

LANDBRUKSTEKNISK INSTITUTT

Vollebekk - Norge

Stensiltrykk

L.nr. 56/20

Serie C

nr. 6

---

Forelesninger om

BELTETRAKTORER MED UTSTYR

OG

LITT OM BRUKEN AV DISSE

ved

Hans Aamodt

## Beltetraktorer med utstyr

### Beltetraktorer

Mens de første forløpere for hjul- og beltetraktorene ble bygget i midten av forrige århundre ble de første beltetraktorer slik vi kjenner dem i dag bygget og tatt i bruk under den første verdenskrig. Belte-traktorene har siden gjennomgått en sterk utvikling, men hovedprin-sippene er fremdeles de samme.

På de minste beltetraktorene er det ofte nyttet petroleumsmotorer og i enkelte tilfelle bensinmotorer, men for de større beltetraktorer er dieselmotoren enerådende. I de senere år er stadig flere av de mindre traktortypene utstyrt med dieselmotor. Av de beltetraktorer som for-handles her i landet er alle unntatt Fowler-Mark VF og Callenger I, utstyrt med 4-takts-motorer. De nevnte modeller av Fowler har 2-takts-motorer. Tidligere modeller av Allis-Chalmers var også utstyrt med 2-takts-motorer. Alle motorer er utstyrt med vannavkjøling, bare Deutz har luftavkjølt motor.

Enkelte beltetraktorer er utstyrt med en liten bensinmotor for start av hovedmotoren, men de fleste har elektrisk start med strøm fra batteri. Fowler-Mark VF startes ved hjelp av tennpatron. For å lette starten om vinteren nyttes forskjellige hjelpestartanordninger som f.eks. gløde-spiraler i forbrenningsrommet eller i innløpsrøret, oppvarming av motoren med blåselampe m.m. På enkelte motorer nyttes også eter ved start i kaldt vær. Gjennom en ekstra startanordning for eter suges eller pumpes denne inn i sylindere og antennes selv ved ganske lav kompressjonsvarme. Når motoren er kommet igang minsker konsentrasjonen av eter, men bland-ingen av eter og dieselolje antennes ganske lett, og motoren går snart på bare dieselolje. Eteren forhandles i ampuller av forskjellig størrelse og en kan derfor nytte den mengde som passer etter motorens størrelse og temperaturen. Motorene på International beltetraktorer startes som vanlig bensinmotor (fig. 1). Motoren er her utstyrt med et ekstra for-brenningskammer 4 som er atskilt fra dieselmotorens forbrennings-kammer ved hjelp av en ventil 3. Ved å føre omstillingshåndtaket ned i startstilling åpnes denne ventilen over leddene 1-2 og motoren får da et kompressjonsforhold som tilsvarende en vanlig bensinmotor. Samtidig med at denne ventilen åpnes stenges luftspjeldet 6 og innsugningsluften blir ledet gjennom en bensinforgasser 8, 7 og 9, viser luft- og bensinbland-ingsvei inn i motoren, videre blir tenningen satt på. Tennpluggen er vist ved 5. Innsprøyting av dieselolje må være stengt. Når nå selv-

starteren nyttes får motoren en bensin - luftblanding inn i sylindrene og denne antennes på vanlig måte av gnist i tennpiuggene. Ved å la motoren gå en kort tid på bensin vil sylindrene bli oppvarmet og motoren starter lett på dieselolje.

Overgang til dieseldrift foregår ved å føre omstillingshåndtaket opp hvorved ventilen til det ekstra forbrenningskammeret stenges, luftspjeldet åpnes helt og tenningen blir slått av. Umiddelbart etter må også innsprøytingen av dieselolje begynne (fig. 2). 1 er innsprøytingspumpe, 2 dyse, 3 forkammer, 4 kanal inn til cylinderen fra forkammer. Når motoren starter ved lav kompressjon som her, skulle påkjenningen på batteriet bli minimal, og når motoren varmes opp før innsprøyting av dieselolje finner sted vil forbrenningen av den bli god helt fra begynnelsen og lite dieselolje skulle derfor fortettes og renne ned i smøreoljen.

Ved å nytte en egen bensinstartmotor vil motoren også her kunne forvarmes før innsprøyting av dieselolje begynner. På disse traktorer blir batteriet unødvendig.

Beltetraktorene blir bygget i en rekke størrelser. De mest vanlige størrelser som forhandles her i landet er fra ca. 3 - ca. 16 tonn. Spesielt for tømmerkjøring og markberedning i skogen blir det nyttet traktorer ned til ca. 1500 kg, mens det til større anleggsarbeider nyttes traktorer på opptil ca. 20 tonn. Motorstyrken varierer for disse traktorstørrelser fra vel 20 - ca. 200 hk (d. v. s. ca. 1 hk pr. 100 kg). For nydyrking og planeringsarbeider i jordbruket har traktorer fra ca. 5 - ca. 12 tonn størst betydning. Mange av beltetraktorene leveres med smal (fig. 3) og bred sporvidde (fig. 4). En traktor med smal sporvidde nyttes vesentlig til industrielle formål og i enkelte tilfelle til tømmerkjøring. Også ved bygging av skogsbilveger foretrekkes ofte den smale typen. Dersom traktoren vesentlig skal nyttes til nydyrking og anleggsarbeider ofte i ulendt terreng bør det velges en traktor med bred sporvidde da denne gir traktoren større stabilitet og minsker faren for velting.

På grunn av stor tyngde vil beltetraktoren under de fleste forhold få stor gripeeve og ved lav giring vil derfor både traktoren og utstyret som nyttes til den bli utsatt for ganske store påkjenninger. Konstruksjonen av traktor og utstyr bør derfor være solid og materialene gode for at ikke vedlikeholdskostnadene skal bli for store.

Beltetraktoren (fig. 5) består av traktorkroppen med motor 1, kraftoverføring 2, styreanordning 3, og drivhjul 4, videre beltevangene 5 med strammehjul 6, bære- og støtteruller 7, samt beltene 8.

### Traktorkroppen

På fig. 6 ser vi den kraftige hovedramma for traktoren. Svinghjulshusgirboks og hus for styreanordningen er her støpt i ett, mens ramma for feste av motor og radiator er skrudd fast til den bakre støpte delen. På større modeller er girkassen gjerne bygget som en selvstendig enhet. Traktorkroppens vekt overføres til beltene over akselen a og fjæren b. Fjæren som er plassert i bakkant av motoren er bare festet midt under traktorkroppen og hviler i spor på beltevangene slik at den under beltevangenes bevegelse kan gli fritt i forhold til dem. På noen traktorer er det foruten den kraftige hovedfjæra også en eller to hjelpefjærer. Noen traktortyper f. eks. Oliver har 2 langsgående bærefjærer, en på hver side av traktorkroppen istedet for tverrfjær. Akselen a som danner beltevangenes feste til traktorkroppen er ofte gjennomgående og tjener på de fleste typer samtidig som aksel for drivhjulene. På Oliver Cletrac og Fowler-Mark VF sitter imidlertid akselen foran drivhjulene (fig. 7). Fordelen ved dette skal være at støt som beltevingen opptar ikke skal overføres til de mer ømfintlige deler som drev og lagere i kraftoverføringen. På fig. 6 hvor motoren er montert ser vi også trekkanordningen. Trekkbommen er festet langt framme under traktorkroppen og går baktil over en styreskinne hvor den kan låses i forskjellige stillinger.

