

## Rapport om forsøk med leirmørtelmaskin

Drammens Jern leverte i 1947 for regning av forsøksmidler (kpt. 715—2) en leirmørtelmaskin. Maskinen er konstruert for oppslemming av leire under tilsetning av vann, slik at sluttproduktet blir en leirvelling av passende konsistens for blanding med veggrus. Blandingen med grusen kan senere foregå i verk eller på vegbane, og grusen tilføres på denne måte så meget finfordelt leire som en ønsker.

Maskinen er vist i fig. 1. Leiren tas ut i et passende leirtak, deles opp i klumper på omtrent et spadeblads størrelse. Leiren føres ved A opp i en steinutskiller som består av to roterende koniske valser med spesialformete flate gjenger. Gjengene fører forekommende stein over en viss størrelse ut til siden. Leiren passerer valsene og faller ned i presstrømmelen (skruetrommelen) hvor den blir noe bearbeidet. Av skruen føres den videre til utløpet i trommelens venstre side hvor den blir bearbeidet av hurtig roterende kniver som

skaver den opp i tynne skiver og korn under vanning. Den derved oppslammede leire faller så ned i vispekassen hvor to roterende visper vedlikeholder oppslemmingen og en får en jevn leirvelling. Leirvellings tykkelse reguleres ved tilsetning av større eller mindre mengde vann.

Fra utløpet ved B føres velling hen til en brønnformet beholder i bakken, og ved hjelp av maskindrevet pumpe kan den føres videre til blandeverk eller tankbil.

Leirmørtelmaskinen ble i 1948 prøvd i Buskerud fylke, i nærheten av Kongsberg, og er i 1950 benyttet til arbeider i Hedmark. Maskinens yteevne viste seg imidlertid å være noe lavere enn opprinnelig antatt, hvilket for en del må tilskrives at den ble kjørt med lavere hastighet enn forutsatt.

Det ble derfor i høst foretatt en del forsøk for om mulig å øke kapasiteten. Maskinen var plasert i leirtak i nærheten av Flisa st. Leirtaket inneholdt to lag leire. Det øverste besto av gulgrå mager

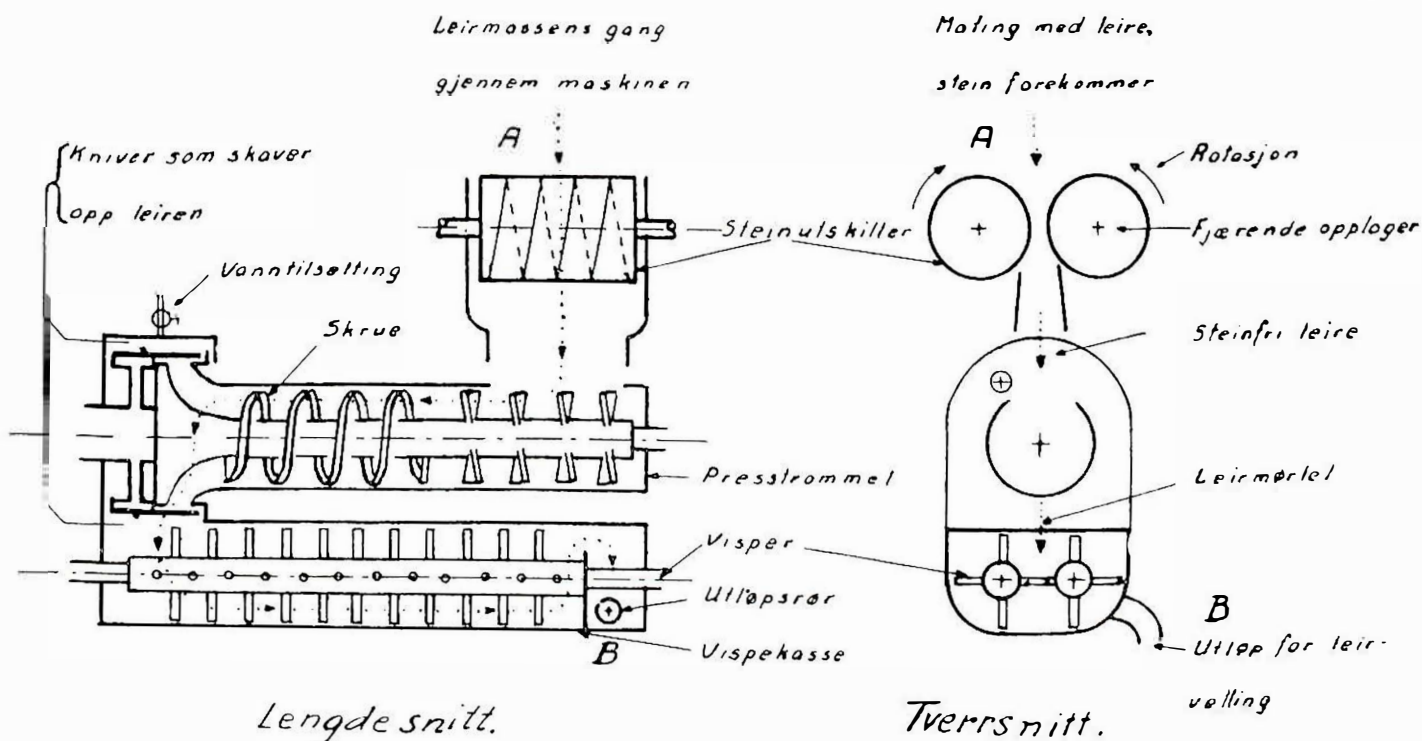


Fig. 1. Prinsippskisse av leirmørtelmaskin. Maskinens drivromskive sitter på knivakselen og ved hjelp av fannhjul overføres kraften videre til steinutskiller, skruer og visper som alle roterer med forskjellig hastighet.

leire (finsand), det underste av blå fetere leire. På grunn av stadig regnvær var den blå leiren helt plastisk, slik at den lett kunne stikkes med spade, den gulgrå var noe fastere og sprøere. Leiren inneholdt lite stein.

Arbeidslaget besto av 5 mann. 2 mann tok ut massen og førte den fram til maskinen (transportlengde ca. 20 meter). 1 mann matet, 1 mann var maskinist og foretok kontrollmålinger. 1 mann hadde diverse arbeid, bl. a. på grunn av spill som oppsto ved at skruen ikke alltid greide å ta imot all den leire som paserte steinutskilleren. Hvis en ved å endre konstruksjonen kunne spare denne mann, ville det være ønskelig. Det opplyses at rådgjerder herfor er tatt ved maskiner som er under arbeid.

Leirmørtelmaskinen ble drevet av en 40 hk dieselmotor. Trykkvann for vanntilsetting ble skaffet fram ved hjelp av en liten motordreven sentrifugalpumpe. Leirvellingen ble kjørt vekk med tankbil, tankkapasitet 2,5 m<sup>3</sup>. Til fylling av tanken ble ved 1. forsøk benyttet koppelevator og silo, ved 2. forsøk en 3" motordreven 2½ hk diafragma-pumpe og ved 3. forsøk en motordreven (5 hk) Mono skruepumpe. Leirvellingen ble av tankbilen spredt på vegbanen på nærliggende veger. Blandingen ble foretatt med en Dravn veghøvel med sjåfør, delvis assistert av vegvokter, som dog vesentlig utførte annet arbeid. Til dels ble også benyttet Odin høvel.

Forsøkene ble foretatt i følgende rekkefølge:

*Forsøk 1. 31. august 1950.*

Omdreiningstall for leirmørtelmaskinens remskive: 670 pr. min. Mating: Blå leire. Produksjon 2,5 m<sup>3</sup>/time. Vekten av den oppslemmede leire utgjorde omkring 825 kg pr. m<sup>3</sup>, altså ble det oppslemmet 2,05 tonn leire pr. time.

*Forsøk 2. 15. september 1950.*

Omdreiningstall: 860 pr. min. Blå leire: Produksjon 3,25 m<sup>3</sup>/time. Gulgrå leire: Produksjon

2,50 m<sup>3</sup>/time. Dette svarer til en oppslemming av henholdsvis 2,68 og 2,06 tonn leire pr. time.

Da en hadde mistanke om at leiren, på grunn av motstanden i utløpet av presstrømmelen, hadde tendens til å legge seg i skruen istedenfor å drives fram med den hastighet skruens stigning skulle tilsi, ble det for å motvirke dette forarbeidet en ny skrue med stykkevis avbrutt skrulinje (gjenger). Denne skrue ble satt inn før siste og 3. forsøk.

*Forsøk 3. 27. september 1950.*

Omdreiningstall: 860 pr. min. Gulgrå leire (blå var ikke mulig å få fatt på): Produksjon 3,7 m<sup>3</sup>/time. Tilsvarende fast leire beregnet til 3,05 tonn/time.

Avdelingsingeniør Bakke, i hvis distrikt arbeidet foregikk, gir i brev av 15. desember 1950 til vegsjefen følgende opplysninger om det utførte arbeid:

«I 1950 har maskinen vært i gang 12. juni—8. juli og 22. august—30. september. Produksjonens størrelse vil framgå av nedenstående tabell.

Forsøksdriften har eksklusive amortisasjon av leirmørtelmaskin kostet i alt .....	kr. 41 306,58
Anskaffelser, eksklusive leirmørtelmaskin:	
Silo m. v. ....	kr. 2 272,70
Pumpe .....	» 5 999,20
	» 8 271,90
Transport og montering inklusive planering av tomt (kr. 3,70 pr. m <sup>3</sup> ) ..	kr. 1 885,91
Reparasjoner og omstillinger »	3 655,53
	» 5 541,44
Driftsutgifter for leirvelling oppløst i tankbil (kr. 13,80 pr. m <sup>3</sup> ) .....	» 6 966,44
Utkjøring og spredning (kr. 7,20 pr. m <sup>3</sup> ) ..	» 3 620,00
Høvling og justering av vegbanen (kr. 9,80 pr. m <sup>3</sup> ) .....	» 4 906,80
Klorkalsium ca. 30 tonn .....	» 12 000,00
Tilsammen .....	kr. 41 306,58

De behandlede vegstrekninger har etter behandlingen vært i god stand og krevd lite vedlikehold.»

