—4 % av tørrvekt). Over Kadettangen ligger sandlaget direkte på fjell. Leirlaget under sandlaget er relativt fast, er lite sensitivt og har et



vanninnhold på 40 — 45 % av tørrvekt. I Sandvikbukten er det for det meste et fast, steinig sand- og gruslag over fjell.

Fundamenteringen.

Østre landkar er fundamentert direkte på fjell. I Sandvikbukten er det 8 fundamenter som alle er pilarer til fjell. Det er ved hvert fundament en pilar under hver bruhalvdel. Disse er forbundet med en rigel slik at de forspente brubjelkene legges på en stabil ramme. Pilarene er satt ned ved hjelp av tynnveggede stålrør med diameter 150 cm. Disse er presset og rammet ned. Leiren er pumpet ut med ejetorpumpe. Det steinige grus- og sandlaget over fjell var et problem. En klarte ikke å få røret gjennom det faste laget. Resultatet ble at stein- og grusmassene ble fjernet ved graving med Benotograbb og med etterramming av røret. Fjellet er sprengt og meislet for å gi godt feste for pilarene.

Pilarene er armert og støpt med undervannstøp.

Over Kadettangen er brua fundamentert på spissbærende betongpeler til fjell, bortsett fra ett fundament som ble satt direkte på fjell i 4 m dybde. Fundamentene i Sandvikselven og de to fundamentene på Kjørbosiden er også satt på spissbærende betongpeler til fjell. Største pelengde var 35 m, for vestre landkar. Betongpelene er slakkarmert med gjennomgående spiralarmering, og er tillatt belastet til 90 kp/cm². De er forsynt med settherdet Oslo-spiss, og til skjøting er benyttet AB Betongpålare's skjøt. I pelene er det sentrisk hull slik at pelenes retthet kan kontrolleres.

Pelene er rammet med 3 t fallodd. Som største tillatte fallhøyde er benyttet 1,0 m som når synkningen pr slag er under 0,5 cm reduseres til 0,5 m. Ved meisling benyttes 20 cm fallhøyde på loddet. Pelen meisles 5 cm i fjell. Det brukes ikke prøve-slag.

Vegsentralenes regnskap

Fordeling av vegsentralenes kostnader og inntekter er hentet fra regnskapene til de 9 fylker som i 1963 har anvendt den nye organisasjons- og regnskapsordning.

I lønnskostnadene inngår ferielønn og sosiale trygder. Renter utgjør kr 1 992 490,— eller 4,5 % av totale kostnader.

Av totale inntekter utgjør maskinleien kr 37 489 181,— (84,7 %) og diverse produksjonsinntekter kr 6 769 082,— (15,3 %). Maskinleien for-

delers seg med ca 96 % på Statens og fylkenes vegarbeidsdrift, mens resten gjelder kommuner og private leietagere.

De gjeldende avskrivningssatser for 1963 er 2 % for driftsbygninger, 8 % for vegvalser og motorsnøfresere, 12½ % for lastebiler, person- og varebiler, gravemaskiner, beltetraktorer og hjultraktorer og 10 % for de øvrige produksjonsmidler. Det er dessuten en del materiell som er helt avskrevet og som følgelig får innvirkning på den gjennomsnittlige avskrivningsprosent.

A. T.

Fordeling av vegsentralenes kostnader og inntekter 1963. Fortsettes side 133.

Fylke	Lønnskostnader				Drivstoff, smøremidler m.v.	%	Deler og reparasjoner	%
	Total	%	Herav maskinførers lønn	%				
Akershus	1 556 374	27,7	821 821	14,6	362 465	6,4	1 663 908	29,6
Hedmark	1 311 210	28,9	695 135	15,3	286 728	6,3	1 748 468	38,6
Oppland	1 768 157	25,0	1 222 014	17,3	605 747	8,6	2 243 715	31,8
Vestfold	1 549 308	35,3	931 640	21,2	254 059	5,8	1 428 661	32,5
Aust-Agder	717 868	24,6	350 913	12,0	226 162	7,8	1 010 648	34,7
Vest-Agder	1 186 071	29,8	839 433	21,1	357 976	9,0	1 093 429	27,5
Møre og Romsdal	1 856 182	31,7	1 456 596	24,9	345 393	5,9	1 608 756	27,5
Sør-Trøndelag	1 607 910	30,2	1 176 476	22,1	353 561	6,7	1 502 234	28,3
Nord-Trøndelag	1 146 010	30,7	775 928	20,8	252 205	6,8	1 270 265	34,0
	12 699 090	29,3	8 269 956	19,1	3 044 296	7,0	13 570 084	31,3

Dødsfall

Avdelingsdirektør Thorleif Weydahl døde 1. august 1964. Avdelingsdirektør Weydahl var født 28. oktober 1895. Han tok eksamen ved NTH, maskinlinjen, i 1919.



