

## Magerbetong og soilcement på veger og flyplasser. Litt om vanlig praksis i Storbritannia

*D. Raymond Sharp*

DK 624.138 (41)

### *Innledning.*

Hverken soilcement eller magerbetong er nytt i veg- eller flyplassbygging. Soilcement har vært brukt atskillig i mange land, mens magerbetong<sup>1</sup> er blitt mer tilfeldig anvendt. Magerbetong har imidlertid fått atskillig større anvendelse i Storbritannia i de siste årene. Så populær er magerbetong blitt i Storbritannia at det på mer enn halvparten av hovedvegene, inkludert motorveger, for tiden blir brukt magerbetong. De lave omkostningene for soilcement har gjort det mulig å bygge veger og flyplasser i tilfelle hvor det ellers ikke ville ha vært økonomisk forsvarlig.

Vanlig oppstår det ikke store problemer i veg- og flyplassbygging på steder med varmt og tørt klima, hvis ikke trafikkbelastningene er høye. Ingen av disse betingelser oppfylles i Storbritannia. Her er de vanlige tillatte vegbelastninger kanskje høyere enn på noe annet sted, og her er klimaet fuktig en betraktelig del av året. Fundamenteringen må utføres for disse forhold og ingeniørene søker derfor å bedre stabiliteten med de materialer som er tilgjengelige. På veger og flyplasser er det derfor mye brukt å blande inn cement i bærelaget.

Betong og knust stein er de tradisjonelle bærelagsmaterialer i Storbritannia, men i mange tilfelle er det spesielle grunner for at disse materialer ikke velges. Det er for eksempel ofte vanskelig å skaffe brukbare tilslagsmaterialer til betong uten

urimelig lang frakt, og videre blir det på nye belegninger fordret en større total tykkelse. Ingeniørene går derfor mer og mer over til å studere de lokale materialforekomster til oppbyggingen av bærelagene. I Syd-England og på andre steder er det for eksempel mye av grus, sand og leirblandinger som gir stabile bærelag som kan tåle tung trafikkbelastning så lenge det er tilstrekkelig tørt, men som tåler liten belastning når fuktigheten blir høy. I slike tilfelle kan en ved ganske små cementtilsetninger få bærelag som er tilfredsstillende under de forskjellige klimaforhold. Det er i Storbritannia også forsøkt med endel andre tilsetningsstoffer for stabilisering av bærelag, men disse har vanlig vært kostbarere og mindre effektive enn cement.

### **Vurdering av materialer.**

#### *Ublandede materialer eller tilslagsmaterialer.*

Det er ofte vanskelig å skille mellom soilcement og magerbetong. En betraktning av de tilslagsmaterialene som brukes gir kanskje den beste rettleiding. Jevnt over kan en si at for magerbetong fordrer spesifikasjonene at det anvendes rene og graderte tilslag, men for soilcement blir det ikke stillet spesielle krav til tilslagets gradering.

The Ministry of Transport Specification for Road and Bridge Works stillet tidligere strenge krav for graderingen av materialene til magerbetongbelegninger, men ettersom en har fått mer erfaring med dem har tendensen gått i retning av lempeligere krav. For nyere anvendelser av magerbetong er følgende graderingsgrenser betraktet som passende. Det regnes da samme graderingsgrenser for naturgrus som for knust grus:

<sup>1</sup> «Lean concrete» er her oversatt med magerbetong. Hos oss forstås en med magerbetong egentlig bare betong med lite cementinnhold. Det som hos oss tilsvarende lean concrete er mager stampebetong.

Utdrag av foredrag holdt den 2. desember 1959 i Den Norske Ingeniørforening av D. Raymond Sharp, MBE BSc MICE AMIMunE AMIstructE.

| B. S. sikt.       | % gjennomgang. |
|-------------------|----------------|
| 3"                | 100            |
| 1½"               | 90—100         |
| ¾"                | 55—80          |
| ⅜"                | 40—60          |
| ⅓ <sub>16</sub> " | 30—45          |
| No. 7             | 23—37          |
| No. 14            | 17—30          |
| No. 25            | 12—22          |
| No. 52            | 7—15           |
| No. 100           | 0—6            |

For soilcement er de alminnelige krav som følger:

1. Topplag eller materialer som inneholder matjord skal ikke nyttes.
2. Flytegrensen skal ikke være over 45 % for kohesive materialer når blandemaskinens rotor er utstyrt med pinner. Er rotoren utstyrt med skovler eller blader tillates flytegrense opptil 60 % for materialet som skal stabiliseres.
3. Grovt graderte materialer med mindre enn 35 % under ⅓<sub>16</sub>" sikt skal ikke nyttes.
4. Grovt graderte materialer med mindre enn 80 % under 2" sikt skal ikke nyttes.
5. Materialer som har merkbare mengder stein over 3" skal ikke nyttes.

#### Cementdosering.

For soilcement blir cementdoseringen vanlig uttrykt i prosent av tørr soil. For magerbetong blir blandingen vanlig uttrykt med forholdet mellom tilslag og cement, men det er ofte mere logisk å oppgi cementvekt pr m<sup>3</sup> betong. Her vil det bli brukt begge disse betegnelse for magerbetongblandinger. For soilcement vil bli brukt den vanlige blandingsbetegnelse.

#### Soilcement.

I praksis varierer cementinnholdet i soilcement fra 4 % til 15 %, men mesteparten av stabiliseringsarbeidene er blitt utført med 10 % cementdosering. Dette er mest tilfeldig, skjønt det er bemerkelsesverdig hvor ofte laboratorieprøvingen faller ut med 10 % cementdosering.

Ved stabiliseringen er det logisk å bruke litt mindre cement for det dypeste lag og litt mere for topplaget, men i praksis brukes det i Storbritannia sjelden forskjellig cementdosering for bunnlag og topplag. Som oftest blir det anvendt Portland standard cement, men det blir brukt omkring 2 % tilsetning av kalsiumklorid dersom det er humusinnhold i soil. Forsøk har vist at forskjellige sorter av organisk innhold ikke virker likt på

herdningsprosessen. Det er derfor egentlig ikke tilstrekkelig å undersøke bare mengden av humusinnholdet, men de organiske stoffenes kjemiske sammensetning og virkningsgrad må også bestemmes for å få rede på humusinnholdets virkningsgrad i en soilcement. I mangel av en brukbar enkel prøvemethode for bestemmelse av virkningen av det organiske innholdet i en soil, får en for slike tilfelle orientering ved å bestemme herdningshastigheten for prøveblandingen. Erfaring viser imidlertid at en i de fleste tilfelle overviner organiske stoffers skadelige virkning på herdningen ved å tilsette kalsiumklorid.

For soilcement er det en praktisk rettleiding at dersom tørr romvekt er mindre enn 1,45 kg/l (for soil med sp.v. omkring 2,6) så er det lite sannsynlig at det vil bli økonomisk å stabilisere materialet.

#### Magerbetong.

Det er interessant å se hvordan cementdoseringen med tiden er blitt forandret for magerbetong. Til å begynne med ble det brukt blandingsforhold 12:1 (tilslag/cement) altså 160—170 kg cement/m<sup>3</sup> betong. Som ventet ble fasthetene høye og cementdoseringen er derfor etter hvert blitt redusert. Nå i dag brukes vanlig blandingsforholdet 20:1 (100 kg/m<sup>3</sup>). For dårlige materialer blir det brukt litt mer cement og litt mindre for gode materialer.

The Ministry of Transport Specification har tidligere foreskrevet cementdosering innen følgende grenser:

For naturgrus 1:15 til 1:20.

For andre materialer 1:18 til 1:24.

Denne forskjell for naturgrus og knuste materialer blir nå betraktet som unødvendig og det blir ikke lenger regnet noen forskjell ved cementdoseringen.

«Premixed Waterbound Macadam» er et materiale som er kommet mye i bruk i Storbritannia de siste årene. Det er et nøyaktig jevnt gradert materiale som er av høy mekanisk styrke, som granitt og kalkstein. Dette blir blandet med 2—5 % vann i en blandemaskin. Kvaliteten for den ferdige belegning avhenger av hvor nøye kravene til graderingen og til vanntilsetningen er blitt fulgt. Men det kan være vanskelig å følge de forutsatte betingelser med hensyn til vanntilsetningen under forskjellige værtyper, og erfaring har vist at det lønner seg å tilsette fra 1—2 % cement. Andre materialer og med en mindre nøyaktig gradering er anvendt på tilsvarende måte. En kan for disse blandinger si at en del tilsvarende en meget mager

betong. De har vist seg hensiktsmessige, men før en anvender slike blandinger må en kontrollere frostbestandigheten gjennom fryse- og tineforsøk.

#### *Virkning av sulfater.*

En skulle anta at sulfatinnhold ville virke tilsvarende skadelig på soilmciment og magerbetong som på vanlig betong. Det foreligger lite av praktisk erfaring om dette, men eksempler på skader av denne art er ikke rapportert. Fordi stabiliseringen blir utført for øvre lag av underbygningen blir den sjelden utsatt for sulfatførende vann. Men ettersom det foreligger så lite av erfaring med hensyn til skadevirkningene på stabiliserte belegninger må det likevel tilrådes å unngå å bruke soilmciment eller magerbetong på steder hvor det er fare for tilsig av sulfatholdig vann.

#### **Prøving.**

##### *Soilmciment.*

En underbygnings bæredyktighet bestemmes av materialenes evne til å motstå den skjærspenning og kompresjon som forplanter nedover i underbygningen fra deformasjonene ved trafikkbelastningene. Spenningene i underbygningene avhenger av dekkekonstruksjonen og en del av elastisiteten i bærelaget. Så lenge bærelagsmaterialet er ens vil en i følge *Maclean* kunne anta følgende: For bærelagsmaterialer som viser elastisitetsmodul mindre enn tidobbelt av underbygningens elastisitetsmodul, vil den maksimale skjærspenning som oppstår i bærelaget, for trafikk i Storbritannia neppe komme over 40 lbs. pr square inch (2,8 kg/cm<sup>2</sup>), og bærelaget skulle derfor tåle minimum skjærspenning 80 lbs. pr square inch for statisk belastning. Tilsvarende bør da underbygningen tåle minimum en skjærkraft på 20 lbs. pr square inch. I Storbritannia er det nærmest et alminnelig godtatt krav at soilmcimenten ved laboratorieprøvingen skal vise en trykkfasthet på minst 17,5 kg/cm<sup>2</sup>. Det opprinnelige grunnlag for dette kravet er uvisst, men gjennom tilstrekkelig lang tid har det vist seg å være et brukbart krav. Imidlertid er kravene med hensyn til bestandighet overfor klimatiske påkjenninger vel så viktige, men disse skal bli behandlet senere.