T a b e l l.

Vegstrekning	Fra km til km	Vegdekke m <sup>2</sup>	Anvendt		Leirvelling l pr. m <sup>2</sup> vegdekke	Fast leire kg. pr. m <sup>2</sup> vegdekke	Slitedekkets tykkelse cm
			Leirvelling m <sup>3</sup>	Fast leire tonn			
Rv. 110	0—6,3) 9,82—17)	60700) )	310	256	2,6	2,1	2,5
„ 80	17,8—33	60800)					
„ 80	1,48—7,7	31000	145	120	4,7	3,9	4,0
Fv. 48	0,6	3000	20	16,5	6,7	5,5	4,0
„ 110	0,2—1,0	4400	27,5	22,7	6,2	5,1	4,0
		159900	502,5	415,2			



Leirvellingproduksjonen ble ofte avbrutt av de maskinelle forsøk, og omkostningene hermed er kommet med i ovenstående kostnadsoversikt. Produksjonen var dessuten størsteparten av tiden hemmet av leirmøllens lave omdreiningshastighet. De spesifiserte utgifter, som også omfatter kapitalutgifter, kan derfor ikke legges til grunn for bedømmelse av driftskostnaden ved rasjonell drift. På grunnlag av observasjoner som ble gjort skal en imidlertid forsøke å sette opp en beregning av kostnaden.

Lessing i tankbil viste seg å ta følgende gjennomsnittlige tid (ved tankkapasitet 2,5 m<sup>3</sup>):

Fra silo .....	6 minutter
Fra 3" diafragma-pumpe ..	12 —
Fra 3" Mono skrue-pumpe .	6 —

Hvis Monopumpens skrue ikke blir utsatt for upåregnet slitasje av leirvelling, vil denne pumpe være den hensiktsmessigste av de prøvde lesseanordninger. Med snuing, rygging og litt tapstid kan en da regne 10 minutter på lessingen. Utspredningen tok ca. 15 minutter inkl. snuing. Av hensyn til tapstid bør regnes med 20 minutter eller i alt 30 minutter til lessing og spredning.

Som det vil gå fram av forsøkene nådde en høyest produksjon ved bruk av skrue med avbrutt skrue-linje, nemlig 3,7 m<sup>3</sup> pr. time. Forsøk 2 tyder på at produksjonen ville ha ligget enda høyere om blåleire hadde vært innmatet. Regnes forsiktigvis med 3,7 m<sup>3</sup> gir det 31,45 m<sup>3</sup> på 8,5 timer. Regnes med 20 % tapstid blir produksjonen ca. 25 m<sup>3</sup> om dagen eller 10 tankvogner å 2,5 m<sup>3</sup>. Regnes midlere kjørehastighet (inkl. tapstid) til 25 km/time vil den daglige midlere kjøreavstand være:

1 vogn .....	4,3 km
2 vogner .....	15,0 »
3 vogner .....	25,5 »

Ved å grave brønnen hvor leirvelling akkumuleres tilstrekkelig stor vil kjøreavstanden kunne varieres, slik at hele veglengden kan bli behandlet.

En mangler erfaring for hvor hurtig maskineriet slites. Leirmørtelmaskinens anskaffelseskostnad er ca. kr. 30 000,—. Antas levetiden å være 6000 timer, blir avskrivning kr. 5,— pr. time. Reparasjonskostnaden, renter og lagringsutgifter antas å dreie seg om kr. 5,— pr. time. (Denne ansettelse er visstnok høy).

En kan da sette opp følgende omkostningsoverslag:

### 1. Framstilling av leirmørtelen.

Maskinleie for leirmørtelmaskin, 8,5 timer å	kr. 10,—	kr. 85,—
Drivmotor inkl. brensel m. v., 8,5 timer å	kr. 4,—	» 34,—
Monopumpe for fylling m. m., 1,0 time å	kr. 3,—	» 3,—
Diverse småreparasjoner på stedet .....		» 8,—
		kr. 130,—
Arbeidslønn (akkord) 5 × 8,5 = 42,5 timer å	kr. 3,—	kr. 127,50
Diverse og overtid .....		» 32,50
		kr. 160,—
Sosiale utgifter, oppsyn m. v., ca.		
22 % tillegg .....		» 35,—
		» 195,—
		kr. 325,—

Regnes med at det på 8½ times dag fremstilles gjennomsnittlig 25 m<sup>3</sup> leirvelling, vil prisen pr. m<sup>3</sup> bli kr. 13,—. Det er da forutsatt Semidiesel drivmotor og bensindrevet pumpe. Utgifter til avskrivning, reparasjoner, brensel og olje m. v. er medtatt. Derimot er utgiftene til oppstilling og transport av maskineriet holdt utenfor. Det er forutsatt trykkvann for vanntilsetting. Da det ble anvendt dieselmotor til drift av leirmørtelmaskinen, ble det dessverre ikke anledning til å måle kraftforbruket.

### 2. Arbeidet på vegbanen.

Til å skrape sammen grusen på vegbanen og blande denne og eventuelt tilført grus med leirvelling anvendes motorveghovel. Vanligvis vil en hovel være tilstrekkelig for blanding av 25 m<sup>3</sup> leirvelling pr. dag.

Utgiftene blir:

Motorveghovel 8,5 timer å	kr. 12,—	kr. 102,—
Assistanse av vegvokter .....		» 8,—
Diverse .....		» 15,—
		kr. 125,—

eller pr. m<sup>3</sup> leirvelling kr. 5,—.

I Hedmark ble brukt omtrent 1 m<sup>3</sup> leirvelling med innhold av 825 kg leire pr. 320 m<sup>2</sup> vegbane. Regnes gruslaget 3 cm tykt, vil det si at det tilførtes ca. 5 % leire om gruslagets spesifikke vekt settes til 1,7.

Iberegnet kjøreutgifter skulle de samlede daglige utgifter under ovennevnte forutsetninger bli omtrent som vist i fig. 2. I tillegg til omkostningene vil komme flyttings- og oppstillingsutgif-

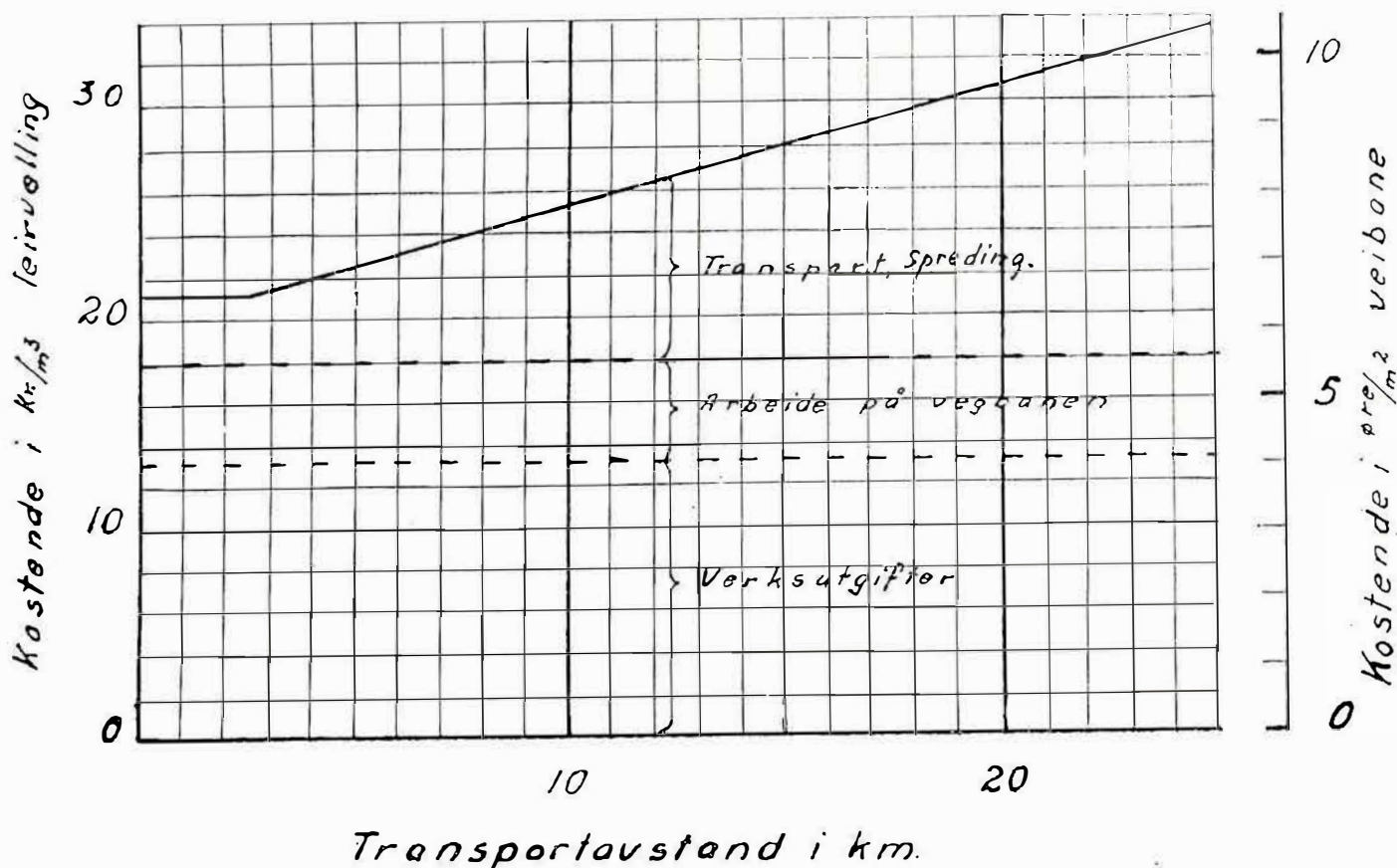


Fig. 2. Grafisk fremstilling av leirbehandlingskostende. Prisen pr. m<sup>2</sup> forutsetter en tilsetning av 1 m<sup>3</sup> leirvelling (825 kg fast leire) pr. 320 m<sup>2</sup> vegbane etter erfaring fra Hedmark.

ter. Må grus tilføres vegbanen kommer også utgifter hertil i tillegg. Tilsettes mer eller mindre leire økes eller minskes utgiftene pr. m<sup>2</sup> forholdsvis. Klorkalsium blir vanligvis brukt til vegene enten de behandles med leire eller ikke. Utgifter til klorkalsiumbehandling er derfor ikke medtatt. Heller ikke utgifter til transport og oppsetting av verket, opprensning av leirtak m. v.