### Kraftoverføringen

Drivkraften overføres fra motoren gjennom kløtsjen og giret over styreanordningen til drivhjulene.

Kløtsjen er som regel en tørrplatekløtsj med en eller to friksjonsplater. På de større modeller av Caterpillar er det imidlertid en type kløtsj som går i olje (fig. 8). Det er her to friksjonsskiver med mebelegg og spor for oljetilførsel. Kløtsjen har egen oljebeholder 1, og en tannehjulspumpe 2, som fører olje fram 3, til friksjonsskivene og lagere i kløtsjen. Også de mindre modeller av Caterpillar kan nå leveres med denne type kløtsj.

På en del beltetraktorer er det foruten vanlig kløtsj også en type av hydraulisk kopling. Av disse er det 2 ulike typer, nemlig turbin-kopling og oljehydraulisk kopling.

De to største modeller av Allis-Chalmers beltetraktorer er utstyrt med en turbinkopling "Torgue Converter" (eller direkte oversatt momentomformer som er plassert mellom den vanlige kløtsjen og giret.) Også Caterpillar D 8 og D 9 kan leveres med "Torgue Converter". Denne momentomformeren består av tre deler (fig. 9) nemlig pumpehjulet, som er forbundet med motoren gjennom kløtsjen, turbinhjulet 2, som er forbundet med giret og turbinhuset 3, som er festet til motorens kløtsjehus 4. Hele turbinhuset er fylt med dieseloil fra brenseltanken og oljen står her under trykk fra motorens brenselpumpe (20 - 55 pund/II" ) derved vil huset stadig holdes fylt med olje.

Virkemåten av denne "Torgue Converter" er følgende: Når motoren startes og kløtsjen er innkoplet vil pumpehjulet sette oljen i bevegelse fra centrum og ut mot periferien. Jo større turtall motoren har desto større fart og bevegelsesenergi har oljen da den forlater pumpehjulet. Turbinhjulet har tre sett med skovler. Det første sett skovler er plassert like utenfor pumpehjulet og treffes av oljestrømmen som avgir en del av sin bevegelsesenergi til turbinhjulet som begynner å rotere hvis ikke motstanden er for stor. Oljen fortsetter så ut til turbinhuset og vendes av dette og ledeskovler i veggene mot skovlene i 2. trinn av turbinhjulet hvor oljen avgir en ny del av sin bevegelsesenergi. Oljen passerer så et nytt sett ledeskovler i huset og derfra mot skovlene i 3. trinn av turbinhjulet. Oljen har når den forlater skovlene i 3. trinn av turbinhjulet avgitt det meste av sin bevegelsesenergi og kommer nå tilbake til pumpehjulet. Under vekslende belastning vil en del av motorens energi bli overført til varme i oljen. For at ikke temperaturen i oljen skal stige for høyt blir oljen ledet gjennom en kjøleradiator som er festet foran ved kjølevannsradiatoren. Sirkulasjonen gjennom radiatoren skyldes forskjellen i oljetrykket ved pumpehjulets periferi og centrum.

Under kjøring vil belastningen på traktoren overføres gjennom transmisjon og gir til turbinhjulet. Når belastningen øker vil dette ha tendens til å senke hastigheten på turbinhjulet og dermed kjørehastigheten, men dette virker igjen til økning av dreiemomentet. Når belastningen minker innstilles automatisk dreiemomentet etter behovet, turbinhjulets hastighet øker og dermed kjørehastigheten. Motoren går her med den hastighet den er innstilt på, mens momentomformeren automatisk tilpasser dreiemoment og kjørehastighet etter belastningen. Det er her unødvendig å slire på kløtsjen for å holde motorhastigheten oppe, og om friksjonen mellom beltene og bakken er stor nok vil bulldozeren ved fast-

kjøring f. eks. i en stor stein kunne overføre hele motorens styrke som press mot steinen. Motorens virkningsgrad reduseres med minimum 17-18 % ved bruk av Torque Converter, energitapet er hovedsakelig varme som må ledes vekk.

Turbinkoplingen kan ikke overføre kraft til motoren. Ved kjøring utfor bakke når lasset skyver på vil derfor ikke motoren bremse lasset. For å oppnå dette er det satt inn en frihjulskopling 5, mellom pumpehjulets aksel og turbinhjulet. Denne koples automatisk inn når lasset skyver på og det er da full forbindelse mellom motor og belter som ved andre beltetraktorer med bare friksjonskopling. Torque Converter har særlig stor betydning for "Push dozere" ved lessing av schrapere da den automatisk tilpasser hastigheten etter trekkmaskinen.

Den såkalte oljehydrauliske kopling (turbo-kopling) er montert på Deutz beltetraktorer og enkelte hjultraktorer f. eks. Allgaier 133 og Hanomag industri- og slepetraktorer, busser og lastemaskiner. Den oljehydrauliske kopling er plassert i forbindelse med svinghjulet og består av et pumpehjul som roterer sammen med svinghjulet og et turbinhjul som gjennom traktorens vanlige kløtsj står i forbindelse med giret. Både pumpe og turbinhjul er utstyrt med radiære skillevegger (se fig. 10) og er således delt opp i en rekke små halvsirkelformede rom. I montert stand er det en liten klaring mellom pumpe- og turbinhjul. Gjennom en påfyllingsplugg i svinghjulshuset blir koplingen påfylt olje. I svinghjulsveggen er det videre en smeltesikring som smelter i tilfelle oljen skulle bli for varm, oljen renner da ut og forbindelsen mellom motor og gir blir brutt.

Når pumpehjulet roterer setter det oljen i bevegelse utover i cellene i den drivende del av koplingen (pumpehjulet 1) og videre innover i cellene i den drevne del av koplingen (turbinhjulet) 2. Oljen sirkulerer altså rundt inne i cellene fra pumpehjul til turbinhjul og tilbake til pumpehjulet (fig. 11). I det oljen passerer veggene i cellene vil hastigheten avta noe, d. v. s. at den avgir bevegelsesenergi til den drevne del som begynner å rotere. Det vridmoment som pumpehjulet mottar fra motoren vil turbinhjulet levere videre til transmisjonen. Det blir her den roterende oljen som er bindeleddet, men det vil alltid være noe slipp mellom pumpe og turbinhjul. Under normalt turtall på motoren vil slippet være lite bare 2-3 %, men når turtallet synker øker slippet slik at det kommer opp i 100 % når motoren går på tomgang. Ved kjøring f. eks. mot bakke med tungt lass og i høgt gir vil motorhastigheten som normalt synke, slippet i oljekoplingen øker og når motoren kommer ned på tomgangshastighet stopper traktoren, men friksjonen i oljekoplingen er så stor at traktoren holder

lasset uten å gå bakover. På grunn av motorens tomgangsregulering vil den ikke stanse, men bare komme ned på tomgangshastighet. Den vanlige platekløtsjen nyttes bare ved start og stopp når motoren har stort turtall.

Under bruk av traktoren som trekkmaskin eller når bulldozerutstyret er montert til bryting eller skyving av stein og jord er det ofte lett å overbelaste motoren så den kveles. Ved disse olje-hydrauliske kopløngene vil dette unngås da slippet blir 100 % når motoren kommer ned på tomgangshastighet. For traktorer med turbinkopling vil motorhastigheten også i slike tilfelle bli uforandret. Av andre fordeler ved bruk av oljekløtsj kan nevnes.