##### *Magerbetong.*

Erfaring viser at en kan få tilfredsstillende bærelag av magerbetong med vidt forskjellige blandingsforhold. Videre fordi bestandigheten ikke er direkte avhengig av fastheten blir det ikke stillet generelle fasthetskrav. Det er brukt magerbetong-

blandinger med 7 dagers terningsfasthet fra 50 kg/cm<sup>2</sup> til 210 kg/cm<sup>2</sup>. Som et eksempel kan nevnes at for blandingsforholdet 20:1 (100 kg/m<sup>3</sup>) kan en ved riktig komprimering vente  $K_{T7}$  omkring 90 kg/cm<sup>2</sup> og  $K_{T28}$  omkring 140 kg/cm<sup>2</sup>. Ved prøveuttagning ved utlegningen blir det brukt mekanisk stamping av betongen i formene. Dette er nødvendig for å unngå den høye variasjon i komprimering som en får ved håndstamping. Det er brukt sylindereformer med 6" diameter, men en går nå mere over til å bruke terningformer. Den fastheten som en får for prøvene er ikke direkte den fasthet en får i belegningen. Det viser seg at en i belegningen kan vente ca 95 % av den komprimering en får i prøvene.

Det viser seg at forholdet mellom vanninnhold og oppnåelig komprimering er tilsvarende det som blir funnet ved Proctor-prøving av soils. Det er et optimalt vanninnhold for hvilket en oppnår høyeste komprimering. Det optimale vanninnhold er tilnærmet det samme for de forskjellige cementdoseringer i en magerbetong, og det er vanlig omkring 6 % av vekten av tørre materialer. I praksis må vanninnholdet være tilstrekkelig høyt til at det lar seg gjøre å valse flaten tilfredsstillende. Forholdet mellom vann og cement innvirker som ellers på fastheten i belegningen, men i første rekke er her komprimeringsgraden den avgjørende faktor. Eksempelvis kan 5 % reduksjon i komprimeringsgrad gi en reduksjon i fasthet på 50 %.

##### *Bestandighet.*

Bestandigheten av soilmciment blir i Storbritannia bestemt ved to standard prøvinger. Ved den ene blir innflytelsen av oppbløting i vann undersøkt ved at trykkfastheten etter 14 dager blir bestemt for prøver som har herdnet de første 7 dager ved konstant fuktighet, og som har vært lagret i vann de siste 7 dager. Trykkfastheten for disse prøver blir sammenlignet med trykkfastheten for prøver som har herdnet alle 14 dager ved konstant fuktighet. Det vanlige kravet er at prøvene som har vært lagret i vann skal vise minst 80 % av trykkfastheten for de normalherdede prøver. Som en kunne vente er det i praksis de fingrerte soils som viser mest vannoppsugning med svelling og ødeleggelse. Prøvningsbetingelsene er kanskje strengere enn betingelsene for belegningene, men på belegningene vil der også alltid være områder av dårligere kvalitet enn den som vises for prøvene. Som eksempel kan overflaten være mere porøs, og det kan være dårlig drenering eller uventet høy grunnvannstand. The British



Fig. 1. Blandeanlegg for magerbetong til bærelag på veg i Glamorganshire. Det ferdige bærelag for halve vegen kan sees i forgrunnen.

Standard foreskriver også en prøvning for bestemmelse av vannabsorpsjon i stabilisert soil, men denne prøven svarer dårlig til resultatene en får i marken, så den blir lite brukt.

For materialer som det er fare for blir lite frostbestandige, blir soilcementblandingen også prøvet etter fastsatt standard metode. Etter denne blir prøvene herdnet under konstant fuktighet de 7 første døgn, deretter gjennomgår de 14 fryse- og tinesyklus (16 h i  $-5^{\circ}\text{C}$  og 8 h i  $+25^{\circ}\text{C}$ ). Ved frysningen blir prøvenes toppflater utsatt for frysetemperatur, mens den nedre  $\frac{1}{4}$ " står i vann slik at fuktighet kan trenge opp i prøven under frysningen ved kapillar virkning. Etter 14 fryse- og tine-syklus blir prøvene trykkprøvet og fasthetene blir sammenlignet med fastheten for prøver som har herdnet de første 7 dager under konstant fuktighet og som dernest har vært lagret 14 dager i vann.

For magerbetong er det ingen fastsatt metode for prøvning av bestandighet, men den metode som er foreskrevet for soilcement kan godt anvendes.

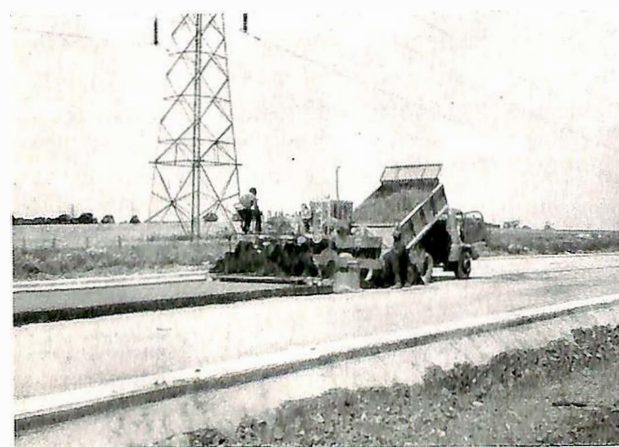


Fig. 2. Et 14" tykt bærelag av magerbetong legges i to lag med mekanisk utlegger på motorvegen Birmingham—London.

des. I praksis har det oppstått lite av frostskafer på soilcement og magerbetong i Storbritannia. I flere tilfelle har en også fått frostbestandig soilcement i tilfelle hvor det er blitt stabilisert materialer som i seg selv har liten bestandighet overfor frysning og tining.

#### Konstruksjonsteknikk.

Med en unntagelse er det lite forskjell i anleggs- og konstruksjonsteknikk for soilcement og magerbetong. Unntagelsen er for «mix-in-place» metoden for soilcement. I dette tilfellet er det et spesialisert blandeanlegg som i tur og orden river opp soil, blander inn cement og blander inn vann. Denne metoden vil bli behandlet separat senere.

#### Valg av blandeanlegg.

Normalt er det for det meste blitt brukt betongblandere for utførelser med magerbetong. Det er mange typer blandere å velge mellom, og valget av blander må bestemmes etter anleggets størrelse og forlangte kapasitet. For vegarbeider regnes ønskelig blanderkapasitet minst  $15\text{ m}^3$  pr time dersom utlegningen går tilfredsstillende. Ved så godt som alle blandeanlegg i Storbritannia blir oppmålingen av tilslagene utført ved veining. På fig. 1 er vist et blandeanlegg for magerbetong til bærelag på veg i Glamorganshire.

#### Transport og utlegning.

Ingen spesielle forholdsregler er nødvendig for transport av blandet magerbetong eller soilcement. Overdekning på lasteplan er ønskelig i varmt og tørt vær og som beskyttelse mot regn. Håndspredning av magerbetong er mye brukt fordi det er økonomisk. Seks mann kan med godt resultat spre og planere  $120\text{ m}^3$  på dagen. Sideformer blir som oftest brukt, men i enkelte tilfelle har en også lagt magerbetong og soilcement over hele bredden uten bruk av sideformer. Belegningen vil i slike tilfelle få svake sidekanter, men det skader ikke så mye dersom trafikken blir forhindret fra å komme ut på sidekantene ved fortauskanter eller på annen måte. Generelt kan en si at jo tynnere det stabiliserte lag er, desto nøyaktigere blir overflaten. Belegninger med komprimert tykkelse opp til 9" blir som oftest utført i ett lag, den avgjørende faktor er hvor nødvendig det er å oppnå full komprimering i bunnen av belegningen. Dersom undersøkelser viser at en oppnår tilfredsstillende komprimering i bunn og tilfredsstillende jevn overflate, er det ingen grunn for å ikke tillate at tykkere belegninger blir utført i ett lag. Prestøpte fortaus-

kanter med betongplater blir enkelte ganger brukt til avgrensning, under avrettingen gir disse samme fordelene som former og en oppnår lettere en jevn overflate. Spesielt oppmerksom må en være på at en har tilstrekkelig overhøyde ved utlegningen så en oppnår full tykkelse på den ferdige komprimerte belegning. Vanlig må en ha ca 25 % av komprimert tykkelse i overhøyde for helt ukomprimert materiale. På fig. 2 er vist en 14" tykk belegning av magerbetong på motorvegen London—Birmingham.

#### Komprimering.

I Storbritannia blir det vanlig brukt 8 t planvalser og vibrovalser ved utlegning av magerbetong og soilcement. De fleste arbeidsbeskrivelser krever at for magerbetong eller soilcement skal komprimeringen være utført innen to timer etter blandingen. Dessto mere innhold det er av fin-kornede materialer dessto viktigere er det at komprimeringen blir utført snarest mulig, dersom en skal unngå fasthetsreduksjon. Kontrollmålinger av komprimeringsgrad blir utført for den første delen av arbeidet. Kontroll av vanninnhold må utføres i den utstrekning som en erfaringsmessig må anse for nødvendig.

På fig. 3 er vist soilcement belegning komprimert med vanlig valse, og på fig. 4 er vist komprimering med vibrovalse på en flyplassbelegning. Ferdig komprimert tykkelse er 6" til 7" for begge tilfelle.

#### Fuger.

Ekspansjonsfuger eller kontraksjonsfuger blir ikke utført i belegninger av magerbetong eller soilcement. Konstruksjonsfugene utføres ved hjelp av en spesiell form. Ved konstruksjonsfugene må en se etter at en får full komprimering. På magerbetong og soilcement som det ikke er lagt slitedekke på, kan det enkelte ganger komme små brekk i overflaten på grunn av ekspansjon av belegning som er lagt i kjøligere vær. Disse brekkasjer oppstår da som regel ved konstruksjonsfugene og de er som regel lett å utbedre.

#### «Mix-in-place» metoden.

Det er blitt utarbeidet flere britiske spesialmaskiner for mix-in-place metoden for soilcement. En har her fire forskjellige typer:

- a) En «multi-pass rotary culvivor».
- b) En 6 ft. bred «single-pass train of equipment» (inkludert kompaktor).
- c) En 3 ft. og 4 ft. bred «single-pass rotor» med kompaktor.