Etter fem år i privat virksomhet kom han i 1925 til Vegdirektoratets bilavdeling hvor han siden hadde sitt virke, unntatt i årene 1939—1945 da han etter henstilling var kontorsjef i Forsyningsdepartementet. Weydahl ble avdelingsdirektør og sjef for Vegdirektoratets bilavdeling fra 1. februar 1959 etter at han på forhånd hadde fungert i stillingen fra juni

1956. Direktør Weydahl har hatt tillitsverv innen Den Norske Ingeniørforening og vært formann og medlem av en rekke departementale komiteer og utvalg, bl. a. Utvalget for yrkesopplæring i bilbransjen, Bilavgiftsutvalget av 1956 og Veg- og gatelyskomiteén. Han var nestformann i Landsrådet for Trygg Trafikk.

Weydahl var en dyktig og interessert fagmann og fulgte nøye med i det som skjedde på bilområdet såvel her hjemme som i utlandet. Han var et eksempel på den arbeidsomme, lojale og redelige stats-tjenestemann, og han hadde stor omsorg såvel for avdelingens personale som for de bilsakkyndige.

For sin lange og pliktoppfyllende arbeidsdag i vegvesenet ble direktør Weydahl nylig tildelt H. M. Kongens fortjenstmedalje i gull.

Personalia

Ansettelse ved vegadministrasjonen i fylkene:

Østfold: Odd H. Storeheier som fullmektig II, Carl Ottar Lund som assistent I og Per Skrikerud som assistent II.
Akershus: Karl Smeby som fullmektig II, Kjellrun Lien,

Ellenmay Halvorsen og Ella Solaker som assistent I, Astrid Haugnes som assistent II.

Hedmark: Gunhild Brynestad Heggen og Jørgen Lunde som assistent I, Arnold Kr. Fuglebrenden og Else Marie Knashaug som assistent II, Rolf Johansen som aspirant.

Oppland: Jarle Horn, Leif Skogvang og Arvid Skåren som assistent I, Mathias Haugen, Marit Jorgensborg, Alf Staum og Gerd Karin Øien som assistent II, Kjell Rindal som tegner.

Buskerud: Paul Kristiansen som sekretær II, Aslaug Christiansen og Laila Uggerud som kontorfullmektig I, Liv Yksnoy som fullmektig II, Karin Bonsnes og Kjellaug Johannessen som assistent I, Liv Hannevold som assistent II.

Vestfold: Else Marie Andersen, Aase Alstad Johansen, Ase Bjorlin og Edel Somme som assistent I, Unni Eriksen og Odd Arntzen som assistent II.

Telemark: Ragnhild Gisholt og Berit Kvernes som assistent I, Ingrid Garmo som assistent II.

Aust-Agder: Gerd Sonja Bjerkenes og Ingjerd Østerholt som assistent I, Ole Sigmund Blakstad, Arne Dalsoren, Kari Johnsen og Ragnhild Pedersen som assistent II.

Vest-Agder: Thomas Vinje som sekretær I, Anna Tveit og Siv Trydal som sekretær II, Ragnhild Kvernland og Klaus Larsen som kontorfullmektig I, Solveig Krossen som fullmektig II, Leif M. Berg og Else Britt Ruud som assistent I.

Rogaland: Birger Tonhaugen som sekretær I, Thoralf Thommassen og Erling Aardal som sekretær II, Audhild Eide, Harald Johnsen, Egil Hjalmar Massen og Hjørdis Thorstensen som kontorfullmektig I, Målfrid Crosby som fullmektig II, Kjell Dalaker som assistent I og Lillian Våge som assistent II.

Hordaland: Eva Bolseth, Leiv Leivestad, Aud Olsen og Wenche Skrede som assistent I, Rigmor Matre og Annbjørg Skjelde som assistent II, Endre Grutle og Aase Johannessen som kontorassistent, Liv Karin Lien som aspirant.

Sogn og Fjordane: Bjørg Halland, Solveig Råheim, Age Sorland og Berta Vikane som assistent I, Harry Christensen som kontorassistent.

Møre og Romsdal: Tormod Bjerkeland og Katrine Bang som assistent I, Bergliot Gjelsten, Olga Hesthol og Norman Ræstad som assistent II.

Sør-Trøndelag: Ingeborg Gullve som sekretær I, Asbjørn Julsrud og Einar Lødding som sekretær II, Jarle Bredalslien, Olav Frantzen, Signe Gardå og Oddrun Schjetne som kontorfullmektig I, Richard Petersen og Astrid Østereng som kontorassistent.

Nord-Trøndelag: Gunnar Hansen som fullmektig II, Sverre Moe som assistent II, Per Olav Fines som aspirant.