Under forannevnte forsøk var nedbørmengden ganske stor og leiren i taket som følge derav for det meste bløt og plastisk. Avdelingsingeniør Bakke mener at produksjonen, når tørr leire anvendes, vil være omtrent  $\frac{2}{3}$  av den målte. Verksutgiftene og delvis også utgiftene til arbeid på vegbanen vil da stige tilsvarende.

Under vanlige forhold kan en sannsynligvis regne med at utgiftene (ekskl. klorkalsium) ved 15 km midlere transportlengde vil dreie seg om 10 øre pr. m<sup>2</sup>.

Hvor meget en maskinell oppslemming og tilsetning av leire til vegdekket med passende mellomrom vil lette vedlikeholdet og bidra til senkning av vedlikeholdsutgiftene er vanskelig å bedømme.

Avdelingsingeniøren uttaler herom:

«Det er gjennomsnittlig brukt 1 m<sup>3</sup> leirvelling på 317 m<sup>2</sup> vegbane. Behandlingen må gjentas antakelig med 2 å 3 års mellomrom, og betingelsen

for lønnsomhet er at utgiftene må innspares på vedlikeholdet i løpet av denne tid.

Hvor stor besparelsen i virkeligheten kan bli er det ennå for tidlig å uttale seg om. Da imidlertid høvling og grusing i 1949—50 kun utgjorde kr. 0,20 pr. m<sup>2</sup> vegbane, kan den neppe ventes å bli større enn ca.  $\frac{1}{4}$  herav, eller 5 øre pr. m<sup>2</sup> pr. år. Men herom has som nevnt ennå ingen erfaring å bygge på.»

Holder denne antakelse stikk, vil besparelsen i vedlikeholdsutgifter ikke bli særlig stor. Vaskebrettene forsvinner imidlertid og kan hulldannelsen i dekket holdes nede vil de trafikkmessige fordeler som oppnås være meget betydelige. Huller vil fortrinnsvis dannes på steder hvor vannavløpet er dårlig, vesentlig på horisontale strekninger. Det bør derfor overveies å beskytte disse strekninger på en særlig måte, f. eks. ved impregnering og asfaltoverflatebehandling. Arbeidet må i tilfelle følge så snart etter leirbehandlingen at huller ikke får tid til å oppstå. Personlig tror jeg at det er håp om, ad denne veg, å finne fram til et billig, støvfritt dekke for våre mange gjennomgangsveger med liten trafikk. Dekkene kan så, ved leirtilsetninger med passende mellomrom, gjøre tjeneste inntil forholdene blir slik at vegene kan forsynes med høyverdige dekker.



Leirtilsettingen kan som kjent også foregå fra leirtaket direkte på vegbanen, idet en lar trafikken knuse leirklumpene og veghøvelen etter hvert blande dem sammen med grusen. Blandingen blir naturligvis ikke så omhyggelig som når leirvelling benyttes, idet vellingen omhyller hvert enkelt sandkorn. Noe leire vil også støve bort, og av praktiske grunner vil det bli påført betydelig større leirmengder enn når leirvelling benyttes.

Tilføres den dobbelte mengde (etter vekt), vil kostnaden ligge på ca. 8 øre pr. m<sup>2</sup> ved midlere transportlengde på 15 km, utregnet på liknende måte som foran. Det vil imidlertid være vanskelig å spre leire i så tynne lag ( $\frac{3}{4}$  m<sup>3</sup> på 320 m<sup>2</sup>), og så vidt jeg har sett brukes tildels betydelig større mengder og skal det da skaffes virkelig god leire blir utgiftene høye.

Begge metoder vil vel inntil videre bli benyttet. Det vil imidlertid være ønskelig at arbeidet blir utført under større aktpågivenhet og kontroll enn hittil, slik at en kan vinne ytterligere erfaringer både m. h. t. leirtilsettingens størrelse og kostnad samt dekkens varighet og tilstand.

#### Resyme.

Forsøkene tyder på at en leirmørtelmaskin av konstruksjon og størrelse som den prøvde gjennomsnittlig vil kunne yte ca. 3 m<sup>3</sup> pr. time (ca. 25 m<sup>3</sup> pr. 8½ times dag) med et innhold av fast leire på ca. 2,5 tonn. Forutsetningen er da at skrue med avbrutt skrulinje (gjenger) benyttes. Det er sannsynligvis muligheter for ytterligere forbedringer, bl. a. ved øking av utløpsåpningen i presstrømmelen som vil bli forsøkt. Noe bestemt herom kan ikke sies. Dertil var forsøkene for få. Ved mating med tørr leire vil produksjonen antakelig gå noe ned.

Til lasting viste Monopumpen seg å være best. Hvis slitasjen viser seg å være rimelig, bør slike pumper anvendes. Passende størrelse 3".

Større produksjon enn 25 m<sup>3</sup> leirvelling pr. dag skulle neppe være nødvendig etter våre forhold. En kan da behandle 1,5 å 2,5 km veg av 5 meters bredde pr. dag, alt etter størrelsen av leirtilsettingen til dekket. Observasjonene synes imidlertid å tyde på at en uvesentlig øking av dimensjonene vil gi en vesentlig øking i kapasiteten. T. Bjørum.

#### Ad. Rapport om leirmørtelmaskin

Overingeniør Bjørums rapport er forelagt undertegnede for tilføelse av ytterligere opplysninger som kan tenkes å være av interesse.

Vedrørende selve maskinen kan nevnes at der opprinnelig var forutsatt større omdreiningshastighet på de

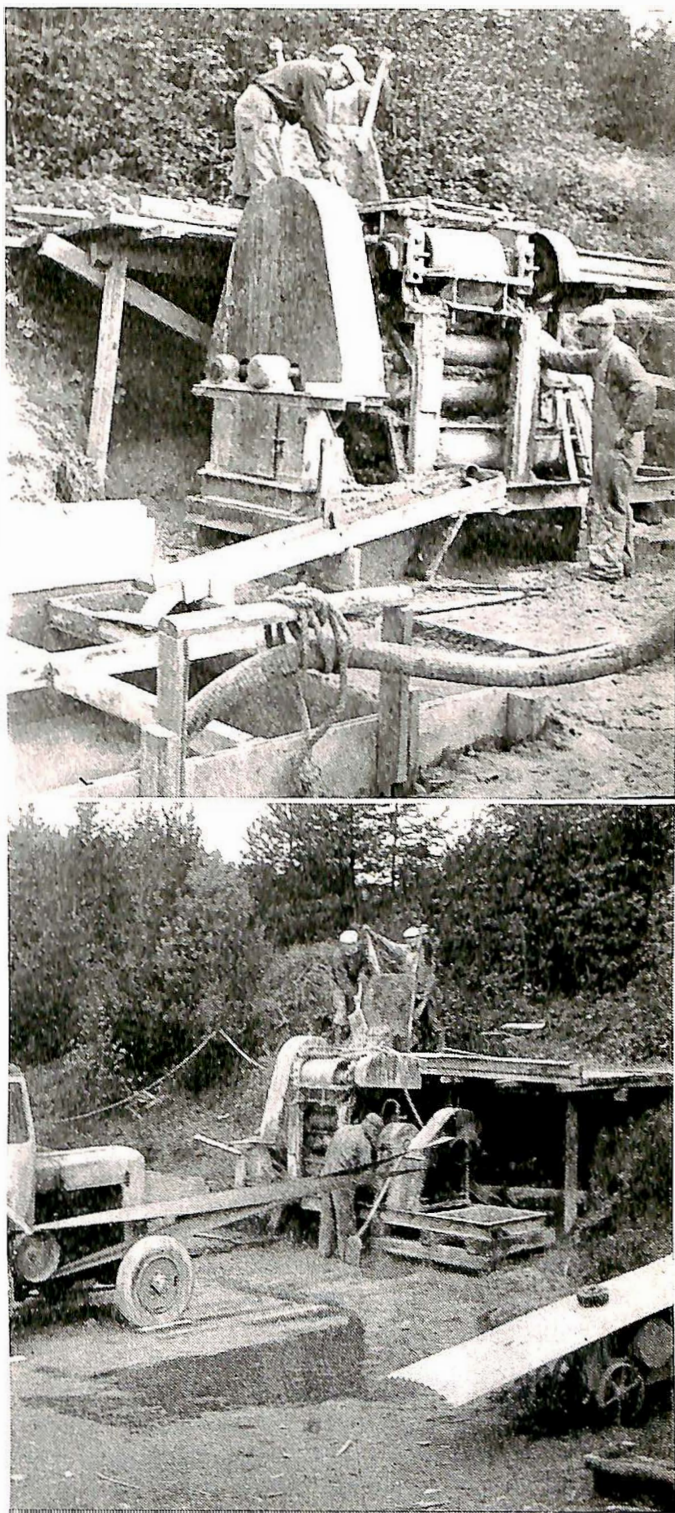


Fig. 3. Leirmørtelmaskin i arbeid ved Flisa.

hurtigroterende kniver. Det var meningen til å begynne med å forsøke med ca. 900—1000 omdreininger pr. minutt. Forsøkene har tilfelle vist at det er av betydning å holde denne hastighet høy. Det synes derfor å være grunn til å fremheve dette nokså sterkt.