2. Full trekkraft med en gang bare ved å gi gass.
3. En vesentlig reduksjon av antall sjaltninger og kopløng.
4. Enkel betjening og sterk dempning av svingninger (fra f. eks. dieselmotoren på tomgang).
5. En kan starte i høyt gir (når kjølingen er i orden).
6. Bløt og behagelig igangsetting og stopping.
7. Trinnløs giring.
8. Ingen mekanisk berøring, derfor liten slitasje. (Traktor og transport.)

Giret er oftest som et vanlig traktorgir med 3-5 hastigheter forover og 1-2 hastigheter bakover. Har traktoren høg- og lavgir får den gjerne 6 hastigheter forover og 2-4 bakover. Hastigheten for de forskjellige beltetraktorer ligger vanlig mellom ca. 2 og 10 km/t. Fig. 12 viser drevene i girkassa 1, og pingjongen 2, i inngrep med kronhjulet 3, på drivakselen. Videre ser vi styrekløtsjene 4, slutt-drev 5, og drivhjul 6.

#### Styreanordningen

På de fleste beltetraktorer mangler differensialen og styringen foregår ved hjelp av styrekløtsjer 2, og styrebremser 1, (fig. 13). Bakakselen er da delt i 3 deler. Den midtre delen er fast forbundet med kronhjulet og roterer sammen med dette. I begge ender er denne akselen forbundet med det ene platesettet 8, i styrekløtsjene (fig. 14). Disse består av fiberplater. Det andre platesettet 4 i styrekløtsjene er forbundet med drivakslene gjennom den ytre trommel av styrekløtsjen. Denne trommelen 6 tjener samtidig som bremsetrommel for styrebremsene. Bremsband 7. Styrekløtsjene er kraftige flerplatekløtsjer som arbeider tørre. Ved sliring på kløtsjen vil friksjonsvarmen ledes bort gjennom stålskivene 4 som er forbundet med den ytre trommel. Ved kjøring rett fram er begge styre-

kløtsjene innkoplet, men ved svinging, f. eks. til høyre frikoples høyre kløtsj. Hele motorkraften overføres da til venstre belte.

Som det framgår av fig. 14 er det her en kraftig spiralfjær 5 som presser kløtsjplatene sammen. De brede mørke platene i kløtsjen er fiberskivene 8 som drives sammen med akselen fra pinjongen (til høyre), mens stålskivene 4 med utvendige spor driver bremsetrommelen og dermed akselen til sluttdrevene. Ved utkopling av kløtsjen vil bevegelsen fra styrespaken overføres til armen 10 som over et trustlager presser fjæra 5 sammen. Derved oppheves trykket mellom platene og de kan rotere i forhold til hverandre.

Styrekløtsjene er som nevnt solid bygget og tåler en god del sliring under mindre svinger, men slitasjen og behovet for justeringer blir mindre om de koples helt ut. Når traktoren går på flat mark uten belastning, og ofte under arbeid er det ikke alltid tilstrekkelig med bare å frikoppe det ene beltet, da svingen er avhengig av motstanden mot dette beltet. For å oppnå tverre svinger kan motstanden mot beltet økes ved å nytte styrebremse. Styrebremse skal imidlertid ikke nyttes før styrekløtsjene er koplet helt ut.

Ved kjøring utfor bakke med bare traktor eller om den har lass som skyver på må en alltid bruke styrekløtsj og brems samtidig. Dersom en bare kopler ut styrekløtsjen vil nemlig lasset skyve traktoren over til motsatt side av det beltet som er fritt mens det andre bremses av motoren. I slike tilfelle kan en nytte såkalt krysstyring og kople ut beltet på motsatt side av svingeretningen. Metoden bør helst ikke nyttes under vanskelige kjøreforhold.

For å unngå å kople ut forbindelsen mellom motoren og beltene under svinging er enkelte beltetraktorer utstyrt med en egen type differensial, såkalt episyklisk differensial. Styringen foregår da bare ved avbremsing av høyre eller venstre akselhalvdel ettersom en ønsker å svinge til høyre eller venstre. Fig. 15 viser hvordan differensialen er utformet for Oliver Cletrac beltetraktorer. De to store tannhjulene 8 og 9 er fast forbundet med hver sin akselhalvdel. Disse tannhjulene står videre i inngrep med de brede tannhjulene 1 og 2 som igjen står i inngrep med hverandre. Tannhjulene 1 og 2 sitter fast på aksler som er lagret i kronhjulet og en ekstra skive 11. På akselen for tannhjulet 2 sitter tannhjulet 4 fast og dette står i stadig inngrep med tannhjulet 6 som igjen er fast forbundet med bremsetrommelen 10.

Under kjøring rett fram dreier hele differensialen sammen med kronhjulet 7, mens ingen av de små tannhjulene roterer. Ved svinging



f. eks. til høyre bremses trommelen 10 og samtidig tannhjulet 6. Da tannhjulet 4 må følge kronhjulet rundt vil det nå rotere og bevegelsen overføres over tannhjulet 2 til hjulet 8 og fra 2 over 1 til tannhjulet 9. Ved disse rotasjoner av tannhjulene inne i differensialen vil rotasjons-hastigheten på tannhjulet 8 avta og tilta for tannhjulet 9 og traktoren svinger til høyre, men begge drivhjul og belter vil hele tiden stå i direkte forbindelse med motoren. På grunn av forholdet mellom tannhjulene 6 og 8 vil ikke beltet stoppe selv om bremsetrommelen 10 stoppes.

På akselen fra styrekløtsjene eller differensialen sitter et lite tannhjul som enten direkte eller over et sett tannhjul står i forbindelse med sluttdrevet og drivhjulet (fig. 12). I sluttdrevene får vi således den siste nedgiring av hastigheten.

Styringen kan foregå ved hjelp av ratt eller spaker. Når traktoren skal utstyres med bull- eller angledozerutstyr er det en fordel med spaker da disse er lettere å betjene samtidig med hydraulikken enn rattet. Sett fra et arbeidsteknisk synspunkt er også spakene mest fordelaktige. Fra spakene overføres vanlig bevegelse<sup>ne</sup> til styrekløtsjene ved hjelp av lenker og vektarmer. Da det er kraftige fjærer som presser friksjonsplatene i kløtsjene sammen skal det flere kilos trekk for å kople ut kløtsjen. For å lette styringen har derfor flere traktortyper gått over til hydraulisk eller trykkluftstyring. Motoren driver da enten en tannhjulspumpe for pumping av olje eller en kompressor for trykkluft. Ved styringen blir det da å betjene kontrollventilene som slipper olje eller trykkluft fram til arbeidssylindere som så igjen virker på styrekløtsjene.

### Reparasjon

For å lette reparasjonene og minske utgiftene til disse er de moderne beltetraktorene bygget opp av ferdig monterte enheter som lett kan tas ut for reparasjon uten at større deler av traktoren må demonteres. Som eksempel kan nevnes at motoren kan tas ut for seg. Kløtsjen kan fjernes uten å fjerne motor eller gir. Giret kan også tas ut for seg og styrekløtsjer og bremses kan tas ut enkeltvis uten å demontere annet enn setet og eventuelt brenselstanken som ligger over.