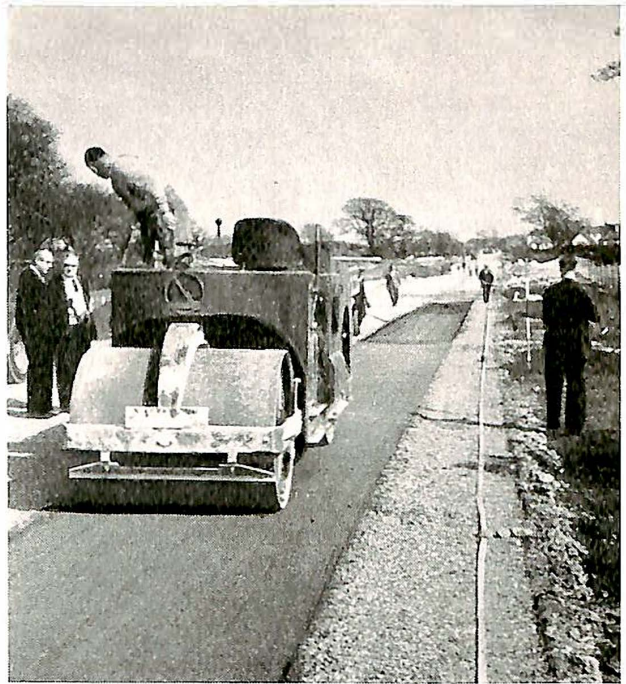


Fig. 3. Et bærelag av soilcement blir komprimert med en 8 t valse. Hvit retningssnor er lagt som rettleiding for traktorføreren på et 6 ft. Howard Single Pass Train.

d) En ca 2 ft. bred culvivor. Denne er spesielt beregnet til mindre, vanskelige arealer.

På 4 ft. og 6 ft. «single-pass»-maskiner er det en mekanisk cementspreder og med den etterfølgende kompaktor er det en ekstra rotor for sekundærblending.

Med typene a og b kan en stabilisere til ca 7". Med type c kan en stabilisere inntil 12". Med type a kan en stabilisere opptil 1500 m<sup>2</sup> pr dag. Typene b og c har en operasjonshastighet fra 6 ft. til 24 ft. pr minutt avhengig av soiltypen som skal stabiliseres.

På fig. 4 er vist et 4 ft. bredt «single pass train» i bruk ved Guernsey flyplass. På fig. 5 er tilsvarende vist i bruk ved stabilisering av veg.



Fig. 4. Soilcement legges på en rullebane på Guernsey flyplass med et 4 ft. Howard Single Pass Train.

Det er egentlig ingen vanskelighet å stabilisere i flere lag med mix-in-place maskineri, men en må i så fall avpasse lagtykkelsen av soil på forhånd så en ikke får ublandet soil mellom lagene.

#### *Herdning og overflatebehandling.*

For herdingen av magerbetong og soilcement blir det nesten alltid brukt å sprøyte over med bitumen med 0,75 l/m<sup>2</sup>. For flerlagsbelegninger kan det diskuteres hvorvidt det er formålstjenlig å bruke bitumenoverdekning for herdingen for de underliggende lag på grunn av klebrigheten. Det beste er sannsynligvis å ikke bruke oversprøyting og få lagt de etterfølgende lag så snart som mulig og helst før det underliggende lag har fastnet.

Som overflate blir det som oftest brukt et slitelag av bituminøst materiale sammen med småpukk. Slitelagene har variert i tykkelser fra 3/4" til 6", men 3"—4" er mest vanlig for hovedveger. For å unngå å bruke unødig av materialer til slitelag er det nødvendig at soilcementen eller magerbetongen har så jevn overflate som mulig.

I praksis kan en regne med å kunne oppfylle et toleransekrav på maks. 3/8" avvik under 10 ft. lang rettholt. Slitelaget kan legges så snart komprimeringen er ferdig, eller en kan vente til belegningen er fastnet tilstrekkelig til at utlegningsmaskinene kan kjøres over uten å skade overflaten. På sommertid vil en belegning fastne på 3—7 døgn. Det er ingen grunn til å nekte trafikk over en belegning når slitelaget er lagt.

#### *Åpning for trafikk.*

En skulle tro at soilcement og magerbetong som jo er cementblandinger burde stå utrafikert over lengre tid på grunn av herdingen. Dette er imidlertid ikke nødvendig på grunn av det lave vanninn-

hold som disse blandingene har. Lett trafikk kan en som oftest tillate allerede 3—4 døgn etter at belegningen er lagt, men litt lenger tid bør en regne under ugunstige værforhold når belegningen fastner sent. Det er også vanlig å tillate lett trafikk på ubeskyttet belegning, og erfaring har vist at det oppstår forholdsvis lite skader. En har eksempler på magerbetong og soilcement som har stått vinteren over før slitelaget er blitt lagt på, og som oftest har ikke vesentlige skader oppstått. På den annen side har en eksempler på at magerbetong og soilcement og slitelag er lagt på samme dag og er blitt åpnet for trafikk samme dag.

#### *Dimensjonering av belegning.*

Cementstabiliserte bærelag er hverken stive eller fleksible, og det skapes derfor en del vansker ved bestemmelsen av belegningens tykkelse. I Storbritannia er det mest alminnelig å anvende The California Bearing Ratio Method for bestemmelse av disse bærelag. På grunn av høyere styrke og elastisitetsmodul er disse bærelag betraktelig jevnere enn andre fleksible bærelag av vanlige materialer. Derfor har en for cementstabiliserte bærelag som oftest redusert den tykkelsen litt som en normalt skulle anvende i følge C.B.R. Skjønt det ikke er mulig å anbefale hvor stor reduksjon en kan tillate, så kan det nevnes hva som er brukt. For eksempel så har Air Ministry utført belastningsprøver som har vist at belegningens totale tykkelse kan reduseres med 30 % i forhold til hva C.B.R. metoden foreskriver, når tilstrekkelig tykkelse av bærelag og underbygning er cementstabilisert. Skjønt det ikke er direkte samsvar mellom belastningsprøver og mellom gjentatte belastninger fra passerende hjultrykk, så har likevel en del ingeniører anvendt denne 30 % reduksjonsfaktor for belegninger av magerbetong og soilcement på vegger. En annen rettledning som av og til er brukt, er å anvende dimensjoneringsgrunnlaget for vanlig armerte dekker. Det kan være fristende, for i likhet med armerte betongdekker avhenger soilcementens og magerbetongens utførelse heller ikke i så utpreget grad av underbygningens bæreevne. I forhold til armert betong er det for cementstabilisert bærelag blitt antatt et tillegg på 3" å være passe for å oppveie armering, høyere elastisitetsmodul og styrke.

Hvilken metode det blir anvendt for dimensjoneringen av soilcement og magerbetong, er det for et hvert tilfelle regnet at tykkelsen for bærelag og slitelag ikke bør være mindre enn de verdier som er anført i tabell 1.



Fig. 5. Soilcement legges på en boliggate med et 4 ft. Howard Single Pass Train.

Tabell 1.

| Trafikkintensitet<br>Antall kommersielle<br>kjøretøyer pr dag | Minimum tykkelse<br>av overdekning (sli-<br>kkelag) i tommer | Minimum tykkelse<br>for magerbetong<br>eller soilcement<br>i tommer |
|---|--|---|
| Under 450   | 2  | 6   |
| 450—1500  | 3  | 7   |
| 1500—3000   | 4  | 8   |
| Over 3000   | 4  | 9   |
| Motorveger  | 4  | 10  |

Minimumtykkelsen av overdekningen er ønskelig for å redusere tendensen til at sprekker som oppstår i bærelaget forplanter seg videre og gjennom overdekningen. I overensstemmelse med trafikkintensiteten er det etter alt å dømme klokt å sette en grense for minimumtykkelsen på magerbetong og soilcement for å sikre seg tilfredsstillende materialmengder.

Magerbetong og soilcement har også blitt brukt til bærelag for betongdekker, og Air Ministry har vist ved belastningsforsøk at med 4" tykk magerbetong i bærelaget kan en tillate seg å redusere den armerte betongplaten med opptil 1½". For vanlige veger er det anbefalt å redusere tykkelsen med 1" for armert eller uarmert betongdekke når det blir lagt på cementstabilisert bærelag.

#### *Praktisk utførelse av magerbetong og soilcement bærelag.*

I praksis er det vist verdifulle fordeler ved å bruke magerbetong og soilcement. Disse bærelag kan godt utføres under trafikk, og når de er lagt, beskytter de underbygningen mot fuktighetsendringer og dessuten beskyttes den mot ødeleggelse av anleggstrafikk. Det fordres liten arbeidsstyrke, og blandeanleggene er ellers vanlig i bruk av lokale myndigheter og entreprenører. Den permanente overdekning kan legges umiddelbart etter utleggingen av bærelaget, og en slipper å vente i flere måneder til bærelaget er tilstrekkelig komprimert av trafikken. Ved en fornuftig fordeling av arbeidene kan stabiliseringsarbeider hensettes til årstider med dårlige værtyper, så sommertiden kan disponeres til mere krevende og vanskelige vegarbeider. Erfaringen viser at så snart underbygningen er dekket med magerbetong eller soilcement, kan en kjøre på belegningen med de nødvendige maskiner uten fare for at disse skrur seg ned.

#### *Konklusjon.*

Skjønt eksakte opplysninger ikke foreligger, er det tydelig at cementstabilisering av bærelag i de siste årene har øket mere i anvendelse i Storbri-

tannia enn noen annen utforming. Det står ennå igjen mye å lære om egenskapene og kvaliteten på disse konstruksjoner, men i mellomtiden blir de brukt på både veger og flyplasser med en tillit som ikke er uberettiget når en også tar i betraktning den hurtige utførelse. Cement blir stadig brukt i blanding med flere og flere materialer, og det kan synes som at vår atskillelse mellom magerbetong og soilcement er noe kunstig. Begge blandingene er betong etter definisjon ettersom de inneholder cement, og ettersom tiden går blir betegnelsene blandet mer og mer sammen. Fordelen med disse utførelser kan i korthet sies å være at de gjør det mulig å anvende fingraderte, økonomiske materialer og at belegningene har den stabilitet som moderne trafikk med høy intensitet krever.

#### **Bygging av motorveger i Sveits.**

I sin tale ved åpningen av den 30. internasjonale automobilutstilling i Genève 10. mars 1960 kom sjefen for Département Politique Fédéral, forbundsresident Petitpierre inn på planene om bygging av et sveitsisk nett av nasjonale hovedveger (motorveger). Forbundsresident Petitpierre understreket at det dreiet seg om et omfangsrikt foretagende hvis gjennomføring ville koste mer enn 4 milliarder sv.franc, og som reiser spørsmål av finansiell og økonomisk natur.

Artikkel 36 b i den sveitsiske forbundsforfatning pålegger forbundet ad legislativ veg å sikre byggingen av og trafikken på et nett av nasjonale hovedveger. Den 23. desember f.å. traff forbundsforsamlingen vedtak om anvendelsen av den for vegbygging bestemte andel av bensintollen. Dette vedtak fastlegger nøkkelen for fordeling av forbundets bidrag. Ettersom det hittil ikke er blitt fremsatt krav om folkeavstemning, regnet forbundsresident Petitpierre med at vedtaket kan tre i kraft ved utgangen av mars 1960.