I fig. 3 er vist maskinen i arbeid ved Flisa. Fotografiene er kanskje tydelige nok til å vise at maskinen ikke trenger noe fundament. Den hviler på bare noen firkantstokker. Når man sløyfer siloen, som nå er tilfelle, blir det bare å grave ut en brønn for oppsamling av leirvellingen. Montering blir derfor enkel. Maskinen veier i sin helhet ca. 4,3 tonn. For transport er det imid-



lertid forutsetningen at man først løfter av steinutskille- ren. Da den veier ca. 1800 kg blir vekten av den reste- rende del ca. 2500 kg. Maskinen er forsynt med kroker så den ved hjelp av en stubbetryter kan løftes og an- bringes på en lastebil. Uten nevneverdige forarbeider kan maskinen stilles opp i et leirtak eller ved en skarp vegkurve hvor det er ønskelig å fjerne en utstikkende leirbakke som hemmer oversikten, samtidig som leire trenges for stabilisering av nærliggende grusdekke. I og med at der nevnes et slikt prosjekt er man kommet inn på et viktig krav som må stilles til en sådan maskin under våre forhold, nemlig at den må kunne slemme opp også relativt hard tørrskorpeleire. For vårt vedlikeholds- arbeid vil det kunne bli tale om å ta ut forholdsvis små mengder leire på hvert arbeidssted. Det tør da være umiddelbart innlysende at det ville bety store unødige utgifter om maskinen ikke kunne bearbeide tørrskorpe- leirer som ofte kan bli av vesentlig tykkelse.

Under arbeidet ved Flisa hadde leirvellingen en kon- sentrasjon på ca. 825 kg tørrstoff pr. m<sup>3</sup>. Selv med denne konsentrasjon ble arbeidet fremmet under det sta- dige regnvær man hadde sommeren 1950. Det skal be- merkes at man under arbeidet forsøksvis har fremstilt langt tykkere leirvelling, eksempelvis med ca. 1100 kg tørrstoff pr. m<sup>3</sup>. Leira er da selvsagt sandblandet.

For mange år siden da forslag om spredning av leir- velling på vegbanen først ble fremsatt ble det møtt med den innvending at det var uøkonomisk å transportere så meget vann. Sett under denne synsvinkel må det nød- vendigvis betraktes som viktig å kunne fremstille hvilken som helst ønsket grad av konsentrasjon.

Som det fremgår av rapporten om arbeidet ved Flisa ble dette fremmet under uheldige værforhold. Etter denne erfaring skulle det synes som om arbeidssesong- en skulle kunne strekke seg over ca. 6 måneder av året. Som kjent har grusing tidligere i alminnelighet foregått om høsten, idet den hittil vanlig benyttede bindstoff- fattige grus har bevirket overhåndtagende vaskebrett- dannelselse hvis grusingen har foregått i den tørre årstid. Fremgangsmåten nå burde rimeligvis bli den at man be- gynner spredningen av leirvelling tidlig om våren på de strekninger hvor der på forhånd er rikelig med bind- stoff-fattig grus. På de strekninger hvor grus mangler kan gruskjøring og leirspredning foregå hele sommeren om man så skulle ønske. Derved blir man istand til på en rasjonell måte å utnytte sin bilpark, samtidig som ut- vinning av grus skjer på en tid da den kan skje billigs. Mange steder får man jo bl. a. billig spillkraft om som- meren.

Avdelingsingeniør Bakke uttaler i sin rapport at leir- tilsetningen antakelig må gjentas med 2 å 3 års mellom- rom og at besparelsen på den veg som behandles kanskje kunne settes til 5 øre pr. m<sup>2</sup> pr. år. Overingeniør Bjørum har beregnet utgiftene med leirtilsetning til ca. 10 øre pr. m<sup>2</sup> for en midlere transportlengde av ca. 15 km. Selv om leirbehandlingen må gjentas med 2 års mellom- rom skulle man altså i henhold til disse to uttalelser ha forbedringen av vegbanen gratis. Dette gjelder en så mager behandling som den i rapporten omtalte. Erfar- ing fra tidligere år har vist at tykkere behandlinger har

gitt en vegbane som har holdt uten fornyelse i over den dobbelte tid, så sant den har vært holdt passe fuktig. Men dette er også en meget viktig betingelse. Hermed er vi kommet inn på en side av spørsmålet som ikke er blitt nevnt i rapporten, og det er besparelsen i støvdempnings- midler. Det tør være en alminnelig erfaring at jo mer bindstoff-fattig en grus er desto mindre virkningsfullt blir klørkalcium og desto mer trenges der. Om man sparer ca. 50 % av vanlig benyttet saltmengde så vil det med de nåværende priser tilsvare ca. halvparten av om- kostningene med leirtilsetningen. Dette antas å være for- siktig regnet i mange tilfelle. Den besparelse som oppnås ved redusert saltforbruk, minsket høyling og minsket grusforbruk antas derfor tilsammenlagt å over- skride de utgifter som er forbundet ved å tilsette det for- ønskede bindstoff, samtidig som man får en mer effektiv støvdempning.

Der er ennå en side ved saken som til slutt skal be- røres og det er vegbanens karakter for den forsynes med fast dekke. Som kjent er det av betydning at en vegbane under et asfaltdekke ikke innholder mer bindstoff enn nødvendig for å få forønsket stabilitet. Herav følger at det selvsagt er viktig at bindstoffet forekommer så jevnt fordelt som mulig, hvilket neppe kan oppnås ved spred- ning av klumper.

I forbindelse med arbeidets utførelse er der en rekke detaljspørsmål som burde utdypes, men av hensyn til artikkelens omfang skal dette sløyfes her.

H. Brudal.

#### Friksjonskoeffisienten mellom bilring og vegdekke

Denne koeffisients størrelse er av stor betydning, men det har ennå vært atskillig usikkerhet om de riktige ver- dier. E. C. Pike har i Journal of the Royal Aeronautic Society, desember 1949, s. 1085—1094, samlet og til en viss grad vurdert det foreliggende materiale. I de fleste tilfelle dreier det seg om resultater av prøver om automo- bilringer ved hastigheter under ca. 60 km/t. Der finnes dog en serie amerikanske prøver på hastigheter opptil 176 km/t og Dunlop Rubber har foretatt beregninger for opptil 192 km/t. Pike kommer til følgende resultat:

Friksjonskoeffisienten for låste hjul avhenger i høy grad av beskaffenheten av vegdekkets overflate. For be- tøng, våt eller tørr varierer koeffisienten mellom 0,55 og 0,70, for tørr jevn asfalt 0,60—0,75 og fuktig jevn asfalt 0,20—0,40 ved en fart av 48 km/t.

Kurvebilder inntatt i originalarbeidet viser at overflaten («texture») er viktigere for friksjonskoeffisientens stør- relse enn selve arten av materialet. Hastighetens inn- flytelse er større på fuktige vegdekker enn på tørre. Forsøk med små hastigheter gir som oftest meget for- skjellige verdier fra forsøk med store hastigheter.

Mønsteret på ringbanen spiller i alminnelighet bare en rolle på våte vegdekker.

Isbelagte, faste vegdekker har en friksjonskoeffisient mellom 0,15 og 0,20, uansett hastigheten. (Highway Research Abstracts, mai 1950, s. 5—6.)

O. K.

# Maskinelle jordarbeider i vegvesenet

Overingeniør T. Bjørum

(Forts. fra nr. 2).

DK 625.08

## Maskinens ytelse og arbeidets kostende.

Skal en kunne danne seg et klart bilde av maskinenes anvendelsesmuligheter må talloppgaver over maskinenes kapasitet knyttes til en bestemt klassifisering av jordartene. I amerikansk litteratur angis gjerne tre jordklasser, f. eks.: lett, middels og hard. En inndeling i tre klasser skulle kunne passe også for norsk terreng. En slik inndeling er spesifisert nedenfor og etterfølgende beregninger og grafiske tabeller refererer seg til denne.

Klasse I. Masser uten kohesjon så som tørr sand, løs grus og singel. Ennvidere masse med kohesjon og som kan stikkes med spade, f. eks. fuktig finsand, lett matjord o. l.

Manuell arbeidsytelse 1,1—2,0 m<sup>3</sup>/time.

Klasse II. Masser som lett loses med hakke så som lett leire og leirgrus samt grus og jord blandet med småstein.

Manuell arbeidsytelse 0,7—1,1 m<sup>3</sup>/time.

Klasse III. Til denne klasse regnes hard leire og leirgrus med noe stein samt meget løse, helt forvitrede skiferarter. Hele massen må loses med hakke og spett.

Manuell arbeidsytelse 0,5—0,7 m<sup>3</sup>/time.

I den angitt arbeidsytelse er medregnet lessearbeidet.

En definisjon av foran nevnte jordarter etter kornstørrelsen angis etter professor Heje: Veg- og jernbanebygging:

Stein: Kornstørrelse $D > 2$ cm	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Blokker over 50 cm} \\ \text{Kampestein 25—50 cm} \\ \text{Kuppelstein 10—25 cm} \\ \text{Småstein 2—10 cm} \end{array} \right.$	
Grus: $d = 20—2$ mm		$d > 10$ mm — singel — aur
Sand: $d = 2—0,02$ mm		$\left\{ \begin{array}{l} \text{Grovsand } d = 2—0,2 \text{ mm} \\ \text{Finsand } d = 0,2—0,02 \text{ mm} \end{array} \right.$
		$\left\{ \begin{array}{l} \text{Groвлеire } 0,02—0,002 \text{ mm} \\ \text{krystallonisk struktur. Skjør} \\ \text{leirjord (eng. loam, tysk} \\ \text{Lehm) er groвлеire med noe} \\ \text{sand.} \\ \text{Finleire } 0,002 \text{ mm og mindre} \\ \text{— amorf-kolloidal, limaktig} \\ \text{struktur. Stiv leire (eng.} \\ \text{clay, tysk Ton) er finleire} \\ \text{med bare lite sand.} \end{array} \right.$
Leire: $d = 0,02$ mm og mindre		

Helt skarpe grenser mellom de forskjellige slag er i praksis ikke til stede.

Vegvesenet baserer sine planer og kostnads-overslag på fast masse i bakken målt i kubikk-meter etter profilene. Det samme grunnlag bør derfor benyttes ved beregning av maskinenes ytelse og arbeidskostnad.

Når den faste jord graves ut, øker dens volum, og når den valsens til igjen skrumper den sammen til

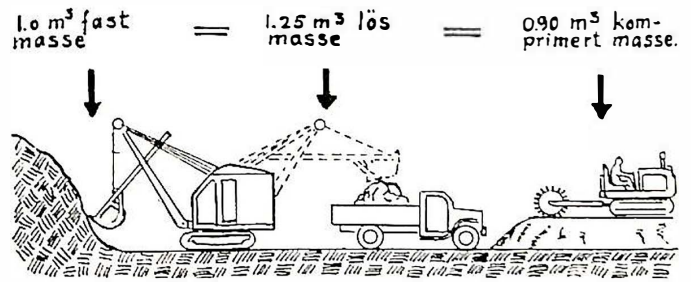


Fig. 49. Endringer i volumet av alminnelig jord under dens bearbeidelse.

sitt opprinnelige (ved sterk valsning vil den kunne skrumpe inn ennå 5—10 % til). Fig. 49 illustrerer dette.