### Belte og beltevinger

Beltevingene er ofte laget av 2 kraftige stålbjelker som er sveiset sammen med avstivninger (fig. 16-17). Videre er det en arm (merket 3 fig. 16 og 4 fig. 19) som er skrudd fast til indre bjelke, på enkelte merker er den støpt i ett med eller sveiset til denne. Armen festes midt under traktoren på den tverrgående akselen som bærer drivhjulene og som også

ytre del av beltevangen er festet til (2 fig. 19). Armen 3 hjelper til å holde beltevangene i stilling slik at de bare får en vertikal bevegelse så langt bærefjæren foran tillater det. Som det framgår av fig. 18 er den vertikale bevegelse ganske stor og den hjelper til å gi traktoren størst mulig trekkeevne selv i ulendt terreng. Enkelte traktorer har en stabilisator 3 (fig. 19) som hjelper til å holde beltevangene i riktig stilling.

Fremst på beltevangen sitter lede- og strammehjulet 5 (fig. 16). Ledehjulet kan ved hjelp av sleider bevegges fram og tilbake på beltevangen, og sammen med en skrue og en eller to kraftige spiralfjærer virker dette som strammeanordning for beltene. Fjærene holder ledehjulet i stilling, men de gir etter ved støt mot stein o. a. eller om f. eks. stein skulle komme mellom drivhjul og belte og hindrer derved at beltet blir sprenget, eller at andre deler blir ødelagt.

Beltetraktorens belte består av en kraftig kjede med belteplate eller beltesko fastskrudd til hvert ledd. Fig. 20 viser et kjede med de ulike deler det er sammensatt av. Kjeden kan som her bestå av sidelenker, beltebolt og bussing eller det kan være en frittlopende rulle utenpå bussingen slik at det blir rullende bevegelse mellom kjede og drivhjul. (Oliver Cletrac). Fig. 21 viser kjede med belteplater. Disse er festet med 4 bolter og i tillegg er det her presset ned to kammer 1, som passer inn i tilsvarende spor i kjeden 2. Derved spares boltene for avskjæring da de største påkjenningene overføres direkte gjennom disse kammene til kjeden. Belteplatene sitter her godt fast, mens de på belter hvor det ikke er annet feste enn de 4 boltene lett løsner hvorved slitasje og vedlikeholdsarbeidet øker sterkt. Er boltene av god kvalitet kan en unngå at belteplatene løsner selv om disse kammene med tilsvarende spor i kjeden mangler ved at en ofte trekker boltene godt til den første tiden.

#### Belteplan

Belteplatene er laget av spesialstål og leveres i forskjellig utførelse avhengig av hva traktoren skal nyttes til. For bruk som trekkmaskin og ved planeringsarbeider nyttes belteplater med kraftige griperibber. For beltetraktorer med lesseutstyr har belteplatene bare lave ribber. Til vinterkjøring nyttes spesielle belteplater da snø og is lett fester seg på vanlige plater og pakker seg innvendig i beltet slik at det blir fare for at beltet sprenge. Traktorene kan utstyres med belter av forskjellig bredde avhengig av hva slags arbeid som maskinen skal nyttes til. Skal traktoren nyttes på jord med dårlig bæreevne velges bredere belter enn om den vesentlig skal nyttes på steinfull jord. På de middelstore beltetraktorene

som nyttes til nydyrkings- og planeringsarbeider i jordbruket under forskjellige forhold brukes ofte belter med 16" - 18" bredde.

Vekten av traktoren overføres til beltet over 4-6 bæreruller foruten driv- og ledehjul. Bærerullene er festet til undersiden av beltevangen (6 fig. 16) og hviler på kjedens plane overflate. Rullene ligger så tett sammen at beltet ikke skal kunne presses opp mellom dem selv ved kjøring over f. eks. spisse steiner. Fig. 22 viser gjennomskjæring av en løperulle med glidelager. Denne er beregnet for smøring hver 10. time. 1 er pakninger og 2 er oljebeholder. På Allis-Chalmers er rullene beregnet for smøring for hver 1000 timer, og er da utstyrt med spesielle pakninger og rullelager (1 fig. 23). For andre traktortyper nyttes enten rullelager eller glidelager med smøreintervaller fra 10-500 timer. På oversiden holdes beltet opp av 1 eller 2 støtteruller (fig. 16 og 25). Fig. 24 viser stramming av beltet. Først løsnes låsemutterne 3 og derpå vrir strammeskruen 2 til beltet får den rette stramming. Før strammingen kan kontrolleres, kjøres traktoren litt frem og tilbake for å fordele strekket. Når beltet er passe stramt skal det kunne løftes 1,5-2" opp fra støtterullene. Det må nyttes spett for å prøve strammingen (fig. 25).

Selv om beltene er laget av slitesterkt materiale vil en god del av vedlikeholdsutgiftene falle på dem. Griperibbene slites fort ned. For å øke levetiden kan de pålegges hårdmetall, men for å oppnå et godt resultat kreves godt kjennskap til pålegg med hårdmetall og kjennskap til materialene som belteplate og ribber er laget av. Uten å ha kjennskap til materialene i platen kan det lett bli nyttat feil elektrode og resultatet kan gjerne bli at ribben blir for hard og sprekker f. eks. ved kjøring på stein. Fremgangsmåten ved pålegg av hårdmetall har også betydning for kvaliteten. Når ribben er slitt ned kan den også bygges opp ved at det sveises på rundt- eller firkantstål, eventuelt spesielt kamprofilstål. Under vanlige forhold kan en regne med at kjeden vil vare ca. 2000 timers kjøring. Boltene er da en god del slitt, men da de slites ujevnt kan de tas ut og vendes og beltet kan under gunstige forhold nyttes 1000 - 1500 t til. Det nyttes spesielle hydrauliske presser for å drive boltene utav og presse dem på plass i kjeden. Styrekant og anleggsflater for kjeden på ledehjul - støtte - og løperuller slites sterkt, men for å øke levetiden kan disse pålegges hårdmetall. Til dette arbeidet nyttes spesielle maskiner hvor hjul eller rulle blir spent fast og roterer samtidig som hårdmetallet sveises på. Det nyttes her en spesiell type elektrode kveilet opp i bunt. Framføringen skjer automatisk og hele flaten legges på jevnt uten særlig stopp og skjøter i sveisen. I enkelte tilfelle kan det bli aktuelt å dreie ned ujevnheter. Tennene på drivhullet

slites også sterkt og kan være nedslitt mens resten av hjulet ennå er like bra. For enkelte traktormerker kan det leveres ny tannkrans for drivhjulene. Ekene blir da skåret av i nærheten av felgen og ny felg med tannkrans blir sveiset på. Slike reparasjoner som her er nevnt vil spare vedlikeholdsutgifter og dermed føre til billigere drift. For å hindre at stein o. a. skal komme inn mellom belte- og drivhjul eller ruller er de fleste traktorer utstyrt med beskyttelsesplater for nedre del av belter og ruller og deksel for drivhjulene.

Beltene danner stor trykkflate mot bakken og ved vanlig bredde på beltene varierer jordtrykket mellom 0,3 og 0,6 kg/cm<sup>2</sup> for de vanligste traktorstørrelser. Enkelte små beltetraktorer har et lavere jordtrykk. For kjøring på lite bæredyktig myr er det ofte fordelaktig med enda mindre jordtrykk. Dette kan en f. eks. oppnå ved å montere plankebiter på beltene. Ved bruk av 2,5" x 5" 80 cm lange plankebiter skrudd fast til belteplatene på en International TD-9 som veier ca. 5,2 tonn ble jordtrykket 0,17 kg/cm<sup>2</sup>. Til sammenligning kan nevnes at trykket av en mannsfot blir 0,35 - 0,40 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Utstyr for beltetraktorer

Beltetraktoren slik som vi nå har lært den å kjenne er bare tjenlig som trekkmaskin, men forsynt med det rette utstyr kan den bli en meget allsidig maskin som kan utføre en rekke forskjellige arbeidsoppgaver. Likesom en vanlig hjultraktor kan også beltetraktoren utstyres med remskive for stasjonær drift av maskiner og med kraftuttak for direkte drift av forskjellige maskiner f. eks. gravemaskiner - skurtreskere m.m.