Forbundsrådet har pålagt innenriksdepartementet å utarbeide byggeprogrammet i tiden inntil juni d. å., og likeledes å trekke opp planene for finansieringen av de nye nasjonale hovedveger. Disse planer vil gjøre det mulig for forbundsrådet eventuelt å treffe bestemmelse om økning av bensinprisen og å rette et budskap herom til forbundsforsamlingen. Nasjonalrådet og stenderrådet vil da kunne behandle saken under sine sesjoner i september d. å. Deretter vil alt være klart til å gå igang med arbeidene i stor målestokk.

Forbundsresidenten opplyste at de tekniske undersøkelser allerede var kommet langt. Om noen måneder vil det foreligge planer i målestokk 1:5000 for de fleste av de nasjonale hovedveger. Deretter må man utarbeide detaljprosjekter, undersøke de geologiske forhold og gå til de nødvendige ervervelser av grunn. Selve byggearbeidene må naturligvis etter sin viktighet gjennomføres i flere etapper. Forbundsresident Petitpierre nevnte at det er lykkes kantonene Genève og Vaud å få et forsprang i dette byggeprogram. Motorvegen Lausanne—Genève vil bli fullført som en av de første av disse nye autostradaer.

# Valg av laste- og transportutstyr

Overingeniør Olav Strøno

DK 621.86/87

Ved anleggsarbeid i fjell representerer lasting og transport en betydelig del såvel av anvendt tid som kostnadene.

Omkring 1950 mens man ennå hadde den gamle hånddrift i friskt minne, og man fortsatt hadde enkelte representanter for den gamle rallartype i arbeid, ble ved en jernbaneomlegning i fjellterreng foretatt en sammenligning av forskjellige driftsmetoder. Da de resultater man kom frem til, kan være av interesse for såvel veg- og jernbanebyggere som andre beskjeftiget med fjellarbeider, skal jeg nevne enkelte av konklusjonene her.

Det ble undersøkt forskjellige arbeidskombinasjoner:

|   | Total tid Herav lasting<br>pr m <sup>3</sup> og transport |       |    |
|---|---|-------|----|
|   | Timer   | Timer | %  |
| 1. Ved grytesprengning:   |   |       |    |
| Håndboring og håndlasting   | 4,37  | 2,00  | 41 |
| Maskinboring og håndlasting   | 3,03  | 1,74  | 57 |
| Maskinboring og håndlasting med<br>luftdrevet drill og stubbebryter | 2,67  | 1,45  | 54 |
| 2. Ved salveskyting:  |   |       |    |
| Maskinboring og håndlasting med<br>luftdrevet drill og stubbebryter | 2,71  | 1,27  | 48 |
| Maskinboring, skraplasting  | 2,64  | 1,20  | 45 |
| Maskinboring, lasting<br>med Eimco 21                               | 2,23  | 0,79  | 35 |

Det viste seg ved undersøkelsene at hånddriften i pris pr masseenhed kunne konkurrere med maskindrift. Koblet man inn tiden og forrentningen av den i anlegget investerte kapital, ble maskindriften uten tvil den økonomisk gunstigste.

Grunnen til at sammenligningen ikke falt enda bedre ut for den maskinelle drift, var at man i dette tilfelle hadde et lite arbeid hvor tilriggingsomkostningene ble høye, spesielt kostnadene for tilførsel av elektrisk strøm.

Forat bildet av den mekaniserte lasting skal bli fullstendig, må opplyses at skrapeutstyret var noe lett. En Eimco 21 eller tilsvarende kastemaskiner

av andre fabrikata, er heller ikke noe gunstig lasteredskap i fjellskjæringer hvor steinen lett blir grovfallen. Forklaringen på dette uheldige maskinvalg er at undersøkelsene ble foretatt i de dager da Handelsdepartementet ved sine importlisenser bestemte hvordan et anlegg skulle drives.

Ved senere analyser av en tunneldrift — en enkeltsporet jernbanetunnel, tverrsnitt 30 m<sup>2</sup> — viste det seg at lasting og transport la beslag på 52 % av den totale tid. Lasteutstyret var 2 stk. Eimco 21 med vaggtransport. Vaggkapasitet 2,4 m<sup>3</sup>.

Utgiftsfordelingen ved fjellarbeider varierer sterkt både med lokale forhold og arbeidets omfang, men overalt vil kostnadene ved opplasting og transport være av avgjørende betydning for totalsummen.

Jeg skal gi et eksempel fra et fjellanlegg bestående av haller 9044 m<sup>3</sup>, forskjæring 3335 m<sup>3</sup>, ventilasjonstunneler og sjakter 991 m<sup>3</sup> fast fjell beregnet på teoretisk profil. Pris pr m<sup>3</sup> fast fjell ble:

For hallene ..... kr 29,05  
 For forskjæringen.. kr 31,97 (storblokket fjell)  
 For ventilasjonstunneler og sjakter .. kr 63,70

Til disse utgifter kommer kr 4,50 pr m<sup>3</sup> for sosiale tiltak og administrasjon. Brakkeutgifter er holdt utenfor, da de varierer sterkt fra sted til sted.

Den prosentvise fordeling av utgiftene for de forskjellige arbeidsoppgaver ble:

|                           | Haller | For-<br>skjæringer | Ventilasjons-<br>tunneler<br>og sjakter |
|---------------------------|--------|--------------------|---|
|                           | %      | %                  | %                                       |
| Tilrigging m. v.          | 10     | 10                 | 21                                      |
| Boring, sprengning, rensk | 64     | 50                 | 79                                      |
| Opplasting og transport   | 26     | 40                 |   |

Opplastingen ble utført med en gravemaskin med kort bom og fjellskuff, volum 570 liter. Transporten ble utført med lastebiler, transportlengden var kort og arbeidet lå gunstig til rette.

Foredrag ved Den Norske Ingeniørforenings og Fjellsprengningsutvalgets kurs i fjellsprengningsteknikk oktober 1957. Gjengitt fra NSB Tekniske meddelelser nr 3, 1958.



Man ser her tydelig hvordan de stedlige forhold virker inn. Forskjæringen var trang, fjellet var storblokket og ga store overmasser.

Regnet i kroner pr m<sup>3</sup> fast fjell (ekskl. sosiale utgifter og administrasjon) ble derfor opplasting og transport billigst i hallene (på teoretisk profil) kr 7,61. I forskjæringen (på teoretisk profil) kr 12,83. I forskjæringen (for virkelige masser) kr 9,80.

Det var endel overmasser også i hallene. Man gjør derfor neppe noen feil om man antar at opplasting og transport i forskjæringen pr m<sup>3</sup> koster ca 50 pst. mer enn i hallene. Årsaken hertil var hovedsakelig at forskjæringen ga ulaglige masser for gravemaskinen.

#### *Forhold mellom volum av lasteskuff og steinstørrelse.*

Det spørres ofte om det kan angis noe minstemål for gravemaskinskuffen i forhold til maksimal steinstørrelse. Amerikanske forsøk på dette området har gitt som resultat at skuffen bør ha et volum som er minst 3 ganger større en maksimalstørrelsen på steinen. Er skuffen mindre, synker lastekapasiteten hurtig. Jeg har ikke kunnet få kontrollert det her gitte forholdstall med andre undersøkelser, men praktisk erfaring synes å bekrefte regelens riktighet.

For andre steinlastemaskiner er det så vidt jeg har kjennskap til, ikke foretatt lignende undersøkelser. Dømmer man ut fra de forskjellige maskiners virkemåte, skulle man dog kunne anta at forholdet ikke for noen bør bli mindre enn 3:1. For de fleste bør det vel bli større.

#### *Maskiner for opplasting.*

Det bys etterhvert frem en mengde maskiner som påstås å egne seg for lastning av sprengt stein. For flere av disse kan man uten videre ut fra en dynamisk og statisk bedømmelse si at påkjennningene vil bli for store. De vil, hvis de overhodet greier jobben, få så store vedlikeholdskostenninger at de ikke kan brukes med fordel. Dette synes således å gjelde alle frontlastere og svinglastere som er montert på gummihjulstraktor, uansett om de er montert på spesialbygget traktor eller ikke.

Jeg bruker betegnelsen frontlaster om utstyr som er montert foran en traktor og ikke kan føres til side uten svingning av hele traktoren. Svinglaster er utstyr hvor skuffen er montert på en arm som kan svinges til side og således ikke krever at man snur hele maskinen.

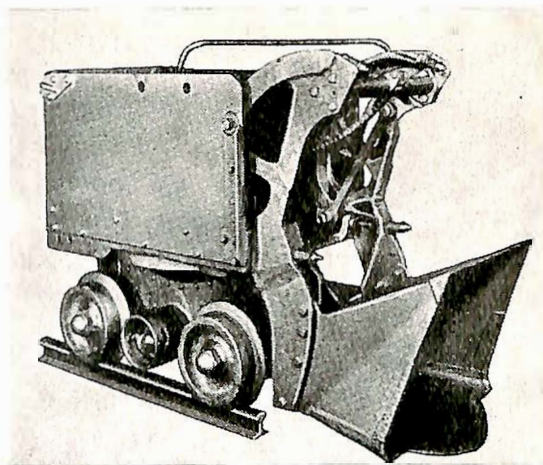


Fig. 1.

I visse tilfelle kan arbeidsoppgaven være av så lite omfang at kostnaden ved å føre frem tungt utstyr blir for stor, eller man kan, som ved veg-anlegg, ha så mange små angrepspunkter at maskinens mobilitet er avgjørende.

Man vil da ha fordel av å sette inn de kraftigste typer av det her nevnte utstyr ut fra resonnementet at det man «förlorar på gungorna, tjänar man på karusellen».

Det finnes også alminnelige skjegravemaskiner på gummihjul. Enkelte typer av disse har vært prøvet i sprengningsmasser, men med lite oppmuntrende resultat.

Det mest gjennomprövde, driftssikre og billigst arbeidende lasteapparat i fjell er skjegraveren på belter. Den finner nødvendig arbeidsplass de fleste steder utendørs unntatt i trange gjennomskjæringer. For tunneler og bergrom kan man nå få maskiner som arbeider tilfredsstillende og med bra kapasitet hvis tverrsnittet er 7,0 m bredt og 4,25 m høyt.

Hvor arbeidsmengden utendørs er av tilstrekkelig størrelse for tilførsel av tyngre materiell og man har stor nok plass, er det neppe tvil om at skjegraveren bør foretrekkes. Man skal bare være oppmerksom på at skjegraveren til assistanse må ha en bulldozer som rensker arbeidsplanet for stein etter sprengning og for øvrig skyver sammen massene for lastemaskinen.