Forholdet  $\frac{\text{volum av fast masse}}{\text{volum av løs masse}}$  vil variere etter jordarten og uttrykkes ved en koeffisient som passende kan kalles skrumningskoeffisienten. Da maskinenes graveredskap — gravemaskinskjeen, bulldozerbladet og hjulskrapekassen — arbeider med løs masse, må en multiplisere redskapens romfang med massens skrumningskoeffisient for å finne volumet av den tilsvarende faste masse. Skrumningskoeffisienten finnes i tabell IV.

En vil imidlertid ikke kunne regne med alltid å få graveredskapen fullastet. Fyllingsgraden er avhengig av jordarten og uttrykkes ved en koeffisient som en kan kalle redskapens effektkoeffisient. De forskjellige verdier av den vil finnes i tabell IV. Foruten av jordarten er effektkoeffisienten

Tabell IV.

Jordklasse		f. Skrumningskoeffisient	k. Redskapets effektkoeffisient	Utvindingskoeffisient $s = f \cdot k$ .
I	Fin sand, fuktig	0,95	1,00—1,10	0,95—1,05
	Alm. jord, matjord	0,80	1,00—1,10	0,80—0,88
	Sand og løs grus, tørr	0,90	0,80—0,85	0,72—0,77
	Lett leire	0,75	1,00	0,75
II	Leirgrus og bløt leire	0,80	0,80—0,90	0,64—0,72
	Fast leire	0,75	0,80	0,60
III	Hard leire	0,70	0,70—0,80	0,49—0,56
	Flisfjell	0,70	0,60—0,70	0,42—0,49



sterkt avhengig av jordens innhold av stein, særlig kampestein og blokker, som vil minske arbeids-effekten. Produktet av koeffisientene er betegnet med  $s$  og finnes også i samme tabell.

Romfanget av gravemaskinens skje og hjulskrapens lastekasse oppgis av fabrikanten. Bulldozerens svingbare blad er imidlertid flatt og volumet av den masse det kan frakte, må fastsettes på grunnlag av erfaring. For dozing med bladet på tvers vil følgende verdier korrespondere med tabell IV:

Caterpillar D-7	1,95 m <sup>3</sup>
—,,— D-6-60"	1,25 „
—,,— D-4-44"	0,80 „

Under arbeidet vil det alltid oppstå små pauser hvorunder maskinens motor som oftest er igang, mens redskapen ikke benyttes. Det kan være en liten hvil, venting på annet arbeide, småreparasjoner o. l. Etter erfaringer andrar maskinenes effektive arbeidstid til 75—90 % av den tid det betales leie for. Ved beregningen av maskinenes kapasitet må tas hensyn til dette (maskinens effekt-koeffisient).

Kapasiteten kan beregnes etter meget enkle formler.

Hvis:

$Q$  = maskinens kapasitet i m<sup>3</sup>/time fast masse.

$q$  = 1. Romfanget av gravemaskinskjeen i m<sup>3</sup> (se tabell V).

2. Volumet av den løse masse i m<sup>3</sup> dozerbladet kan føre (se foran).

3. Romfanget av hjulskrapens lastekasse i m<sup>3</sup> (se tabell II).

$s$  = massens utvinningskoeffisient etter tabell IV.

$g$  = maskinens effektkoeffisient, for gravemaskiner og hjulskraper 0,75 og for bulldozere 0,83, svarende til henholdsvis 45 og 50 gangminutter i timen. Når denne timen er den tid som det betales leie for, vil innførelsen av koeffisienten gi nytt leietid, altså virkelig produktiv arbeidstid.

$c$  = maskinens arbeidscyklus (rundetid) som omfatter:

1. For gravemaskin: Graving + svinging til tipp + tipping + svingning tilbake. Den angis i sekunder i tabell V.

2. For bulldozere: Graving i ca. 10 meters lengde + transport forover, som regel i 1. gear + gearskifte + retur, som regel i 2. gear revers + gearskifte.

3. For hjulskraper: se senere.

sa gjelder:

$$\text{For gravemaskin: } Q = \frac{q \cdot s \cdot 3600 \cdot g}{c} \quad (1)$$

$$\text{For bulldozer og hjulskrape: } Q = \frac{q \cdot s \cdot 60 \cdot g}{c} \quad (2)$$

Arbeidscyklus  $c$  for gravemaskiner fås oppgitt av fabrikantene. Verdiene er satt opp på grunnlag

av prøver under ideelle forhold og er derfor som regel for gunstige. I praksis kan regnes med verdier i tabell V.

Tabell V. Arbeidscyklus for gravemaskin.  
(cuyd = cubic yard = 0,76 m<sup>3</sup>).

		Arbeidscyklus i sekunder for for- og bakgraver			
		Maskinstørrelse (Skjestørrelse).			
Jord-klasse		<sup>3</sup> / <sub>8</sub> cuyd 0,29 m <sup>3</sup>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> cuyd 0,38 m <sup>3</sup>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub> cuyd 0,48 m <sup>3</sup>	<sup>1</sup> cuyd 0,58 m <sup>3</sup>
Sving av ut- ligger 90° ..	I	21	22	23	24
	II	25	26	27	28
	III	30	31	32	33
For hver 10° økning eller minsking av svin- gen legg til eller trekk fra i sek. ....		1 1/2	1 1/2	2,0	2,0

I verdiene er ikke medtatt ventetid ved lastingen. Anvendes traller eller lastevogner vil ventetid måtte legges til. Lengden av ventetiden vil variere etter forholdene.

For bulldozere er:

$$c = t_0 + \frac{l - 10}{v_1} + \frac{l}{v_2} \quad (3)$$

når:

$t_0$  = gravningstid (gravning i 10 meters lengde) + tiden for 2 gearskift (se tabell VI).

$l$  = transportavstanden i meter.

$v_1$  = hastighet forover i meter/min. (som regel 1. gear).

$v_2$  = returhastighet —,,— (som regel 2. revers).

For bulldozere vil dødtiden  $t_0$  variere med massens hardhet og vanskelighetsgrad i ennå høyere grad enn for gravemaskiner. Mens bulldozeren i jord av kl. I i alminnelighet uten noen nevneverdig hindringer kan skaffe seg last ved kjøring med full fart på 1. gear må den i hardere og særlig i steinfyllt jord, oftest stange seg fram, kanskje rygge og skrape på nytt, for å få løsnet nok jord til noenlunde fullastet transport. Dødtiden i hard og vanskelig masse, vil derfor kunne bli flere ganger så lang som i lett masse. De oppgaver en har i litteraturen vedrørende disse forhold refererer seg til helt andre masser enn de en i alminnelighet har her i landet. De verdier av dødtiden som er gitt i tabell VI er derfor fastsatt så godt det lar seg gjøre på grunnlag av de få erfaringer en har fra norsk vegarbeide.

For hjulskraper regnes med at gravingen foregår på 1. gear gjennomsnittlig i 30 meters lengde og at transport og returkjøring foregår på høyest mulig gear.



Tabell VI.

	$t_0 =$ dovtiden i minutter for bulldozere								
	Jordkl. I			Jordkl. II			Jordkl. III		
	D 7	D 6	D 4	D 7	D 6	D 4	D 7	D 6	D 4
Gravingstid i min. ....	0,27	0,27	0,27	0,77	0,87	1,07	1,07	1,27	1,77
2. gearskift —,— .....	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
$t_0 =$	0,60	0,60	0,60	1,10	1,20	1,40	1,40	1,60	2,10

Altså blir:

$$c = t_0 + \frac{2l - 30}{v} \quad (4)$$

hvor  $v$  er den anvendte gjennomsnittshastighet i meter/min. tur og retur, i alminnelighet ca. 100 meter. Når en kjenner det gear som nyttes vil hastigheten også kunne finnes av tabell I.

For jordklasse I kan  $t_0$  angis således (lasting foregår over 30 meters lengde):

Lasting .....	1,00	minutt
Spredning .....	0,50	„
Snuing .....	1,00	„
Gearskift .....	0,50	„
<u>Sum:</u>	<u>3,00</u>	<u>minutt</u>

I jord av klasse II må opprøver anvendes og det er ikke mulig på forhånd å antyde verdier av  $t_0$ .

I foranstående formuler er forutsatt at traktorens trekkraft kan nyttes fullt ut og at kjøringen foregår på flat mark. Dette er imidlertid ikke alltid tilfelle.

Skal trekkraften nyttes fullt ut, må friksjonen mellom beltene og grunnen være  $\geq$  trekkraften. Friksjonen er, foruten av beltenes (gummiens) form og tilstand, avhengig av maskinens vekt og grunnens beskaffenhet. Betegnes grunnens beskaffenhet med friksjonskoeffisienten  $\mu$ , vekten av maskinen med  $G$  og trekkraften  $K$  så er:

$$K = \mu G \text{ og } \mu = \frac{K}{G} \quad (5)$$

Etter „Caterpillar” Performance Handbook gjenis i tabell VII et utdrag av noen verdier av  $\mu$  ved forskjellige jordarter.

Tabell VII. Oppgave over en del friksjonskoeffisienter.

	Belter	Gummihjul
Tørr leire .....	—	0,50—0,58
Våt leire .....	—	0,40—0,49
Løs sand .....	0,30	0,20—0,35
Fast jord .....	0,90	0,50—0,60
Løs jord .....	0,60	0,40—0,50
Is .....	0,12 <sup>1</sup>	0,12

<sup>1</sup> Ved bruk av semi-skeleton sko 0,27.

En Caterpillar bulldozer D-7 med svingbart blad veier 14,4 tonn og har en største trekkraft på 9,69 tonn. Forat trekkraften skal nyttes fullt ut, må altså:

$$\mu \geq \frac{9,69}{14,4} \geq 0,68$$

Av tabell VII vil ses at bulldozerens trekkraft vil kunne nyttes fullt ut bare i fast jord.