#### Vinsj

Beltetraktorene har lettere for å ta seg fram i ulende enn en vanlig hjultraktor og blir derfor nyttet til trekkmaskin i slikt terreng f. eks. til tømmerkjøring. Terrenget kan imidlertid bli for vanskelig selv for beltetraktoren og den kjører seg fast. I slike tilfelle er det en fordel at den er utstyrt med vinsj. Vinsjtrekk nyttes også til en rekke trekkarbeider hvor det er ønskelig med stor trekraft og liten hastighet. Vinsjen kan plasseres foran eller bak på traktoren. Når traktoren nyttes til tømmerkjøring er det ofte fordelaktig at vinsjen er montert foran på traktoren, men ellers vil en bakmontert vinsj være mer anvendelig. Vinsjen bør da være plassert slik at den ikke hindrer bruken av trekkfestet og kan da stadig sitte på traktoren (fig. 26). En bakmontert vinsj koples ofte direkte

til kraftuttaksakselen, mens et sleidedrev kopler vinsjtrommelen inn for begge dreieretninger. Vinsjen kan nyttes både for over- og undertrekk. Hovedkløtsjen på traktoren nyttes ved inn- og utkopling av vinsjtrommelen. Vinsjtrommelen er videre utstyrt med en kraftig brems.

På fig. 27 ser vi en vinsj beregnet for tungt trekk. Vinsjen er utstyrt med et anker som settes ned i jorden for å hjelpe til å holde traktoren i stilling under trekket. Vaieren går her over et spoleapparat som legger vaieren jevnt opp på trommelen. Slitasjen på vaieren blir derved minst mulig. Vinsjer uten spoleapparat nyttes også til tungt trekk, men vaieren blir da ofte utsatt for større påkjenninger. Både når vinsjen er utstyrt med spoleapparat og ellers bør traktoren stilles i trekkretningen for å få gunstigst mulig trekk.

Forklaring til fig. 27 1, er kraftoverføringsaksel fra traktor. Denne står i inngrep med en vertikal aksel 2 med drev i endene. Det øvre koniske drevet står i stadig inngrep med 2 koniske drev som roterer fritt på akselen 3. Det ene koniske drevet er fjernet på fig. Et koplingsstykke mellom de to koniske drev på akselen 3 kan ved hjelp av koplingsspaken 4 forskyves på spor på akselen og ved klokopling forbinde drivakselen 3 med det ene eller det andre av de koniske tannhjulene. Derved oppnås drift av vinsjtrommelen for over eller under undertrekk. Fra akselen overføres bevegelsene over et mellomliggende sylindrisk tannhjul 5 til det store sylindriske tannhullet 6 på vinsjtrommelen. På den andre siden av vinsjtrommelen er bremsetrommel og brems betjent med spaken 7. I inngrep med tannhullet 6 står tannhullet 8 som er fast forbundet med en snekkeskrue. Fra snekkeskruen overføres bevegelsen ved hjelp av et snekkehjul til en vertikal aksel 9 og videre til spoleapparatet 10. Armene i spoleapparatet med lederuller for vaieren styres av et hjerteformet spor i det store hjulet i spoleapparatet.

Vinsjen her er utstyrt med trykksmøring. En stempelpumpe II drives fra en eksenterskive på kraftoverføringsakselen og oljen ledes gjennom rør fram til tannhjul og lager som skal smøres. 12 er anker med rulle for vaier.

#### Utstyr for utgraving og føring av masse

Som nevnt nyttes beltetraktoren som trekkmaskin til forskjellige formål, men det er allikevel til utgravings- og planeringsarbeider, stein- og stubbebryting den har fått størst anvendelse hos oss. For å kunne nytte beltetraktoren til disse formål blir den forsynt med forskjellig utstyr som bulldozer eller angledozer og forskjellig tilleggsutstyr.

Vanlig kalles en beltetraktor med utstyr for en bulldozer, men dette er et spesielt utstyr for beltetraktoren. Vi bør skille mellom bulldozerutstyr (straight-dozer) og bullgrader- eller angledozerutstyr. Begge disse typer av utstyr kan manøvreres hydraulisk eller ved hjelp av vaier.

### 1. Bulldozerutstyr (Straight-Dozer)

Et bulldozerutstyr er beregnet til utgraving og transport av masse foran skjæret som derfor er fast forbundet til traktoren ved hjelp av en ramme og kan bare beveges opp og ned. På enkelte utstyr kan imidlertid skjærets jordsøkning stilles. Da det blir få bevegelige deler på bulldozerutstyret blir dette svært stabilt og solid, men anvendelsesmulighetene blir ikke så mange som for en angledozer. Bulldozerskjæret er høgere og kommer nærmere traktoren enn skjæret på et angledozerutstyr og er ofte utstyrt med endeplater som hjelper til å holde massen foran dette under skyving. Dette gjør at bulldozerutstyret er mer effektivt enn angledozerutstyr for transport av masse, vanlig regnes det med 5-15 % større effektivitet avhengig av traktorstørrelsen.

### 2. Bullgrader eller angledozer

Bullgraderen (fig. 28) består av en hovedramme 1, som er V-formet, eller avrundet foran og et svingbart blad eller skjær 2, opphengt midt på ramma. Det er en fordel at ramma er kortest mulig slik at skjæret kommer nær inn til traktoren. Skjæret er videre festet til ramma ved en arm på hver side 3. Disse armene kan festes til ramma i 3 forskjellige stillinger ved hjelp av bolter, og bladet eller skjæret vil derved kunne stilles på tvers av traktoren som en bulldozer eller på skrå i forhold til denne stilling til høyre eller venstre. Vinkelen, som skjæret kan skråstilles i forhold til midtstillingen, varierer fra  $25^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  for de ulike typer. Foruten denne skråstillingen kan også skjæret stilles ned på høyre eller venstre side. Denne innstillingen kan skje ved at støttearmene for skjæret, som er festet til skjæret ved 2 bolter, flyttes opp på den ene siden og ned på den andre. Det er flere muligheter her slik at en kan oppnå den ønskede skråstilling. På enkelte utstyr foregår denne innstillingen ved hjelp av en skrueanordning i de øvre støttearmer på skjæret (1 fig. 29) eller ved at hele ramma vris ved hjelp av en skrueanordning 1, bak på hver side av ramma (fig. 30-31).

Skjæret på bullgraderen er noe utsvingt nede (fig. 29) og er forsynt med utskiftbare hjørnesko likesom hele skjæret har utskiftbar slitekant

nederst. Et skjær som skal egne seg til skyving av masse bør ha en passe krumning slik at massen ruller foran det. Arbeidet blir lettere og massen setter seg ikke så lett fast på skjæret da.

Alle disse innstillingsmulighetene som er nevnt gjør at bullgraderen er langt mer anvendelig til forskjellig formål enn bulldozeren, og det er mest bare denne typen av utstyr som blir nyttet her i landet.