I tunneler og bergrom er forholdet tilsvarende. I mange tilfelle kan dog tiden spille så stor rolle at man må sette inn lasteapparat med større kapasitet enn den gravemaskin man kan skaffe plass til.

For mange arbeider har skjegraveren fått en sterk konkurrent i den beltetraktormonterte frontlaster. Denne arbeidet opprinnelig primitivt. Skuf-

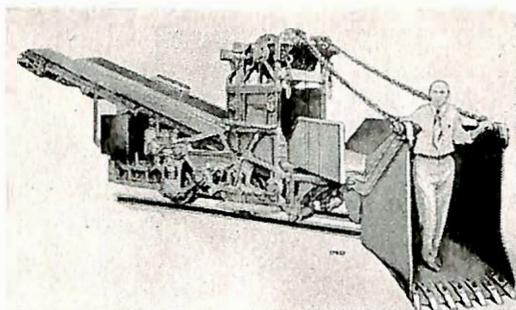


Fig. 2.

fen ble som en skyffel skjøvet rett inn i massen, løftet, og ved bevegelse av hele maskinen bragt i stilling for tømning i transportredskap. Påkjenningen ved den harde innskyvning måtte bli stor, og dette satte spor etter seg på vedlikeholdsutgiftene. For enkelte fabrikata kan skuffen nå i forbindelse med innpressingen dreies opp med sin forkant. Man får derved en løsbrytning av massen. Dette skulle redusere påkjenningene på maskinen og derved vedlikeholdsutgiftene.

Frontlastere på beltetraktor har nokså stor lastekapasitet og kan om nødvendig selv gå et stykke med massen. De kan foreta enkle planeringsarbeider og skyver selv sammen sprengmassene på planum. Disse forhold har ført til at dette lasteapparat mange steder anvendes med fordel.

I en gruppe for seg kommer kastemaskinene (fig. 1). Arbeidsprinsippet for disse er at maskinen med tilkoblet vagg med stor kraft presser skuffen inn i massene. Samtidig beveges skuffen noe så den roter seg inn i steinrøysa. For lasting føres skuffen med stor fart over maskinen så steinen kastes bakover og i vaggen. Drivkraften er trykkluft, for visse fabrikata elektrisitet eller dieseldrift som alternativ.

Disse maskiner arbeider effektivt og krever liten plass. De er således hendige i stoller og trange

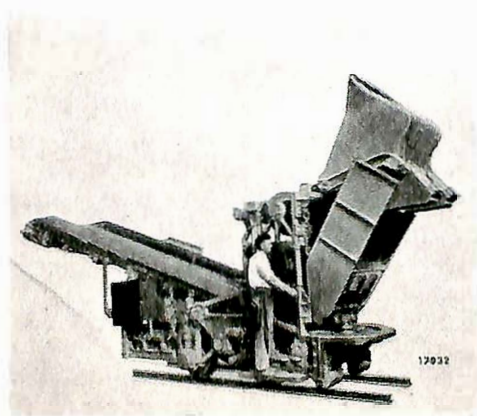


Fig. 3.

tunneltverrsnitt. Til utendørs arbeider kan de være nyttige hvor plassen er meget liten, til eksempel ved utvidelse av trange jernbaneskjæringer hvor annet lasteutstyr ikke får plass. Fjellet må da sprenges eller sprettes ned til høvelige dimensjoner for lasteapparatet. Ved større tunneltverrsnitt arbeider to kastemaskiner ved siden av hverandre.

Kastemaskinene leveres nå fra en rekke produsenter og i forskjellige størrelser. Man kan også få slike maskiner sammenbygget med transportbånd. Enkelte produsenter bygger særskilte bånd som tilkobles maskinen. Båndene gjør det lettere å fylle vaggen fullt ut og kan dertil magasinere en del stein som lastes opp under vaggskifting. Selv om disse bånd, eller maskiner med innbygget bånd, er meget kostbare både i anskaffelse og vedlikehold, finner en rekke entreprenører at de byr fordeler. De er derfor nå anvendt i stort antall ved de igangværende vannkraftanlegg.

I mange tilfelle er det behov for en kastemaskin som ikke er skinnebundet, og som kan laste i transportredskap på gummihjul. Det er etter hvert kommet en del slike på markedet. Den her i landet best kjente type er den dieseldrevne Eimco 105, som er beltegående. Lastekapasiteten er meget stor, vedlikeholdsutgiftene lett merkbare, men ikke avskrekkende. Det hevdes ofte at den er så kraftig i kastet, at den utelukkende kan brukes for spesielt robust transportredskap. Man har dog eksempler på at dyktige kjørere regulerer kastets styrke så vanlige sterke lastebiler kan benyttes. Flere av kastemaskinprodusentene leverer nå mellomstore beltegående typer. De er trykkluftdrevne og for de fleste med elektrisk drift som alternativ.

En noe egenartet lastemaskin i slekt med kastemaskinene er Goodwin Conway Shovel (fig. 2). Skuffen presses også her inn i røysa, men deretter løftes både *den* og *det tilkoblede plan* så tyngdekraften fører massen ned på transportbåndet (fig. 3). Maskinen leveres i forskjellige størrelser, er dyr i innkjøp — største type nå ca kr 600 000, men har meget stor lastekapasitet. Den er driftssikker og anvendes både ved norske og utenlandske anlegg uten reservemaskin.

Som en morsom variant (fig. 4 a, b, c) Joy's «Mobile Loader» 18 HR-2. De to armer fremme på lasteren settes ved en eksenter-opplagring i en kraftsøgende bevegelse, og steinen føres derved inn på transportbåndet. Lasteren er dyr, men har stor kapasitet. Den anvendes spesielt i grubeindustrien. De første eksemplarer som ble prøvet i skandinavisk grunnfjell, var ikke slitesterke nok. Produsenten hevder nå at denne svakhet er overvunnet.

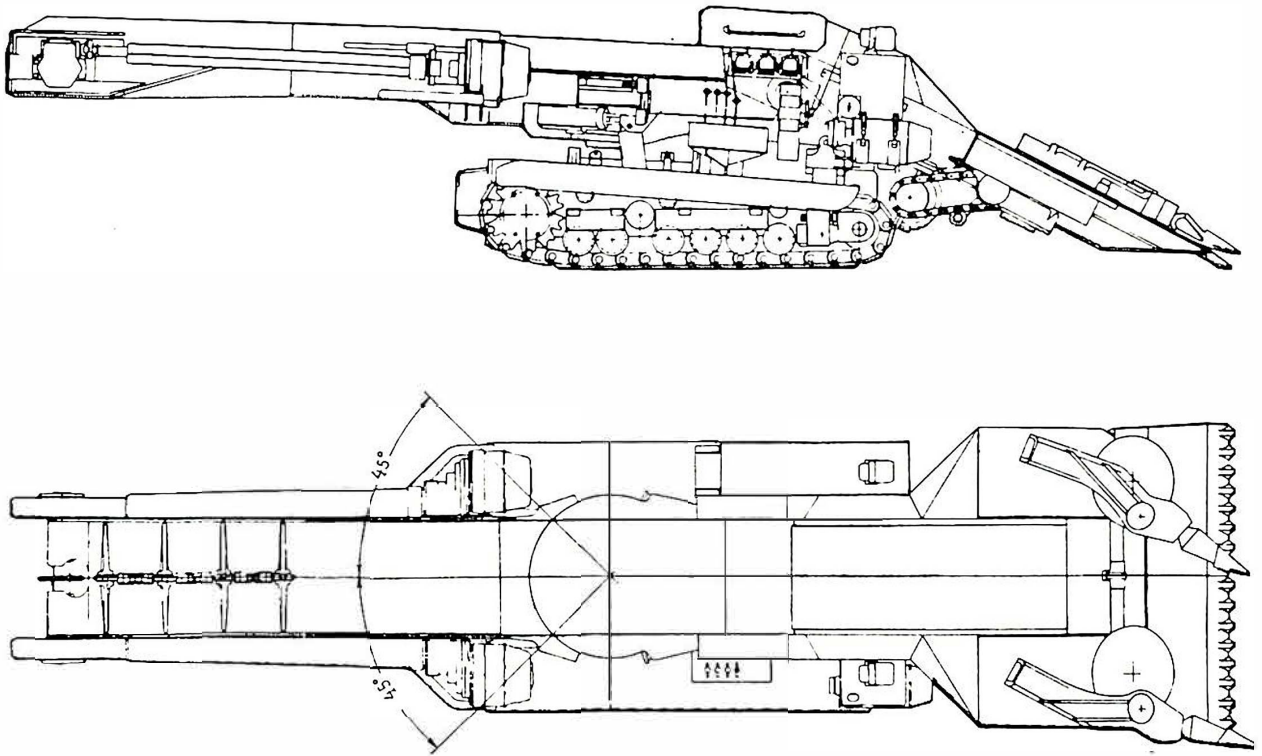


Fig. 4 a.

*Transportutstyret.*

Transportmidlene kan deles i to hovedgrupper: De som er ubundet av skinnegang, og de skinnegående.

I første gruppe kommer lastebiler av de forskjellige størrelser og spesialbiler bygget med henblikk på anleggskjøring, for eksempel Euclid, og de forskjellige konkurrenter til denne. Hertil kommer så spesialkonstruksjoner, som den ameri-

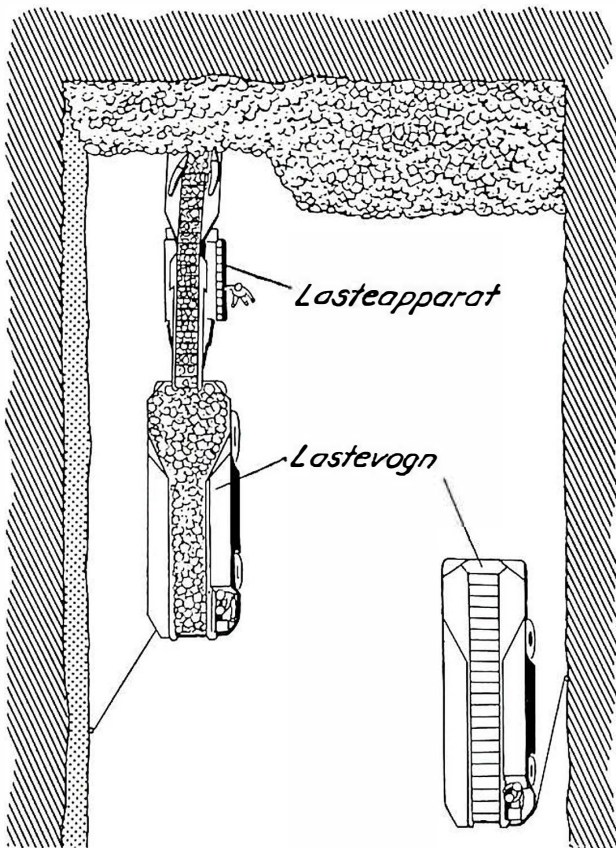


Fig. 4 b.