Ved siden av friksjonen spiller kjoremotstanden en betydelig rolle særlig når traktoren skal dra hjulskraper eller tunge vogner. Kjoremotstanden er sammensatt av:

rullemotstanden  $W_r$  og  
stigningsmotstanden  $W_s$

Luftmotstanden som bare gjør seg gjeldende ved stor hastighet kan en se bort fra.

Rullemotstanden spiller derimot en betydelig rolle for framdriften av hjulskraper. Den er avhengig av skrapens vekt og friksjonen mellom hjulene og underlaget. Denne friksjon varierer sterkt etter vegbanens beskaffenhet. Den måles i kg pr. tonn vekt av kjøretøyet eller fastsettes i prosent av vekten.

Nedenstående tabell viser noen verdier av rulle- motstanden  $W_r$ :

Godt vedlikeholdt, hard, jevn veg uten hjulnedtrengning	2 % av total vognvekt	
Dårlig vedlikeholdt, sporet jordveg som gir noe etter for hjulet .....	5 % „	—,—
Mjuk og bløt (løs) mark eller sand lite tilkjørt, uten vedlikehold .....	10—20 % „	—,—

Stigningsmotstanden

$$W_s = G \cdot \sin \alpha$$

som vist i fig. 50.

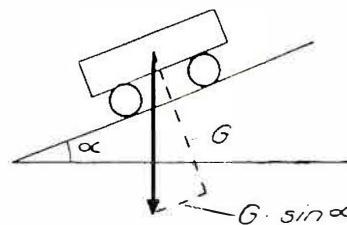


Fig. 50. Stigningsmotstand  $G \cdot \sin \alpha$

Ved de små vinkler det her er tale om kan en sette  $\sin \alpha = tg \alpha$  og stigningsmotstanden vil tilnærmet svare til stigningsprosenten multiplisert med vognvekten. En 20 tonns vogn som beveger seg i en 25 % stigning må overvinne en stigningsmotstand på 5 tonn.

Eksempel:

En Caterpillar bulldozer D-7 skal trekke en lastet hjulskrape nr. 70 på bløt mark,

- a) på flat mark
- b) stigning 10 %

Friksjonskoeffisienten er 0,60, rullemotstanden 0,20 (20 %).

Hvor stor blir effektiv trekkraft?

Hvilket gear kan benyttes?

Av tabell I og II finnes:

Vekt av bulldozer .....	14,4	tonn
Bulldozerens max. trekkraft .....	9,69	"
Vekt av hjulskrape med last .....	18,0	"
(vekt av skrape 8,1 tonn + vekt av last 9,9 tonn)		

Effektiv trekkraft  $K = 0,60 \cdot 14,4 = 8,65$  tonn

Nødvendig trekkraft på flat mark:

$K_1 = 0,2 \cdot 18 = 3,6$  tonn

Av tabell I ses at dette tilsvarer kjøring på 3. gear.

Kjøres i 10 % stigning blir trekkraften:

$K_2 = K_1 + (14,4 + 18,0) 0,10 = 3,6 + 3,24 = 6,84$  tonn

som svarer til kjøring på 1. gear.

En har imidlertid kraft til overs, og regner en videre vil en se at om stigningen øker til 15,5 % vil bulldozerens helter begynne å gli. En vil også se at

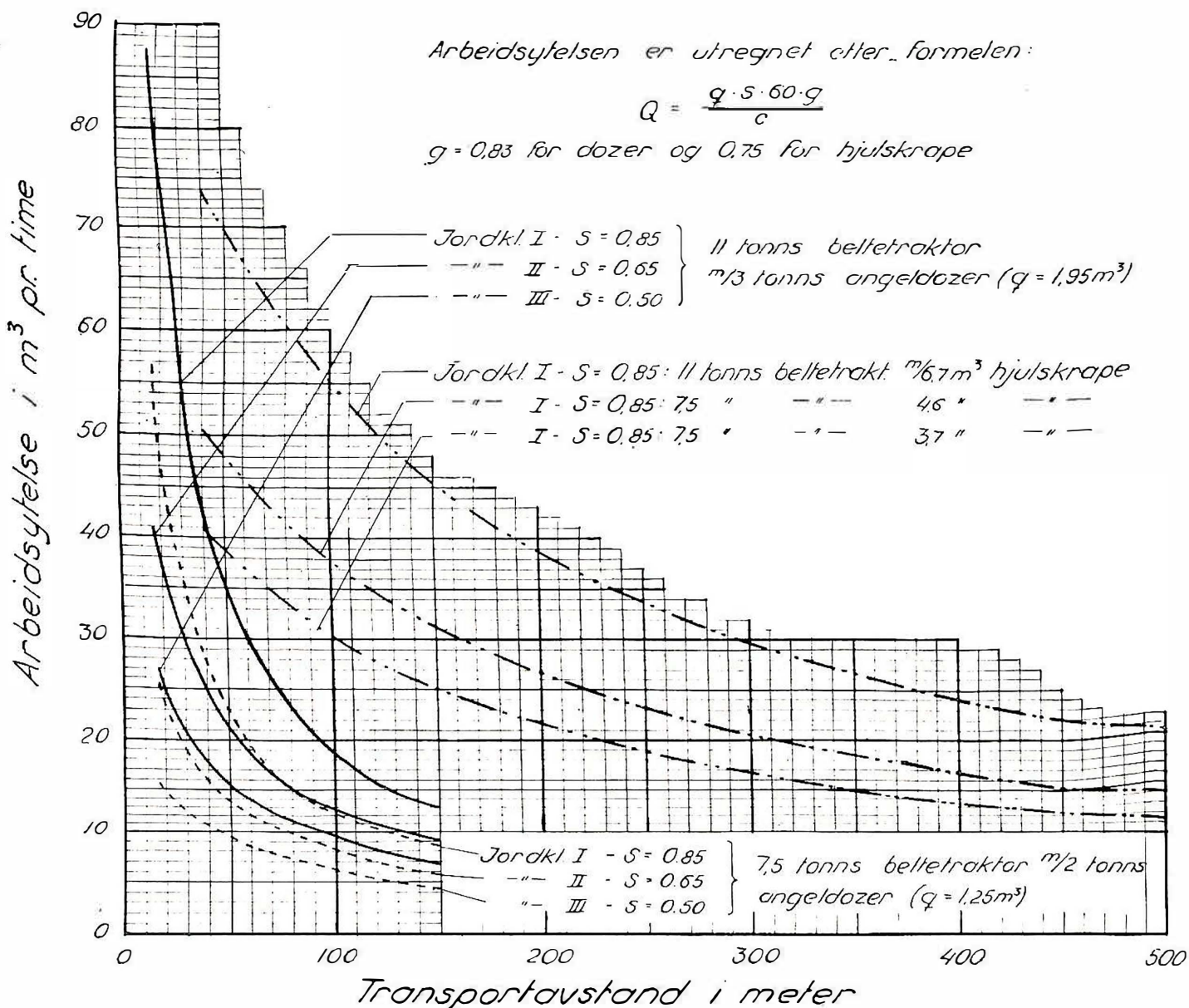


Fig. 51. Grafisk tabell over bulldozeres og hjulskraperes yteevne. Arbeidsytelsen er sterkt avhengig av forholdene. Under gunstige omstendigheter vil ytelsen kunne ligge høyere enn angitt i tabellen. Er massen sterkt oppblandet med kuppelstein eller større stein vil ytelsen synke til halvparten eller enda lavere. Tabellen gjelder for flat mark inntil ± 1 : 20 (5 %). For bulldozere trekkes fra 30 % eller legges til 20 % ved henholdsvis ± 1 : 8 (12½ %). For mellomliggende verdier av ± fastsettes fradrag og tillegg skjønsmessig. For hjulskrape foretas om nødvendig beregning.



om rullemotstanden hadde vært lavere, ville en ha kunnet nytte høyere gear eller kjøre større stigninger. Ved lange transporter vil det derfor lønne seg å koste noe på transportbanen for å gjøre den fastere.

Beregningen av stigningens eller fallets innflytelse på kapasiteten i hvert enkelt tilfelle krever tid. For bulldozing kan en derfor nøye seg med følgende generelle regel.

1. Under 5 %'s (1 : 20) avvikelse fra horisontalen regnes som flatt.
2. Ved 12½ %'s (1 : 8) stigning regnes 30 % i fradrag fra og ved 12½ %'s fall 20 % i tillegg til den for flat bane beregnede kapasitet.
3. For mellomliggende stigninger og fall (mellom 5 og 12½ %) regnes forholdsmessig.

For hjulskraiper er det ikke mulig å fastsette generelle regler. I det viste talleksempel for hjulskraipe nr. 70 kjørt i 10 % stigning vil denne stigning beregningsmessig bevirke en nedgang i kapasiteten på 19 % for 50, 33 % for 100 og 43 % for 200 meters transportlengde i forhold til flat bane. Rullemotstanden vil også kunne bevirke like store variasjoner.