Nordland: Edel Bjørknes, Alfred Ersvik, Peter Skagemo og Grethe Skog som assistent I, Inger Elisa Hanssen og Else Jørgensen som assistent II, Henriette Eliassen og Ingebjørg Lund som aspirant.

Troms: Johanne Marie Labukt som fullmektig II og Liv Karoliussen, Liv Wikran og Jorunn Øystad som assistent II.

Finnmark: Reidun Dokken, Olav Hågensen, Osvald Olsen og Erling Stodle som assistent I, Rita Iversen og Øivind Malinen som assistent II.

Fordeling av vegsentralenes kostnader og inntekter 1963.

Garasjeleie, vektavgift og diverse utgifter	%	Avskrivninger	%	Renter og funksjonær-lønn	%	Totale kostnader	Totale inntekter	Varige produksj.midlers anskaffelsesverdi	Herav avskr. i %
394 490	7,1	1 250 892	22,2	393 606	7,0	5 621 735	5 357 552	13 959 026	9,0
273 010	6,0	616 488	13,6	300 133	6,6	4 536 037	4 199 436	8 183 370	7,5
554 050	7,8	1 417 965	20,1	469 981	6,7	7 059 615	8 103 890	17 818 894	8,0
247 027	5,6	662 628	15,1	249 075	5,7	4 390 758	4 555 339	8 876 395	7,5
166 813	5,7	588 215	20,2	204 026	7,0	2 913 732	2 637 730	7 173 179	8,2
228 478	5,8	879 126	22,1	236 388	5,8	3 981 468	3 639 390	9 691 872	9,1
333 241	5,7	1 314 124	22,5	389 159	6,7	5 846 855	5 869 940	16 473 343	8,0
262 133	4,9	1 195 187	22,5	394 526	7,4	5 315 551	5 889 047	15 024 797	8,0
225 204	6,0	616 659	16,5	225 215	6,0	3 735 558	4 005 939	7 295 148	8,5
2 684 446	6,2	8 541 284	19,7	2 862 109	6,5	43 401 309	44 258 263	104 496 024	8,2

Vegplankomité og vegplanråd.

Ved kongelig resolusjon av 12. juni 1964 er det oppnevnt en vegplankomité og et vegplanråd som har fått følgende sammensetning:

Vegplankomiteen:

Vegdirektør Karl Olsen, (formann). Overingeniør A. J. Grotterød. Økonomisjef E. Killi. Ekspedisjonssjef Robert F. Nordén. Instituttssjef Erik B. Olimb. Ekspedisjonssjef Thor Skringdo.

Vegplanrådet:

Professor O. D. Lærum, (formann). Teknisk direktør Olav A. B. Torpp. Avdelingsdirektør Knut Waarum. Ekspedisjonssjef Bjørn Larsen. Direktør Chr. Christiansen. Direktør Wabeck-Hansen. Forstkandidat Kjell Wibstad. Fylkesmann Olav Grove. Stortingsmann Håkon Kyllingmark. Stortingsmann Peter Kjeldseth Moe. Vegsjef S. Glærum. Direktør F. Nagell-Erichsen. Direktør Reidar Carlsen. Direktør Niels Lassen. Hovedkasserer Magnus Anton Bakke.

Våre nordiske kolleger.

Dansk Vejtidskrift nr 7, 1964.

Willadsen, J. B.: Erfaringer med hot-mix.

Skjoldby, A.: Materialekontrol ved motorvejsbelægninger af asfaltbeton med lyst tilslag og hot-mix.

Dansk Vejtidskrift nr 8, 1964.

Asger-Olsen, G.: Laboratoriekontrol.

Odense kommunes vejplan godkendt.

Zeuthen, C. A.: Gummi-asfalt til vejformål.

Slettemark, R.: Vegenes bæreevne og kostnadene i gods-transportene.

Svenska Vägförningens Tidskrift nr 5, 1964.

Ström, B.: Några utvecklingsdrag inom brobyggnadstekniken.

Nilsson, W.: Brobeståndet och den tunga trafiken.

Cederwall, S. W.: Borås och Sjuhäradsbygdens industriella utveckling.

Roosmark, P. O.: Trafikolyckors väg- och trafikberoende: olyckor i trevågskorsningar.

Persson, B. O. E.: Fogar i betongbelägningar I.

Svenska Vägförningens Tidskrift nr 6, 1964.

Ekman, C.-E.: Stadsmotorvägen genom Borås.

Bunner, B.: Aktuellt om riksvägarna i Älvsborgs län.

Persson, B. O. E.: Fogar i betongbelägningar II.

Nummererte rundskriv 1963.

Nr 67 16. desember 1963 til fylkesmennene og vegsjefene ang. riksveganleggs overtakelse som offentlig veg.

Nr 68 19. desember 1963 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. kontofortegnelser m. m.