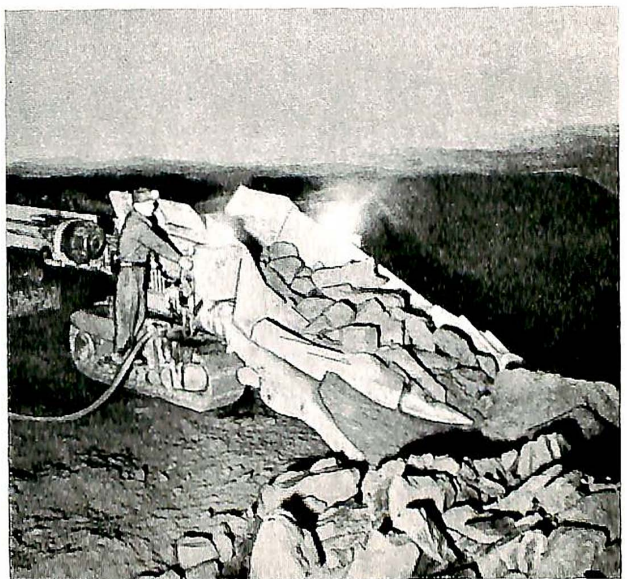


Fig. 4 c.



Fig. 5.

kanske Tourna-Rocker. For de kortere transportlengder, og hvor det er vanskelig med svingplass, har dumpere vist seg hensiktsmessige. De er bygget for kjøring begge veier. Førersetet er svingbart så kjørerer alltid ser i kjøreretningen. Dette er spesielt fordelaktig i trange tunneler hvor rygging av lastebiler er meget ubehagelig og tungvint.

Fig. 5 viser en dumper som synes å være av gunstig størrelse for lastning med Eimco 105. Lasteevne er ca 7 m<sup>3</sup>.

For all transport på gummi hjul er det nødvendig å ha god veibane. Hvis ikke blir slitasjen på materiellet i sin helhet, og spesielt på gummiringene, for stor. Ved for eksempel adkomsttunnelene for kraftstasjoner ser man derfor nå at kjørebane støpes ferdig tidligst mulig under anleggsdriften.

Det er for mellomstore fjellarbeider ofte vanskelig å avgjøre om man skal anvende spesialbiler, dumpere, Tourna-Rockers eller lignende, eller om man skal anvende lastebiler. Stort sett tror jeg man vil stå seg på i det lengste å nytte lastebiler

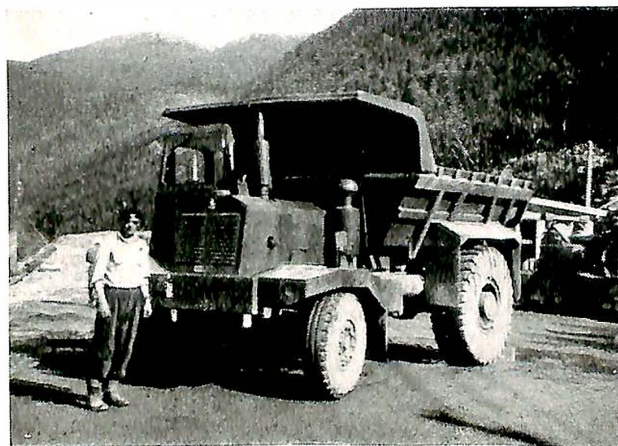


Fig. 6.

av standardtype. Det kostbare, spesielle transportutstyr bør man ikke gå over til før man ved best mulige kalkyler har overbevist seg om berettigelsen av en slik investering.

Blant de mest fremtredende fordeler ved de ikke sporbundne transportmidler, er deres gode tilpassingsevne på såvel opplastingsstedet som ved tipp. Dertil kommer deres uavhengighet av stigningsforholdene. Dette gjør dem hendige i bruk i steinbrudd og i bergrom og likeledes ved veg- og jernbaneanlegg hvor man med massen skal bygge seg fremover på fylling. Ved fjellarbeider i by synes det overhodet ikke å finnes noe alternativ til transportmidler som er ubundet av skinnegang.

For noen år siden så det ut som det skinnegående transportredskap — vaggan — skulle bli helt fortrent fra våre anlegg. Nå synes utviklingen å gå litt i motsatt retning. Man er ved den rene tunneldrift blitt skremt av de store driftskostninger for dumpere og lastebiler og av kostnadene og vanskene med transportveggenes vedlikehold. Man har også lært at eksosen fra motorene kan bli til større plage enn bra er. Ved lange inndrifter vil det også kreves en urimelig stor «flåte» av de kostbare dumpere eller biler.

Ved en rekke av de større tunnelanlegg som nå er i gang her i landet, ser man derfor igjen samme opplegg som man for over 25 år siden hadde ved Sørlandsbanens stortunneler:

Opplasting med kastemaskin i vagg.

Rangering ved stoff med akkumulatorlokomotiv, og utkjøring med diesellokomotiver.

I Sørlandsbanens tunneler ble brukt den såkalte Skabovaggen med lasteevne 1,5 m<sup>3</sup>. Vaggkassen kunne dreies så man hadde for- og sidetipp etter behov. Teoretisk skulle kassen kunne svinges og tippes av én mann, men erfaringsmessig måtte man holde to mann til dette arbeid.

Ved den omfattende kraftverktbygging i etterkrigsårene kom Granby-vaggen i alminnelig bruk. Ved disse anlegg hadde man som regel konsentrert tipp, og tippingen ble forenklet ved anvendelse av tippebukk. Ved jernbaneanlegg vil man som regel ikke ha konsentrert tipp. Massene skal strekkes utover en lang smal fylling. Granby-vaggen med tippebukk passer ikke for dette, og man konstruerte for jernbaneanleggene en spesiell vagg — Rianvaggen — som ble tippet ved hjelp av trykkluft. Den var dimensjonert for kastemaskiner av størrelse som Eimco 21 og lastet 2,4 m<sup>3</sup>. Den har vært anvendt ved Statens jernbaneanlegg, Sulitjelmabanen, og i en viss utstrekning hos entreprenørene.

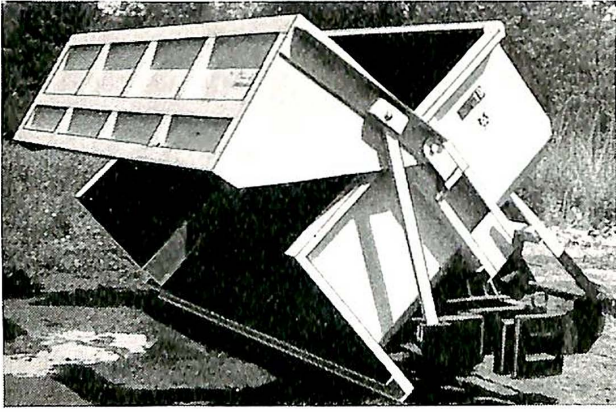


Fig. 7.

I de siste år er den selvtippende vagg kommet som en sterk konkurrent til de her nevnte typer (fig. 7). Kassen er fastlåst når veggen er i transportstilling, men kan løses med en spak. Den er slik avbalansert at den da tipper hvis den er lastet. Når den er tømt, skifter tyngdepunktet beliggenhet, og kassen slår tilbake til utgangsstillingen. Tippuløsningen er lett. Selvtipperer i forskjellige størrelser er nå i bruk ved flere av de igangværende tunneldrifter, og man synes overalt å være tilfreds. Den største i Norge brukte type laster vel 7 m<sup>3</sup>.

Tidligere var den mest anvendte sporvidde for vaggtransport 600 mm. Ved Sørlandsbanens stortunneler ble den valgt lik 750 mm. Denne sporvidde har også vært anvendt ved en rekke vannkraftanlegg. På grunn av materiellets stadig økende dimensjoner og vekt er man nå på enkelte anlegg kommet over til 914 mm sporvidde. Samtidig må skinnvekten økes. Hvor tunge vagger anvendes er man nå oppe i 20,5 og 25 kg brukte jernbaneskinner.

Man kan faktisk si at massetransporten ved de større tunnelanlegg nå foregår ved provisoriske smalsporjernbaner. Nødvendige lokomotivvekt blir alt etter vaggstørrelsen 6—8 tonn og 12—15 tonn.

#### Rangering ved stoff.

Ved all tunneldrift vil vaggskiftingen ved stoff stjele mye tid, og man søker å redusere denne så godt man kan. Ønskemålet er å kunne laste kontinuerlig. Dette ville være mulig om man hadde et transportbånd av den lengde at hele det tomme vaggsett kunne skyves innunder dette og ved framtrekk fylles uten avbrudd.

Hittil har dog prisen på bånd av slike dimensjoner vært for høy til at man hertillands kunne velge denne løsning.

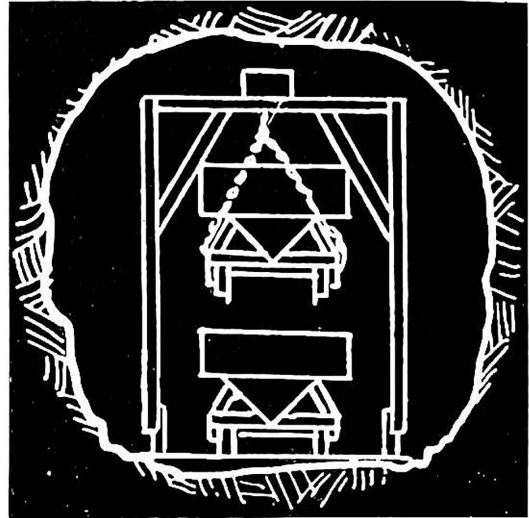


Fig. 8.

Uten å komme inn på detaljer skal jeg her vise 5 hovedprinsipper for vagg rangering. Da de første bilder er etter amerikanske illustrasjoner, bruker jeg for disse de amerikanske benevnelser:

Fig. 8 viser en «Cherry Picker» — en løftesylinger som løfter tomvagggen så høyt at den lastede vagg føres frem under den.

Fig. 9 viser en «California Switch». Den legges opp på skinnegangen og føres med visse mellomrom fremover så den ligger i passe avstand fra stoff.

Fig. 10 viser en «Grasshopper». En lang portalramme med skråramper i begge ender. Tomvaggene trekkes opp på «øvre dekk» og går derfra ned skråplanet på stuffsiden. Skrårampene kan løftes for utskyvning av den lastede vagg.

Fig. 11 viser en «Dixon Conveyor». Et transportbånd av den type jeg nevnte innledningsvis. Fronten av båndet ligger på en hengslet rampe som nede er traktformet.