### Hydraulisk manøvrering

Til det hydrauliske utstyret (fig. 32) hører foruten hoveddrumme 1, skjær 2, og støttearmer 3, også festejern 4, for feste av utstyret til traktoren en oljebeholder 5, pumpe 6, ventilhus og to dobbelt virkende arbeidssylindre 7, samt armer 8, for overføring av stempelstengenes bevegelse til hoveddrumme og skjær. Pumpa er enten en tannhjulspumpe eller en vingepumpe som er montert foran på traktoren og drives fra veivakselen. Pumpa er da igang samtidig med at motoren går og utstyret kan derved nyttes uavhengig av hovedkløtsjen. Enkelte traktorer har pumpa plassert slik at den er avhengig av hovedkløtsjen. Effektiviteten av maskinen nedsettes da sterkt.

På enkelte typer av utstyr er arbeidssylindrene plassert på rammer på siden av traktoren slik at bevegelsen til skjæret blir overført ved hjelp av vektarmer (8 fig. 32). På nyere typer av utstyr er imidlertid arbeidssylindrene festet framme på siden av traktorkroppen (fig. 29 og 31) og stempelstengene forbindes direkte med hoveddrumma for utstyret. Her kan foruten arbeidssylindre og pumpe også oljebeholder og ventilhus være plassert foran og ved siden av radiatoren. Utstyret bør være bygget slik at vektfordelingen på traktoren og dermed på beltene blir jevn for at trekk- evnen skal bli størst mulig.

Fra pumpen føres oljen til et ventilhus hvorfra den kan ledes til begge sider av stemplene i arbeidssylindrene eller til oljetanken. Kontrollventilen som betjenes av en spak har som regel 4 ulike innstillinger som vist på plansjen på neste side.

1. Heve. Oljen presses inn på forsiden av stemplene mens baksiden av stemplene står i forbindelse med oljebeholderen.
2. Holde. Tilførselen til begge sider av stemplet er stengt og oljen går fra pumpa tilbake til tanken.
3. Senke. Oljen presses inn på baksiden av stemplet, mens forsiden står i forbindelse med oljebeholderen.
4. Flyte. Oljen fra pumpa går tilbake til tanken mens begge sider av stemplet også står i forbindelse med tanken. Skjæret kan da bevege seg fritt opp og ned, det flyter.

Det nyttes enten en spesiell tyntflytende olje eller vanlig motorolje SAE 10 som tåler det store trykk og oppvarming uten å ødelegges eller skumme for mye.

Som det framgår kan skjæret både presses ned og løftes opp. Det har svært mye å si at skjæret kan presses ned både ved utgraving av masse til bryting av stubber og stein og i tilfelle maskinen kjører seg ned på lite bæredyktig jord. For utgraving av tomter og åpne kanaler har utslaget (fig. 23), d.v.s. hvor dypt under (C) og hvor høyt over (B) beltenes understøttelsesflate skjæret kan beveges, stor betydning. Jo større dette utslaget er desto dypere vil f.eks. kanalen kunne graves i forhold til bredden. Med lite utslag for skjæret har kanalen lett for å bli svært bred i forhold til dybden.

### Vaier manøvrering

Ved vaiermanøvrering av skjæret er traktoren oftest utstyrt med en vinsj som drives fra kraftuttaket enten foran på motoren eller bak på traktoren. Fra denne går løftevaieren til en blokk som er montert øverst foran på traktoren og over en lignende blokk som er festet til skjæret. Vinsjen er utstyrt med friksjonskopling og brems. Skjæret kan derfor heves og holdes, men presses mot bakken bare av sin egen vekt. Vaiermanøvreringen nyttes derfor mest for større maskiner hvor skjæret i seg selv er så tungt at presset mot bakken blir stort nok for de ulike arbeidsoppgaver. Vaiermanøvrering nyttes også for mindre maskiner til militære formål.

### Sammenligning mellom vaier- og hydraulisk manøvrering

Vaiermanøvrering har enkelte fordeler framfor hydraulisk manøvrering, bevegelsene er raskere både ved løft og senking. Raskt løft er fordelaktig f.eks. ved bryting. Et vaiermanøvrertblad har også vanlig større bevegelse både under og over beltenes understøttelsesflate. På den annen side kan ikke skjæret presses ned, noe som gjør det mindre skikket på særlig hard jord, og ved nedkjøring f.eks. på myr kan ikke skjæret nyttes til å løfte maskinen opp slik at en kan bygge under den. På det vaiermanøvrerte utstyret er det flere smøresteder, flere bevegelige deler som slites og må vedlikeholdes likesom vaieren ofte må fornyes. Slitasjen av vaieren er imidlertid svært avhengig av bruken av utstyret.

Det hydrauliske utstyret har færre deler som er utsatt for slitasje, men pakningene trenger regelmessig ettersyn og justering likesom rør og slanger må kontrolleres for lekkasje og systemet må passes med olje. Oljen må også skiftes til bestemte tider.



Ved valg av utstyr bør en først og fremst ta hensyn til de viktigste arbeidsoppgavene. Består disse vesentlig av utgraving og flytting av masser vil ofte vaiermanøvrering foretrekkes for en stor maskin, men hvis jorda er hard så den er vanskelig å grave løs bør hydraulisk utstyr foretrekkes. Vanlig kan en si at vaiermanøvrering foretrekkes for store og hydraulisk manøvrering for mindre traktorer, men dette vil selvfølgelig avhenge mye av arbeidsoppgavene.

Da de fleste beltetraktorene som blir anskaffet her i landet blir nyttet til mange ulike arbeidsoppgaver og under svært forskjellige forhold som f. eks. veibygging, planeringsarbeider, graving av tomter, nydyrking m. m. vil hydraulisk manøvrert utstyr være mest fordelaktig og er derfor nesten enerådende.

#### Stubberiver - steingrind

Beltetraktorer med vanlig bullgrader ble like etter krigen tatt i bruk til nydyrkingsformål. Det var særlig på steinfrie jordarter at dette utstyret ble nyttet og arbeidet ble utført på den måten at stubbene ble brutt og skjøvet sammen i ranker. Sammen med stubbene ble også mye av humusen fjernet og rankene dekket store arealer som måtte ligge i flere år før stubbene råtnet slik at massen kunne kjøres ut igjen.

For at beltetraktoren skulle kunne nyttes bedre for nydyrkingsformål måtte skjæret erstattes med et mer fordelaktig arbeidsorgan, og det ble konstruert forskjellige typer av stubberivere og steingrinder her i landet samtidig som enkelte firmaer og importerte slike fra Amerika.

Betegnelsen stubberiver nyttes for en smal river (fig. 33) med 4-5 tenner, mens steingrind eller stubbegrind (fig. 34-35) ofte har samme arbeidsbredde som skjæret. Centeravstand mellom tinnene varierer for de ulike typene fra ca. 25 - ca. 40 cm. Tinnene på riveren bør ha god jordsøkning slik at de lett vil komme ned under steiner og røtter. Selve brytingsarbeidet vil så foregå ved samtidig løfting og framkjøring. Kombinasjonen av løfting og kjøring gir bulldozeren en veldig kraft og selv for de mindre typer blir det svære steiner og stubber som kan brytes opp. Det er en fordel at tinnene er nokså lange og ved skyving er det heldig om de har en slik form, gjerne noe buet, at stubber og stein delvis vil rulle foran riveren. Derved vil også mye jord løsne og bli igjen på feltet. Ved skyving har det lett for å følge med mye jord og torv om tinneavstanden er svært liten. Kjørekaren vil også ha mye å bety for arbeidets utførelse da bevegelse av riveren kan hjelpe til å riste jord av stubber og stein og hindre at mye jord følger med.