Hvor megen tid en bør legge i arbeidet med å beregne stigningens eller fallets innflytelse, vil i høy grad være avhengig av jordflyttingsoppgavens størrelse og de lokale forhold og må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

I fig. 51 er gitt en grafisk oversikt over arbeidsytelsen for hjulskraiper og bulldozer med svingbart

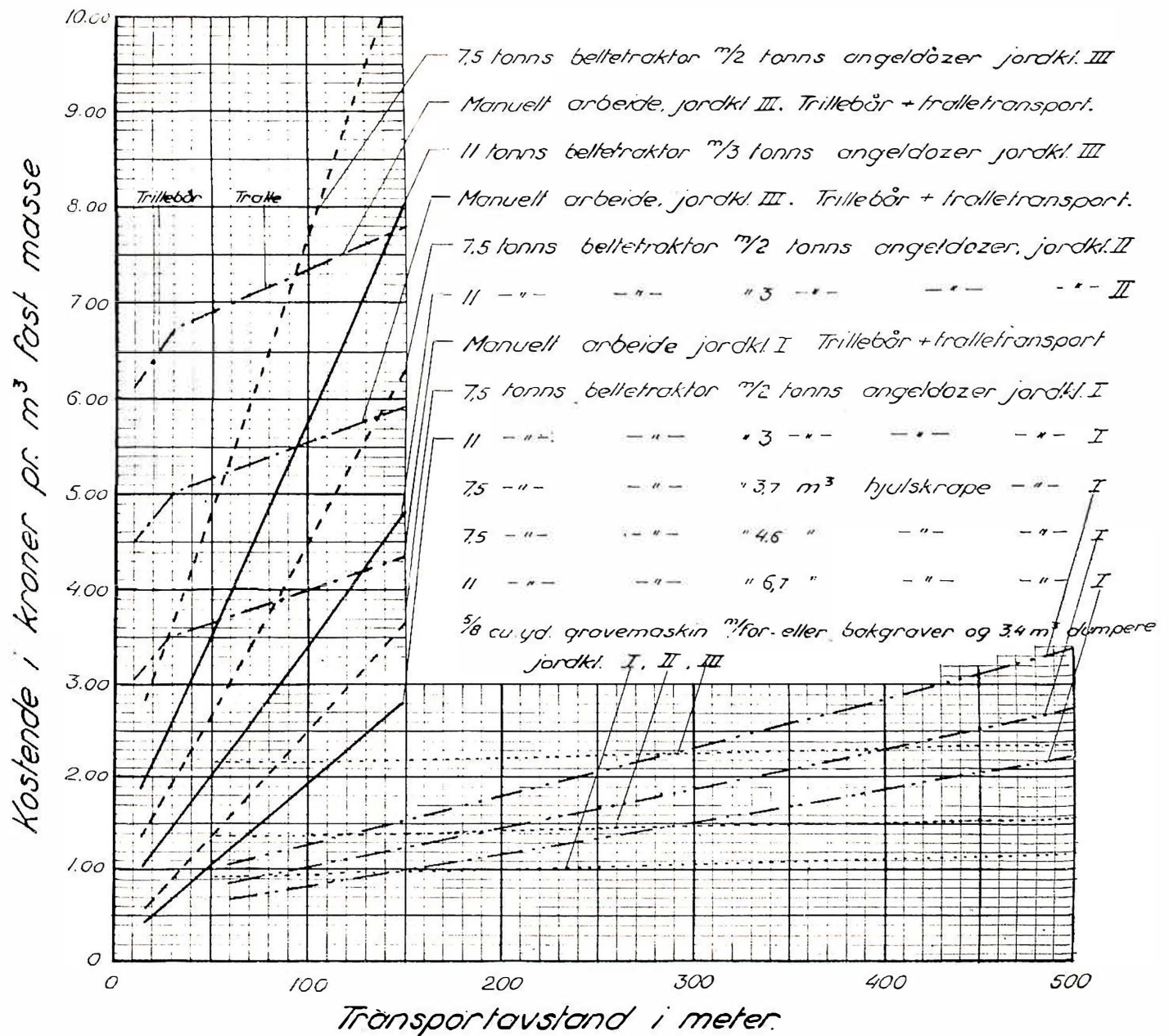


Fig. 52. Grafisk tabell over kostnaden av jordflyttingsarbeid. Utført med forskjellige maskiner og ved arbeidsytelser som angitt i tabell VIII og fig. 51. Tabellen gjelder for jordmasser noenlunde fri for stein over 10 cm. Inneholder massen mye kuppelstein eller større stein vil kostnaden kunne stige til det dobbelte eller mer. For manuelt arbeid blir stigningen ikke så stor. Arbeidspriser: kr. 3.00 pr. time manuelt akkordarbeid, samt etter tabellene X, XI og XII for maskiner. Tabellen gjelder for flatmark. Angående stigninger og fall se fig. 51. Gravehøyder for gravemaskin forutsatt minst 1.5 m.

blad (angledozere). Arbeidsytelsen gjelder for flat mark og for stigninger eller fall må gis tillegg eller fradrag som nevnt. På lignende måte gir tabell VIII kapasiteten for gravemaskiner av forskjellig størrelse. Oversikt og tabell er utregnet etter formlene (1) og (2).

Tabell VIII. Kapasitet av gravemaskin.

Ved gravehøyder under 1,5 meter vil kapasiteten som regel ligge lavere.

Kapasitet for gravemaskin (for- og bakgraver).					
g = 0,75		Kapasitet i m <sup>3</sup> time			
		<sup>3</sup> / <sub>8</sub> cuyd 0,29 m <sup>3</sup>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> cuyd 0,38 m <sup>3</sup>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub> cuyd 0,48 m <sup>3</sup>	<sup>3</sup> / <sub>2</sub> cuyd 0,58 m <sup>3</sup>
Jordklasse I	S = 0,85	33	40	48	56
—, —	II S = 0,65	20	26	31	37
—, —	III S = 0,50	13	16	20	23

Ved benyttelsen av tabellen må en erindre at grunnforholdene er meget variable, til dels i samme skjæring. Blokker og kampestein eller bløt leire vanskeliggjør ofte arbeidet. Maskinførerens dyktighet har også meget å si. Arbeidsytelsen kan derfor komme til å ligge betydelig over eller under de angitt verdier som bare må betraktes som orienterende for planleggingsarbeide og prisoverslag. Gravemaskin med slepeskuffestyr har noe lavere arbeidsytelse enn tilsvarende maskin med for- eller bakgraverutstyr.

Foruten arbeidsytelsen er det viktig å kjenne kostnaden av det arbeide som maskinene utfører. Det er ønskelig å få den uttrykt i kroner pr. m<sup>3</sup> fast masse.

Benevnes maskinkostnaden pr. time med  $A$  (tabell X og XI) og kostnaden pr. m<sup>3</sup> med  $k_0$  så er:

For gravemaskin:

$$k_0 = \frac{A \cdot c}{q \cdot s \cdot 3600 \cdot g} \quad (6)$$

hvor  $c$  i sekunder.

For bulldozer og hjulskrape:

$$k_0 = \frac{A \cdot c}{q \cdot s \cdot 60 \cdot g} \quad (7)$$

hvor  $c$  i minutter.

Er  $Q$  allerede regnet ut, finnes:

$$k_0 = \frac{A}{Q}$$

Planerings-kostnaden for en del maskiner er vist grafisk i fig. 52. Som det ses vil det stort sett være lønnsomt å bruke bulldozer på korte distanser,

hjulskrape på mellomdistansene og gravemaskin med lastevogner på de lengste, forutsatt at jordarten og skjæringshøyden er slik at hjulskrape og gravemaskin kan benyttes.

For beregning av maskinens timekostnad  $A$  bør en først sette opp en kalkyle over hvor mange maskingangtimer en kan regne med i året. I tabell IX vil finnes en kalkyle som formentlig noe så nær vil svare til forholdene i vegvesenet når det regnes med arbeide i ett skift i døgnet. Forholdene vil selvsagt variere med fylkenes beliggenhet i landet, slik at kalkylen bare antyder påregnelige gjennomsnittstall.

Tabell IX. Gravemaskiner og bulldozers' årlige utnyttelse.

	Gravemaskin			Bulldozer		
	Sommer-halv-året	Vinter-halv-året	Sum	Sommer-halv-året	Vinter-halv-året	Sum
Saml. ant. arb. timer i året	1200	1200	2400	1200	1200	2400
Store arbeidsstopp, som når maskinen er ute av drift på grunn av årstid, værforhold, venting på grunn av andre arbeider, store reparasjoner, ferie m. v., samt alle arbeidsstopp av over $\frac{1}{2}$ times varighet ute i marken, timer: . . . . .	200	1000	1200	200	1200	1400
Maskingangtimer = timer som det betales leie for:	1000	200	1200	1000	0	1000
Små arbeidsstopp i marken av under $\frac{1}{2}$ times varighet på grunn av værforhold, småreparasjoner, venting, hvilepause, diskusjon av arbeidet m. v. timer: . . . .	250	50	300	170	0	170
Virkelig produktiv arb. tid i timer . . . . .	750	150	900	830	0	830

Produktiv arbeidstid svarer til maskingangtimer multiplisert med maskinenes effektkoeffisient  $g$ .

Timekostnaden for gravemaskiner vil finnes i tabell X og for bulldozere i tabell XI. For hjulskraper kan utgiftene finnes ved å legge 20 à 25 % til de verdier som er angitt i sistnevnte tabell for jordklasse I.

Som det ses viser tabellene så vel faste som variable utgifter. De faste vil løpe på selv om maskinen ikke benyttes. De er imidlertid så små at de har liten innflytelse på de samlede utgifter ved normal bruk av maskinene.



Tablell X. Timekostnad for gravemaskiner (1950-priser).

	Gravemaskinens størrelse			
	1/4 cuyd 0,29 m <sup>3</sup>	1/2 cuyd 0,38 m <sup>3</sup>	3/4 cuyd 0,48 m <sup>3</sup>	1 cuyd 0,58 m <sup>3</sup>
<i>Alminnelige forutsetninger:</i>				
Innkjøpskostnad . . . . . kr.	65 000,00	80 000,00	100 000,00	130 000,00
Antall gangtimer pr. år . . . . .	1200	1200	1200	1200
Livslengde uttrykt i gangtimer . . . . .	12 000	12 000	12 000	12 000
—, — „ i gangår . . . . .	10	10	10	10
Førbruk av brensel pr. tim i liter . . . . .	5	6	7	8
—, — smøreolje og fett pr. time i kg . . . . .	0,5	0,6	0,7	0,8
<i>Faste årlige utgifter:</i>				
Renter 3 % p. a. . . . . kr.	1 070,00	1 320,00	1 650,00	2 150,00
Assuranse 10 ‰ . . . . . „	320,00	400,00	500,00	650,00
Lagring . . . . . „	200,00	200,00	300,00	300,00
Sum: kr.	1 590,00	1 920,00	2 450,00	3 100,00
Faste årlige utgifter fordelt pr. time . . . . . kr.	1,33	1,60	2,04	2,58
<i>Variable utgifter:</i>				
Avskrivning . . . . . kr. pr. time	5,42	6,67	8,33	10,83
■ Diesel- og smøreolje og fett . . . . . „ —, —	2,50	3,00	3,50	4,00
Reparasjon, deler og vedlikehold . . . . . „ —, —	5,00	6,00	7,00	8,00
Førerlønn: kr. 4,00 pr. time + 25 ‰ „ —, —	5,00	5,00	5,00	5,00
Sum: kr. pr. time	17,92	20,67	23,83	27,83
Faste + variable utgifter . . . . . kr. pr. time	19,25	22,27	25,87	30,41
+ 10 % administrasjonsutgifter . . . . . „ —, —	1,93	2,23	2,59	3,04
Sum A = kr. pr. time	21,18	24,50	28,46	33,45

Tablell XI. Timekostnad for en del bulldozere (1950-priser).