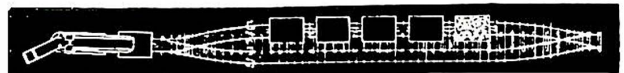


Fig. 9.

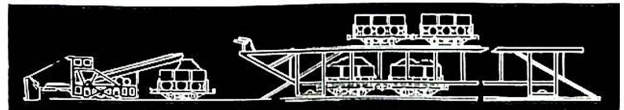


Fig. 10.

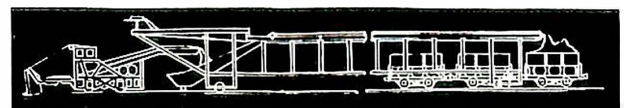


Fig. 11.

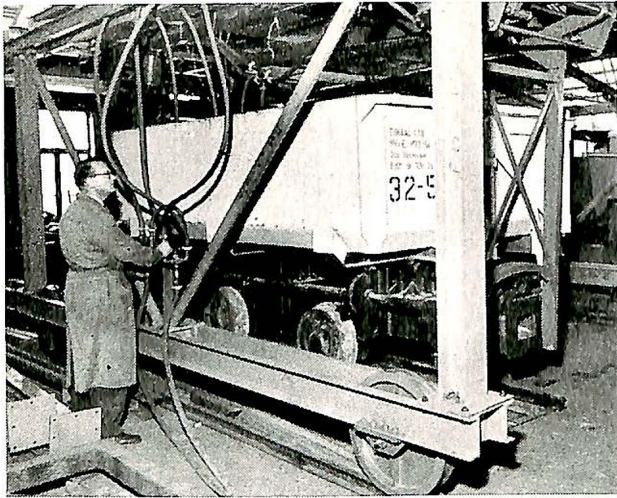


Fig. 12.

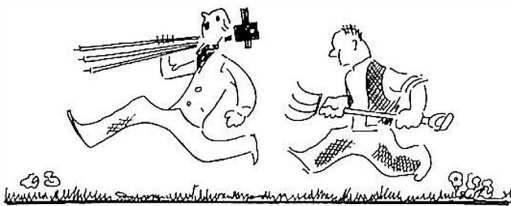
Fig. 12 viser et traverseringssystem. Det er en detalj fra den kombinerte bor- og rangerbukk som anvendes ved ett av tverrslagene i hovedtunnelen for Tokke kraftanlegg.

I tunneler med tilstrekkelig bredde har vaggtraversering ved løfting og sideforskyvning vært nokså alminnelig anvendt ved norske anlegg. Systemet var brukt ved Sørlandsbanens tunneler, Vinstra I, og en rekke andre anlegg. Detaljformingen har variert, idet hver enkelt «synes best om sine barn».

Traverseringen på Tokkebukken er beregnet på å løfte og føre til side tomvagger med lastekapasitet 7 m<sup>3</sup>. Det skjer, som figuren viser, ved at trykkluftmanøvrerte klør som er opphengt i en traversvogn griper under vagg og løfter den opp. Vaggen føres så til side og henger der mens den lastede vagg føres forbi.

## Spioner og moderne vegstikking

En rapport fra planavdelingen i Akershus.



Dette hendte i de dager da U-2 flyene kretset over et visst land i øst, og Urskog—Hølandsbanen (Tertitten) skulle nedlegges. Dette siste resulterte i at planavdelingen i Akershus fylke måtte sette i gang omfattende og intense vegundersøkelser i området for å finne frem til egnede kompensasjonsveger for banen.

## Sluttord.

Jeg har gitt en kort oversikt over utstyr som kan komme til anvendelse ved opplasting og transport for arbeider i fjell. Jeg har ikke kunnet komme inn på de forskjellige forhold ved tilpassning av laste- og transportutstyret, og jeg har heller ikke kunnet gi noen direkte anvisninger på valg av utstyr. De lokale forhold vil her være bestemmende. Man kan ofte på forhånd vanskelig si hvilket valg er det rette. Som et eksempel herpå kan jeg nevne at Vassdragsvesenet for hovedtunnelen på Tokke har funnet grunn til å prøve tre ulike driftsopplegg. Ved å følge driften med omhyggelige arbeidsstudier og etterkalkyler håper man å få svar på hvilket er det beste. Hovedtunnelen har et tverrsnitt på 75 m<sup>2</sup>. Man bruker overalt gravemaskin-lasting (skjegraver).

a. For transport brukes ved det ene tverrslag selvtippervagger med lastekapasitet 7 m<sup>3</sup> og sporvidde 914 mm. Rangering på stoff med 12 tonns akkumulatorbatterilokomotiver. Utkjøring med 12 tonns diesellokomotiv.

b. I et tverrslag skjer transporten med Tournarockers.

c. I et annet transporteres med Euclid-biler, delvis komplettert med eldre materiell.

De erfaringer Vassdragsvesenet gjør med dette anlegg, vil senere bli gjort tilgjengelig for alle interesserte. Det er grunn til å komplimentere etaten med at den på dette vis fremskaffer opplysninger som alle vi i anleggsindustrien senere kan få nytte av.

Moderne hjelpemidler som flybilder, mosaikker, stereoskop og høydebarometer ble tatt i bruk samt en vestlending. En tidlig vårmorgen (like etter toppmøtet) hadde denne vestlending med alt sitt utstyr tatt oppstilling bak en viss låve i Urskog som eides av en bonde som hadde fulgt godt med i de siste meldinger fra det store utland. Det gikk et støkk gjennom den gode bonde da han en dag fikk øye på en person bak låven med mystisk utstyr som vinket og gjorde merkelige signaler i luften. Nei, her kunne det neppe være tvil, dette var spionasje! — Flyspionasje! Tertitten og heimbygdas militære hemmeligheter sto på spill. Lensmann måtte øyeblikkelig varsles. — Men da lensmannsbetjenten kom frem til nevnte låve, var «spionen» som sunket i jorden.

I virkeligheten satt han med sine stikningsfolk på en nærliggende kafe og spiste. Men snart etter var han ute i marken igjen. Dagen var varm, og anorakken ble kastet, slik at det riktig kunne bli fart i arbeidet der bak låven.

Nå fikk lensmannskontoret en enda uhyggeligere melding. Spionen hadde igjen tatt oppstilling bak låven og nå i *rod skjorte*. Lensmannsbetjenten rykket ut med stort mannskap og omringet forsiktig den signaliserende rødskjorte. Denne fant plutselig sine siktlinjer sperret av besluttsomme menn som hurtig rykket mot ham. Da hensikten med denne fremrykking gikk opp for vestlendingen, brøt han ut i en så voldsom latter at han helt mistet kontrollen over sin ellers så rappe og tjenestvillige tunge. De uartikulerte og uforståelige lyder dette resulterte i gjorde utslaget. Lensmannsbetjenten grep til sine håndjern for å smekke dem på «spionen». Da rykket stikningsmannskapet til unnsætning og forklarte på lokal dialekt hva som egentlig foregikk. Snart etter trakk spionjegerne seg hurtig tilbake, og vegstikkeren tok omsider igjen fatt på sitt arbeid. «Da hørte han fra gårds-plassen en røst som ga sin kone den avsluttende melding om begivenhetene bak låven: «Nå er han her igjen, men nå er han normal.»

Til tross for slike uhyggelige opplevelser som her fortalt, fortsetter planavdelingen i Akershus med å bruke fotogrammetri og den elektroniske datamaskin i sitt arbeid — og anbefaler andre å slå inn på denne samme farlige veg.

### Litteratur

**Betong ABC.** Norsk Cementforening. Oslo 1960. 96 s. Ill. Pris kr 8,— innb.

Omtrent alle mennesker i vår tid får før eller senere behov for å vite hva betong er, og svært mange blir også stilt overfor det problem å skulle støpe betong til eget bruk.

Denne ABC søker å gi en rettleiding til alle som står overfor slike oppgaver samtidig som den forsøker å ta med det grunnleggende stoff i betongfaget som enhver som arbeider innen byggefaget bør ha kjennskap til.

Det gjennomsnittlige årlige cementforbruk pr innbygger i Norge er idag over 300 kg, og daglig støpes det betong og betongvareprodukter for millionbeløp. Allikevel finnes det idag ingen yrkesutdannelse på dette område og det er derfor stort behov for en ABC i faget.

Boken som er rikt illustrert, er delt i 5 kapitler.

Kapitel 1, *Fremstilling av betong* behandler materialene, hvorledes de sammensettes, betongens kvalitet samt hvorledes betongen blandes, støpes og sikres god herdning. Det redegjøres likeledes for hvorledes man skal lage vanntett betong, hvilke tiltak det må gjøres når man støper om vinteren, og hvorledes man skal støpe betongdekker, støpe under vann, m. v.

Kapitel 2, *Overflatebehandling* omtaler all slags slemming og maling på betong, unntatt puss.

Kapitel 3, *Forskalingsarbeider* og kapitel 4, *Armeringsarbeider*, gir enkle og grunnleggende retningslinjer for den slags arbeider.

Kapitel 5, *Litt om støpte grunnmurer*, gir råd og konstruktive retningslinjer til støtte ikke minst for selvbyggere.

Bokens oppgave er å bidra til å heve nivået i betongfaget, slik at de omfattende arbeider det her dreier seg om, får en faglig utførelse som står i samsvar med de millionverdier de representerer.

**Zementchemie für Bauingenieure.** Dipl.ing. Wolfgang Czernin. 151 S. mit 45 Abb. Format DIN A 5. Glanzfolieneinband DM 12,—.

Boken gir en lett forståelig fremstilling av de kjemiske forløp ved fremstillingen, avbindingen og herdningen av betong.

Den viser oss hvor cementkjemien setter de viktige tidsgrenser innenfor betongteknologien.

Den forteller hva en kan vente og forlange av cementen, og den viser hvilke krav som en kan og som en ikke kan stille til cementen.

Enhver ingeniør i betongfaget vil ha god nytte av boken.

G. Trevland.

— — —  
*Dansk Vejtidskrift* nr 1, 1960.

Vejdirektoratets oversigt over vejplanarbejdet.

*Dansk Vejtidskrift* nr 2, 1960.

H. H. Ravn: Autostrada del Sole.

N. L. Dam: Vejpolitik.

Nye maskiner.

*Dansk Vejtidskrift* nr 3, 1960.

P. Holm: Indtryk fra den XI. internationale vejkongres i Rio de Janeiro. 1959.

Konklusioner vedtaget af den XI. internationale vejkongres i Rio de Janeiro. september 1959.

*Dansk Vejtidskrift* nr 4, 1960.