Hvilken bredde riveren bør ha vil være avhengig av det arbeide riveren skal nyttes til. For bryting av stubber og stein som er spredt utover feltet vil en smal river ofte være fordelaktig. Denne er montert midt på hoveddramma og brytingen gir minst mulig vridning og derfor den gunstigste påkjenning på utstyret. Den smale riveren er også gunstig på den måten at minst mulig jord og torv brytes opp. Ved etterfølgende pløying vil ellers løse torvflak lett sette seg i ploget og hindre arbeidet.

Skal en bred river nyttes til bryting av stubber og stein blir det gjerne den ene enden av riveren som nyttes og det vil da forårsake vridning av utstyret og ofte brekkasje samtidig som unødig mye jord brytes opp. De fleste stein- eller stubbegrinder leveres med utskiftbare tinner. Under bryting av enkelte stubber og steiner kan det derfor være aktuelt å fjerne de ytterste tinnene på begge sider og f.eks. nytte de 4 midtre til dette arbeidet. Ved dette blir således påkjenningen på utstyret mindre, det graves opp mindre jord, men arbeidet kan hindres en del ved at de lange endene på grinda tar ned i bakken. Metoden er imidlertid brukbar, og det blir 2 rivere i ett. Det blir ellers sjelden praktisert å anskaffe både smal og bred river selv om det i enkelte tilfelle ville være fordelaktig.

Av smale rivere kan nevnes en type som er laget ved Landbruksteknisk institutt. Denne er 1,2 m bred og har 4 tinner. Riveren er lett å montere på og av og egner seg godt til bryting av stubber og stein, men ikke til skyving. Riveren passer for de mindre bulldozere og da den blir billig i anskaffelse skulle den kunne anskaffes sammen med en bredere river. Av brede rivere eller grinder kan nevnes en type fra Underhaugs fabrikk (fig. 36). På denne kan tinnene lett fjernes og bommen kan så nyttes som feste for Skjærpeploget. Denne steingrinda og lignende typer er godt likt til bryting og skyving av stein, mens andre typer med mer bøyde tinner er bedre likt ved bryting og skyving på stubbemerk (fig. 34).

Foruten til bryting og skyving av stubber og stein vil også en bred steingrind kunne nyttes til åkergraving og vending av udyrket mark.

#### Tool bar (fig. 37)

Tool bar kan oversettes med redskapsbjelke og kan leveres som ekstrautstyr til enkelte traktormerker. Redskapsbjelken muliggjør hydraulisk betjening av bakmonterte redskaper f.eks. plog-kultivator med stive eller fjærende tinner og utstyr for å bryte aurhelle, tett hard undergrunn eller til å løsne hard jord i forbindelse med planerings- eller lessearbeider. Redskapsbjelken på de mindre traktorene er gjerne festet til utsiden av beltevangene og betjenes ved en hydraulisk sylinder på hver side. På de større

traktorene er det gjerne en ramme festet bak på traktoren hvor en arbeids-sylinder er plassert for høving og senking av bjelken. Trekkarmene for bjelken kan være festet utvendig på beltevangene eller direkte til traktorkroppen. For å kunne få full nytte av en slik redskapsbjelke må den kunne brukes f.eks. sammen med bullgraderen.

### Bruken av Tool Bar

En beltetraktor med Tool Bar kan sammenlignes med en vanlig hjultraktor med hydraulikk. Det er meget lettere å betjene direkte monterte redskaper og de er bedre å komme fram med og få satt i arbeidsstilling enn sleperedskapene. Til utgravings- og lessearbeider på hard jord med traktor utstyrt med bulldozer eller lesseapparat vil bakmontert "grubber" (fig. 38) være til god hjelp da den kan løsne den hardpakkede jorda slik at den blir lettere å få tak i med skjær eller skuffe. En slik grubber kan også nyttes for å løsne hard tettpakket undergrund for bl. a. å lette vantransporten. Til nybrottspløying med en bakmontert plog vil større steiner eller stubber som påtreffes lett kunne brytes opp etter hvert ved hjelp av en smal formontert river.

Til skogsgrøfting f.eks. på noe steinfull jord hvor bruk av grøfte-dynamitt faller vanskelig, men også under lettere forhold vil en kunne kjøre opp åpne grøfter ved hjelp av en plog montert midt på redskapsbjelken.

### Pusher plate

På større anlegg hvor det nyttes flere scrapere til transport av massen er det ofte behov for en beltetraktor som skal skyve på scrapperen under lessing. Denne traktoren kan da være utstyrt med en "pusher plate": en plate som er montert foran på traktoren og bare beregnet for skyving. På mindre anlegg nyttes en vanlig bullangledozer til dette arbeidet da traktoren ikke kan nyttes fullt ut bare til skyving. Som utfyllingsarbeid kan da bulldozeren nyttes til utgravings- eller planeringsarbeider.

### Utstyr for lessing (fig. 39)

En beltetraktor beregnet for bruk av lesseapparat (Shovel) er ofte bygget med stive beltevanger, stor sporvidde og lange belter ofte i bærerulle mer enn på tilsvarende traktor beregnet for bullangledozerutstyr. Beltevangene kan ikke beveges i forhold til traktorkroppen, men er stivet av sammen med denne. Fordelen ved disse forandringer er at traktoren blir mere stabil når skuffa er i løftet stilling, og minsker påkjenningen på traktor og lesseutstyr. Belteplatene er ofte utstyrt med flere lave ribber. Selv om en slik traktor er beregnet for lessearbeider kan den også utstyres med

bull- eller angledozerskjær. På grunn av at beltevangene ikke er bevegelige kan den imidlertid ikke konkurrere med en vanlig bulldozer til utgravings- og planeringsarbeider i ulendt terreng. En beltetraktor med lesseapparat kan utstyres med skuffer av forskjellige typer etter de ulike materialer som skal lesses og med gaffel for lessing av jernbjelker - tømmer - ved m.m.

Disse typer av lessemaskiner har i de siste årene fått stadig større anvendelse både til lessing av løse masser, til utgraving og lessing i tomter og på anlegg der bare det øverste jordlaget skal kjøres bort. Til mange av disse arbeidene kan imidlertid gravemaskinene nyttes og ofte utføre arbeidet billigere. F.eks. utgraving og lessing i en tomt. Fig. 40 viser lessing på lastebil og forskjellige måter å plassere bilen i forhold til traktoren. Av de 4 første stillingene er (B) raskest og gir minst slitasje på traktoren, men forholdene på lessestedet tilsier ofte at en må nytte en annen oppstilling. En oppmerksom lastebilkjører kan imidlertid forandre plass under lessingen hvis dette vil være fordelaktig. Metode (E) gir minst slitasje på traktoren og er rask om lastebilkjøreren er rask til å rygge tilbake for lessing og så fram igjen, men slitasjen på lastebilen øker sterkt og metoden er av den grunn lite likt av lastebilkjøreren.

### Bruk av beltetraktoren

Beltetraktoren kan som nevnt forsynes med forskjellig utstyr og nyttes til mange forskjellige arbeidsoppgaver.