	Caterpillar D - 4			Caterpillar D - 6			Caterpillar D - 7		
	Jordklasse			Jordklasse			Jordklasse		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<i>Alminnelige forutsetninger:</i>									
Innkjøpskostnad . . . . . kr.	50 000,00	50 000,00	50 000,00	80 000,00	80 000,00	80 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00
Antall gangtimer pr. år . . . . .	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Livslengde uttr. i gangtimer	10 000	8 000	6 000	10 000	8 000	6 000	10 000	8 000	6 000
% —, — „ i år . . . . .	10	8	6	10	8	6	10	8	6
Førbruk av dieselolje pr. t. i l.	6	8	10	10	12	14	12	15	18
—, — smøreolje „ t. i l.	0,2	0,3	0,4	0,3	0,45	0,6	0,3	0,45	0,6
—, — fett pr. t. . . . . kg.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4
<i>Faste årlige utgifter:</i>									
Renter 3 % p. a. . . . . kr.	830,00	850,00	880,00	1 320,00	1 350,00	1 400,00	1 650,00	1 690,00	1 800,00
Assuranse 10 ‰ . . . . . „	250,00	250,00	250,00	400,00	400,00	400,00	500,00	500,00	500,00
Lagring . . . . . „	200,00	200,00	200,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
Sum kr.	1 280,00	1 300,00	1 330,00	2 020,00	2 050,00	2 100,00	2 450,00	2 490,00	2 600,00
Faste årl. utg. ford. pr. t. kr.	1,28	1,30	1,33	2,02	2,05	2,10	2,45	2,49	2,60
<i>Variable utg. (pr. gangtime)</i>									
Avskrivning . . . . . pr./t. kr.	5,00	6,25	8,33	8,00	10,00	13,33	10,00	12,50	16,67
Diesel- og smøreolje, bensin og fett . —, — „	2,70	3,65	4,60	4,40	5,40	6,55	5,00	6,50	8,00
Reparasjon, deler og vedlikehold . —, — „	5,00	6,25	8,33	8,00	10,00	13,33	10,00	12,50	16,67
Førerlønn: kr. 4,00 pr. time + 25 % —, — „	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Sum pr./t. kr.	17,70	21,15	26,26	25,40	30,40	38,21	30,00	36,50	46,34
Faste + variab. utg. —, — „	18,98	22,45	27,59	27,42	32,45	40,31	32,45	38,99	48,94
10 % adm.sjonsutg. —, — „	1,90	2,25	2,76	2,74	3,25	4,03	3,25	3,90	4,89
A = Sum = pr./t. kr.	20,88	24,70	30,25	30,16	35,70	44,34	35,70	42,89	53,83

Tabell XII. Oppgave over faste og variable utgifter for en del lastevogner (1950 priser).

	Lasteevne og lastekassens romfang.		
	Dumper	Lastebiler m. hydr. tipp	
	6 tonn 3,4 m <sup>3</sup>	3 tonn 2 m <sup>3</sup>	4,5 tonn 3 m <sup>3</sup>
<b>Almindelige forutsetninger.</b>			
Innkjøpskostnad . . . . . kr.	50 000,00	23 000,00	35 000,00
Gummiens kostnad . . . . . „	6 800,00	3 200,00	4 400,00
Avskrivnings-verdi . . . . . „	43 200,00	19 800,00	30 600,00
Ant. arbeidsdager pr. år . . . . .	200	250	250
Kjøres ant. vogn/km pr. år . . . . .	12 000	25 000	25 000
Livslengde uttr. i vogn/km . . . . .	180 000	200 000	250 000
— „ — i år . . . . .	15	8	10
Forb. av bensin pr. 100 km/l . . . . .	—	30	40
Forbruk av dieselolje pr. 100 km/l . . . . .	30	—	—
Livslengde av gummi med reserve uttrykt i km . . . . .	50 000	50 000	50 000
<b>Faste årlige utgifter.</b>			
Renter 3 % p. a. . . . . kr.	800,00	380,00	550,00
Forsikr.: brann + ansvar kr. 50,00 (Vegv.s sats) „	250,00	170,00	230,00
Garasje . . . . . „	200,00	800,00	800,00
Førerlønn: daglønn kr. 24,— + 10 % . . . . . „	5 280,00	6 600,00	6 600,00
Sum: kr.	6 530,00	7 950,00	8 180,00
Faste utg. pr. 8 t.s dag kr.	32,65	31,80	32,72
Faste utgifter pr. time „	4,08	3,98	4,09
+ 15 % administrasjon „	0,62	1,60	0,61
Sum = a = kr.	4,70	4,58	4,70
<b>Variable utgifter (gangutg.)</b>			
Avskrivning . . . kr. pr. km	0,24	0,10	0,12
Bensin og smøreolje, fett . . . . . „ „	—	0,29	0,38
Disel- og smøreolje, fett . . . . . „ „	0,12	—	—
Gummi . . . . . „ „	0,14	0,07	0,09
Reparasjon, deler og vedlikehold „ „	0,07	0,08	0,10
Sum = b = kr. pr. km	0,57	0,54	0,69

Livslengden er noe avhengig av vegforhold og transportens tyngde, samt det årlige kilometertall. Da dumperen forutsettes brukt bare på anlegg, er vegavgift (vektavgift) ikke medregnet i utgiftene for denne maskin. De oppførte tall vil kunne variere noe etter forholdene. Med administrasjonsutgifter forstås utgifter som medgår til å administrere maskinparken. De er angitt helt skjønnsmessig.

(Forts.)

## Litteratur

*Dansk Vejtidskrift nr. 2, 1951.*

Innhold: Finansieres vort veivæsen rationelt? Af vejdirektør K. Bang. — Geobeton for vei- og flyplassdekker utført i Norge. (Fortsatt.) Af professor O. D. Lærum.

*Dansk Vejtidskrift nr. 3, 1951.*

Innhold: Amtsvevinspektør A. Dalberg. Af amtsvevinspektør Viggo Rasmussen. — De glatte veje. Af amtsvevinspektør V. Hovmand Madsen. — Asfalt- og tjæresituationen. Af amtsvevinspektør A. P. Grimstrup. — Geobeton for vei- og flyplassdekker utført i Norge. (Fortsatt.) Af professor O. D. Lærum. — Fra domstolene. — Vekongres.

*Dansk Vejtidskrift nr. 4, 1951.*

Innhold: Vejplanlægning i U. S. A. set i relation til udarbejdelse af en dansk vejplan. Af overvejenior K. O. Larsen.

*Svenska Vägförningens Tidskrift nr. 1, 1951.*

Innhold: Konung Gustaf VI Adolf — vägförningens beskyddare. — Kring statsverkspropositionen. — Egen regi eller entreprenad? av Civilingenjör Eric Byström. — Vägfrågorna i årets statsverksproposition av 1 : ste Byråingenjör H. Ahreson. — Bärlager av makadam i Pennsylvania av Överingenjör N. v. Matern. — Överrevisorernas för väg- och vattenbyggnadsväsendet berättelse av Kanslisekreterare C.-A. v. Schéele. — Byggande av enkla vägar av Civilingenjör Wijkström. — Utredning om bidrag till enskilda vägar av Civilingenjör B. Nylin. — Vägförningens remissvar. — Rättsfall. — Från departement och verk. — Ur fackpressen.

### Förhandlingar vid Nordiska Vägtekniska Forbundets 4. kongress i Finland år 1949

I «Meddelelser fra Vegdirektøren» nr. 8 for 1949 er der inntatt en foreløpig rapport fra kongressen. Det utførlige referat foreligger nå i bokform om «Nordiska Vägtekniska Forbundets Handlingar No. 4», Helsingfors 1950.

Denne publikasjon er greitt og oversiktlig oppsatt og den gir et fullstendig referat av alle de interessante foredrag og innlegg deltakerne fikk anledning til å høre. Den kan anbefales på det beste til studium og som oppslagsbok.

Det faller utenfor rammen av denne notis å komme nærmere inn på bokens innhold, men undertegnede vil få peke på en kort uttalelse av Väginspektör Ernst Ericson om de store besparelser i dagsverk en kan oppnå ved å anlegge faste dekker. Dette innlegg rammer midt i blinken for dagens aktuelle situasjon i Norge, hvor en jo leter med lys og lykt etter arbeidskraftbesparende metoder. Som en vil se av tabellen, inntatt på side 151 i referatet, er der regnet med at der f. eks. for en trafikk av 1000 kjøretøyer pr. døgn ved overgang fra grusvedlikehold til fast dekke etter svenske forhold vil kunne senke antall dagsverk pr. km veg pr. år fra 40 til 10 dagsverk, altså en besparelse i dagsverk av 75 %, og da er arbeidet med legging og vedlikehold av fast dekke selvfølgelig også medregnet.

I tilknytning hertil opplyser Den norske avdeling av Nordisk Vegtetnisk Forbund at ennå kan et fåtall eksemplarer av publikasjonen bestilles ved henvendelse til sekretæren, sivilingeniør A. I. Torvik, Planleggingskontoret, Akersgt. 55, Oslo. Pris kr. 10,— uinndbundet.

Sby.

REDAKSJON: Vegdirektoratet, Schwensensgt. 6, Oslo. — UTGIVER: Teknisk Ukeblad.

Abonnementspris kr. 10,— pr. år innenlands og kr. 12,50 pr. år utenlands. Vegvesenfunksjonærer kr. 5,— pr. år.

Ekspedisjon: Ingeniørenes Hus. Telefon: 42 00 93.

Annonseavd.: —»— » 42 34 65.