A. Bohn og A. Skjoldby: Metoder til bedømmelse av wet-sand.

Tom Rallis: Baltimores trafikchef Henry A. Barnes på besøg. Ejnar Degnbol: Nedskæring af træerne i Jægersborg Allé.

*Dansk Vejtidskrift* nr 5, 1960.

K. P. Danø: Engelsk vejvæsen.

*Dansk Vejtidskrift* nr 6, 1960.

A. O. Malvig: En studierejse i Schweiz.

H. Blichfeldt og A. Kolte Hansen: Veje og vejplaner i Schweiz.

E. A. Kirchhoff: Broer i Schweiz.

H. H. Ravn: Geoteknikkens anvendelse indenfor vejbygningen i Schweiz.

*Dansk Vejtidskrift* nr 7, 1960.

Rich. Honoré: Motorveje og ekspressgader i schweiziske byer.

H. Wissther Larsen: Betonveje i Schweiz.

Ingvar Pedersen: Om «sorte belægninger» i Schweiz og Danmark.

Referat af amtsvejinspektørforeningens årsmøde i Sorø amt den 24. og 25. maj 1960.

— — —  
*Svenska Vägföreningens Tidskrift* nr 10, 1959.

NTF 25 år.

C.-O. Ternryd: Fotogrammetri, ett modernt hjälpmedel vid vägplanering.

G. Djurberg: Värmländska skogindustriens transportproblem.

Rune Eriksson: Friktion på is.

J. Hedlund: Samordnad kommunal—statlig planering av enskilda vägnätet. Vägar på Värmdön.

Henning Segerros: Mera om vägräcken.

Lennart Carlsson: Inkarikets kungsväg — världens längsta vägbygge.

*Svenska Vägföreningens Tidskrift* nr 1, 1960.

Besparingsutredningen avvisad i fråga om vägarna.

Holger Ahreson: Vägfrågor inför 1960 års riksdag.

B. Lövhagen och B. Boyren: Att bygga väg på dålig grund.

G. Berglöf: Samordning av trafiksignaler.

O. Gunnarsson: Trafiksäkerhet genom samhällsplanering.

L. Widgren: Några iakttagelser om amerikanska broar.

Nytt vägmärke?

H. Segerros: Rast vid en bro.

**Svenske Vägforeningens Tidskrift nr 2, 1960.**

*Bo Hammarskjöld:* Vägbyggandet i maskinalderna. Hälso-  
ningsanförande vid vägdagen den 11. mars.  
*John Michie:* Byggandet av en större motorväg.  
*C.-E. Brinck:* Friktion mellan betongbeläggning och bädd.  
*L. Sandell:* Biltrafikens økning 1953—1958.  
*H. Segerros:* Ledningar och stolpar vid vägen.  
*F. E. Sommerschild:* Vägarna till Finland.  
*G. Fritzell:* Den italienska bergvägen Ceva—Savona.  
*Lennart Carlsson:* Motorvägsolyckor i Oklahoma.  
översyn av trafiklagstiftningen.

**Svenska Vägforeningens Tidskrift nr 3, 1960.**

Väginvesteringarna under 1950-talet.  
*T. Wikström:* Vägbyggaren i maskinalderna.  
*Stig Edholm:* Axeltryckmätningar.  
*S. Grundén:* Trafikdygnet.  
*H. Liljestrand:* Vägtrafikens utveckling under 1959.  
Styrelse- och revisionsberättelser för 1959.  
Tillstyrkt utredning om tullbroar.

**Svenska Vägforeningens Tidskrift nr 4, 1960.**

Statsbidragen till städernas väghållning.  
*O. Gunnarsson:* Trafikflödesberäkningar — et databehandlingsproblem.  
*G. Knutsson och P. Ljunggren:* Försök med olika siktningsmetoder.  
*E. Ericson:* Vagnätet den 1 januari 1960.  
*G. Fritzell:* Höghållfasta stål i amerikanska broar.  
Vägdagsdiskussionen.  
Vägforeningens yttrande angående trafikutredningen och busstrafiken.

**Personalia***Ansettelse i vegvesenet.*

Som fullmektig i særklasse i Vegdirektoratet er ansatt fru Ingrid *Bjelke*.

Som avdelingsingeniør II ved vegadministrasjonen i Buskerud, Rogaland, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og Finnmark fylker er ansatt henholdsvis Olav *Harket*, Odd *Rolland*, Ivar *Eggen*, Olav *Stevik* og Geir *H. Johnsen*.

Som bilsakkyndig I ved bilkontrollen i Oslo, Horten og Narvik er ansatt henholdsvis Gert *Neslein*, Jørund *Maurset* og Rolf *O. Olsen*.

Som oppsynsmann ved vegadministrasjonen i Hedmark, Nordland og Finnmark fylker er ansatt henholdsvis Magne *Sørensen*, Erling *Grunnfør* og Rolf *Sommervik*.

Som kontorassistent I i Vegdirektoratet er ansatt henholdsvis Karin *Granly* og Ruth *Krogsøther*.

Som kontorassistent ved vegadministrasjonen i Vestfold fylke er ansatt Kjell *Bjune*.

**Nummererte rundskriv 1960**

Nr 1. 5. januar 1960 til vegsjefene ang. legeundersøkelse av arbeidere som inntas i hjelpearbeid og innkvarteres i brakke.  
Nr 2. 12. januar 1960 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. sommertid i 1960.

Nr 3. 12. januar 1960 til vegsjefene ang. lønns- og arbeidsvilkår ved Statens vegarbeidsdrift. Overenskomstens § 4, punkt 5 og 6.

Nr 4. 15. januar 1960 til vegsjefene ang. yrkesskadetrygden.  
Nr 5. 20. januar 1960 til vegsjefene ang. endring av prisbestemmelser for transport med lastebil.

Nr 6. 28. januar 1960 til vegsjefene ang. geologiske undersøkelser i 1960.

Nr 7. 30. januar 1960 til vegsjefene ang. grunnundersøkelser 1960.

Nr 8. 4. februar 1960 til vegsjefene ang. yrkesskadetrygden.

Nr 9. 6. februar 1960 til vegsjefene ang. yrkesskadetrygden.  
Leie av bil og maskiner med fører.

Nr 10. 8. mars 1960 til vegsjefer og Statens bilsakkyndige ang. reklame ved bensinstasjoner.

Nr 11. 2. mars 1960 til vegsjefene ang. utgifter til fylkes- og bygdevegvers vedlikehold for terminen 1959—60.

Nr 12. 5. april 1960 til vegsjefene ang. vegarbeidsdriften.

Nr 13. 6. april 1960 til vegsjefene ang. opphevelse av prisbestemmelsene for transport med lastebil.

Nr 14. 7. april 1960 til fylkesmenn og vegsjefer ang. anlegg av bensinstasjoner ved offentlig veg.

S. Nr 15. 19. april 1960 til samferdselskonsulentene ang. forsent innlevert rutebilstatistikk.

Nr 16. 25. april 1960 til fylkesmenn og vegsjefer ang. pensjonstrygd for statens arbeidere.

Nr 17. 29. april 1960 til vegsjefene og militærkontoret ang. ny arkiv- og registreringsordning for bruer.

Nr 18. 27. april 1960 til vegsjefene og de bilsakkyndige ang. yrkesskadetrygden, fareklasser.

Nr 19. 16. mai 1960 til vegsjefene ang. biltrafikens serviceanlegg. Anlegg av bensinstasjoner.

S. Nr 1 M. 4. januar 1960 til fylkesmenn, vegsjefer, politimestre, samferdselskonsulenter og Statens bilsakkyndige ang. endringer i rundskriv nr 86/58 M av 27. desember 1958.

Nr 2 M. 6. januar 1960 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Austin.

Nr 3 M. 8. januar 1960 til vegsjefer og Statens bilsakkyndige ang. akeulykkene.

Nr 4 M. 9. januar 1960 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Volvo.

Nr 5 M. 9. januar 1960 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Lloyd.

Nr 6 M. 11. januar 1960 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt D.K.W., modell AU-1000 U.

Nr 7 M. 13. januar 1960 til politimestre, Statens bilsakkyndige og Statens bilfordelingskontor i Oslo ang. friere salg av lagerbiler — (person- og varebiler) importert og fortollet før 1. januar 1958.

S. Nr 8 M. 15. januar 1960 til fylkesmenn, vegsjefer, politimestre og Statens bilsakkyndige ang. rundskriv nr 101/59 M av 20. desember 1959. Endringer i Arbeidsdepartementets (nå Samferdselsdepartementets) forskrifter av 3. juni 1942 til motorvognloven.

Nr 9 M. 20. januar 1960 til politimestre, lensmenn og Statens bilsakkyndige ang. kilometertelleapparater.

Nr 10 M. 20. januar 1960 til politimestre, lensmenn og Statens bilsakkyndige ang. kilometertellere.

Nr 11 M. 20. januar 1960 til politimestre, lensmenn og Statens bilsakkyndige ang. kilometertelleapparater.

Nr 12 M. 20. januar 1960 til politimestre, lensmenn og Statens bilsakkyndige ang. kilometertelleapparater.

Nr 13 M. 20. januar 1960 til vegsjefer, samferdselskonsulenter og Statens bilsakkyndige ang. endringer i lov om motorvogner av 20. februar 1926. Endring i lov om pliktmessig avhold av 16. juli 1936.

S. Nr 14 M. 22. januar 1960 til politimestre og Statens bilsakkyndige ang. endringer i Samferdselsdepartementets forskrifter av 26. juli 1957 til lov av 17. oktober 1947 om godkjenning av bilverksteder m. v.

Nr 15 M. 30. januar 1960 til politimestre, Statens bilsakkyndige og Statens bilfordelingskontor i Oslo ang. bilforhandlingens adgang til å registrere personbiler til demonstrasjonsbruk.

Nr 16 M. 30. januar 1960 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Ford Thames 800.

Nr 17 M. 18. februar 1960 til politimestre, lensmenn og Statens bilsakkyndige ang. adgang for politi/lensmenn til å foreta første gangs godkjenning av monterte kilometertelleapparater samt plombering av slike.

Nr 18 M. 18. februar 1960 til fylkesmenn, politimestre, lensmenn, samferdselskonsulenter og Statens bilsakkyndige ang. gjennomføring av ordningen om motorvognavgift etter antall kjørte kilometer.

Nr 19 M. 18. februar 1960 til Statens bilsakkyndige ang. totalvekt Renault «Estafette», type R 2130 og R 2131.

REDAKSJON: Vegdirektoratet ved vegdirektør Thomas Backer, Schwensensgt. 3—5, Oslo.

UTGIVER: Teknisk Ukeblad.

Abonnementspris kr 15,— pr år. Vegvesenfunksjonærer kr 5,— pr år.

Abonnement- og annonseavdeling, Ingeniørenes Hus, Oslo. Tlf. 41 71 35.