Nr 69 19. desember 1963 til fylkesmennene og vegsjefene ang. pensjonsordningen for Statens arbeidere, vegarbeidere som blir overført fra fylkes- og herredskommunal vegarbeidsdrift til Statens vegarbeidsdrift etter 1. januar 1964, plassering i grunnlagsregulativet.

§ Nr 70 23. desember 1963 til politimestrene og Statens bilsakkyndige ang. etablering av et felles nordisk trafikksforsikringsområde fra 1. januar 1964, kontroll med utenlandske motorkjøretøyers inn- og utpassering.

Nr 71 31. desember 1963 til fylkesmennene og vegsjefene samt Bergens formannskap ang. retningslinjer for refusjon av kommunens utgifter til vedlikehold av riksveger.

Nr 52 M 21. oktober 1963 til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i person- og stasjonsvogner. Utgår. Erstattet av nr 60/63 M.

Nr 53 M 25. oktober 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Scania-Vabis.

Nr 54 M 26. oktober 1963 til Statens bilsakkyndige. Kontroll med diagramskivene i fartskrivere som nyttes for kilometeravgiften.

Nr 55 M 28. oktober 1963 til politimestrene og Statens bilsakkyndige. Registrering og koding av kjøretøyer utstyrt med multifuel motor.

Nr 56 M 28. oktober 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Fiat modell 217 D.

Nr 57 M 29. oktober 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Austin.

Nr 58 M 4. november 1963 til politimestrene, lensmennene og Statens bilsakkyndige. Utstedelse av kjørebøker for kilometer-telleapparater.

Nr 59 M 9. november 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Praga, modell S 5 T 2-TN

Nr 60 M 12. november 1963 til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i person- og stasjonsvogner. Utgår. Erstattet av nr 63/63 M.

Nr 61 M 13. november 1963 til politimestrene og Statens bilsakkyndige. Militære kjøretøyer — dispensasjoner fra visse bestemmelser i motorvognforskriftene m. v.

Nr 62 M 2. desember 1963 til politimestrene, lensmennene og Statens bilsakkyndige. Oversikt over rundskriv og meldinger vedr. kilometertelleapparater.

Nr 63 M 30. november 1963 til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i person- og stasjonsvogner. Utgår. Erstattet av nr 71/63 M.

Nr 64 M 5. desember 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Magirus-Deutz.

Nr 65 M 6. desember 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Chevrolet. Utgår. Erstattet av nr 20/64 M.

Nr 66 M 6. desember 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Morris modell FH K 140 utstyrt med York Third Axle.

Nr 67 M 11. desember 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Ford Thames 800, 12 seter buss¹. Utgår. Erstattet av nr 57/64 M.

Nr 68 M 11. desember 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Dodge, modell W-300.

Nr 69 M 18. desember 1963 til vegsjefene, politimestrene og Statens bilsakkyndige. Varsellykter.

Nr 70 M. 12. desember 1963 til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Godkjenning av person- og stasjonsvogner til bruk som drosje. Utgår. Erstattet av nr 6/64 M.

Nr 71 M 18. desember 1963 til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i person- og stasjonsvogner. Utgår. Erstattet av nr 4/64 M.

Nr 72 M Utgår.

Nr 73 M 24. desember 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Commer og Karrier.

Nr 74 M 21. desember 1963 til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Hanomag Kurier II.

Nr 75 M 27. desember 1963 til Vegsjefene og Statens bilsakkyndige. Lys på sandstrøpparater.

Nummererte rundskriv 1964

Nr 1 M 2. januar 1964 til vegsjefene, politimestrene og Statens bilsakkyndige. Godkjent brannslukningsapparat for lukkede personbiler.

Nr 2 M 3. januar til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Mercedes Benz.

Nr 3 M 8. januar til Statens bilsakkyndige. Totalvekt Maur tilhenger. (Erstattes av nr 36/64M)

Nr 4 M 9. januar til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i person- og stasjonsvogner. (Erstattes av nr 8/64M)

Nr 5 M 10. januar til Statens bilsakkyndige. Totalvekt International, modell C-1200, 4 × 4.1).

Nr 6 M 11. januar til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Godkjenning av person og stasjonsvogner til bruk som drosje. (Erstattes av nr 7/64M)

Nr 7 M 20. januar til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Godkjenning av person- og stasjonsvogner til bruk som drosje. (Erstattes av nr 9/64M)

Nr 8 M 29. januar til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i person- og stasjonsvogner. (Erstattes av nr 14/64M)

Nr 9 M 29. januar til politimestrene, samferdselskonsulentene og Statens bilsakkyndige. Godkjenning av person- og stasjonsvogner til bruk som drosje. (Erstattes av nr 17/64M)

Nr 10 M 29. januar til Statens bilsakkyndige. Antall sitteplasser i lastebilenes førerhus. (Erstattes av nr 54/64M)