### Trekkmaskin

Til trekkmaskin nytter vi beltetraktoren både i skogbruk, jordbruk og anleggsvirksomhet. I skogbruket nyttes beltetraktoren først og fremst til tømmerkjøring. Til dette bruk har de mindre typene fått særlig stor betydning i vanskelig terreng, men det nyttes også en del maskiner av middels størrelse.

Da dette er kostbare maskiner med lav kjørehastighet vil det først og fremst lønne seg å nytte dem hvor det er muligheter for å kjøre store lass. I slike tilfelle nyttes flere tømmerdoninger etterhverandre i såkalt lasstog. For å få lassene til å spore etterhverandre nyttes krysskjettinger mellom meiene både på de enkelte tømmerdoningene og mellom lassene. For å holde rett avstand mellom lassene blir det nyttet en fast bom. Selv om beltetraktoren har stor trekkeevne bør det ikke være svært store bakker når en skal kjøre med lasstog da disse vil redusere lasstørrelsen betraktelig. Beltetraktoren nyttes også til pakking av snø på lunneplasser, til veibygging m.m. Beltetraktoren kan også nyttes til lunning av tømmer

med vinsj, sulky eller annet utstyr. Til skogkulturarbeider, f. eks. trekk av kulturharver har de mindre beltetraktorene blitt nyttet en god del.

I jordbruket nyttes de mindre beltetraktorer til trekk av vanlige jordbruksredskaper både for jordarbeiding og innhøsting. Det er særlig i bakket lende at de mindre <sup>typene</sup> av beltetraktorer vil være fordelaktige framfor vanlige hjultraktorer. I slike tilfelle bør det velges en type med stor sporvidde. Beltetraktorene vil da ha atskillig større stabilitet mot velting enn en vanlig 4-hjuls traktor, og fremkomstevnen er også større. Til vanlig jordarbeiding i bakket lende blir ofte nyttet smale belter bl. a. for å kunne kjøre med det ene beltet i plogfåra under pløying veilies med velting mot bakke.

Beltetraktorer blir også nyttet til drift av grøftemaskiner og trekk av grøfteploger. De store grøfteplogene som Cuthbertson og Werklust som pløyer grøfta ferdig i en gang trenger et trekk på 4000 - 10000 kg, i enkelte tilfelle opp til 12- 14000 kg avhengig av jordarten, grøftedybden og fuktighetsforholdene. For å trekke disse plogene direkte må vi derfor regne med traktorer på ca. 15 tonn. Ved å bruke vinsjtrekk kan vi imidlertid utføre dette arbeide med traktorer ned til 6-8 tonn når bare vinsjen er tilstrekkelig kraftig og er utstyrt med et bra anker. Det er flere forhold her som taler for bruk av en middels traktorstørrelse og vinsjtrekk istedenfor stor traktor med direkte trekk for pløying av drenggrøfter.

1. Prisdifferensen.
2. På myr vil den store traktoren ikke komme fram.
3. Kapasiteten ved direkte trekk er så stor at det blir vanskelig å skaffe nok mannskap til legging av rør.
4. Ved flytting vil transporten vanskeliggjøre og fordyres ved bruk av en stor maskin. Mange bruer vil ikke tåle vekta.

Til anlegg av veier, flyplasser m. m. hvor masse skal flyttes over lengre strekninger enn det lønner seg å skyve den med bulldozeren, kan vi nytte en beltetraktor eller stor hjultraktor med 2- eller 4-hjuls scrapper (fig. 41). Ved lessing av større scrapere er det også ofte aktuelt å ha en beltetraktor til å skyve på, denne kan da som utfyllingsarbeid grave løs jord som skal lesses eller utføre planeringsarbeid. Fig. 42 viser en 4-hjuls scrapper med variermanøvrering fra traktorens vinsj. Arbeidsmåten framgår tydelig av figuren.

### Utgraving og føring av masse

Både ved anleggsarbeider som veibygging og graving av hustomter og i jordbruket til utplanering av større hauger for lettere å kunne nytte moderne jordarbeidings- og høstemaskiner, blir bulldozeren nyttet til å bryte løs og transportere jord og stein over kortere eller lengere strekninger.

Ved bryting og føring av masse nyttes vanlig et slikt gir at motoren blir godt utnyttet. Ved løsgraving av et jevntykt skikt er gravemotstanden omtrent konstant, mens skyvemotstanden økes etterhvert som jorden samles foran skjæret. Når skyvemotstanden øker slik at beltene begynner å slire eller motoren blir fullt utnyttet minkes gravedybden etterhvert slik at traktoren til slutt blir fullt utnyttet bare ved skyving.

Da bevegelsen av skjæret er avhengig av motorhastigheten og ikke av kjørehastigheten velges ofte 1. gir ved nøyaktig arbeid og finplanering, mens høyere gir, oftest 2. gir blir nyttet ved gravearbeider. Da de fleste beltetraktorer ikke kan gires under fart må det ofte nyttes et lavere gir til transport enn ønskelig da traktoren ikke greier å sette lasset i bevegelse i så høgt gir som kunne nyttes ved resten av transporten.

Til å bryte løs jorden vil bulldozeren og særlig bullgraderen være effektiv, men for skyving av masse vil effektiviteten være sterkt avhengig av transportveien og terrenget. Hvordan kapasiteten er avhengig av transportveien framgår tydelig av tabellen på neste side, som viser forholdet mellom transportvei i m og den transporterte masse i  $m^3/t$  for bulldozere av forskjellig størrelse. Tabellen gjelder for noenlunde løs masse. Blir det mye stein og stubber vil kapasiteten synke, men bulldozeren kan med fordel nyttes til transport selv ved sprenging av fjell. En transportvei på opp til 30-50 m er ofte maksimum for økonomisk skyving av løse masser, men under gunstige forhold kan skyving lønne seg for avstander opp til ca. 70 m. Blir transportveien lenger vil det lønne seg å nytte scraper - lastebil e. a. til transporten.

Tabell 1. etter Sv. Vægföreningen "Vægmaskinlära" side 306.

Arbeidskapasitet i m<sup>3</sup>/t for en traktor.

Teansportlengde i m	D8N (113 hk)	D7N (80 hk)	D6N (55 hk)
	m <sup>3</sup> /t	m <sup>3</sup> /t	m <sup>3</sup> /t
15	95	84	69
30	70	56	44
45	45	40	34
60	37	36	29
75	30	30	25
100	24	25	21

Tabellen ovenfor gjelder for noenlunde flat mark. Blir det stigning eller fall i terrenget vil dette virke sterkt inn på kapasiteten. Dette framgår tydelig av tabell 2.

Tabell 2, etter Bygg II side 650.

50 hk's traktor	Kapasitet i m <sup>3</sup> /t			
	10 % stigning	Horisontal mark	Fall	
			10 %	20 %
15	38	61	115	155
30	23	38	70	100
60	12	18	38	54

Ved skyving av massen mot bakke ser vi at kapasiteten reduseres sterkt, men reduksjonen er forholdsvis sterkere for en liten enn for en stor bulldozer. Kan skyvingen utføres utfor bakke ser vi at kapasiteten stiger sterkt med stigende fall. Etter tabellen stiger kapasiteten ved 30 m vei med ca. 84 % ved 10 % fall og med ca. 160 % ved 20 % fall regnet fra horisontal mark, mens den minker med ca. 40 % når stigningen blir 10 %.

Da terrengforholdene har så stor innflytelse på transportkapasiteten må dette tas i betraktning både ved planlegging og utførelse av et arbeid. Når skyving kan foregå utfor bakke ser vi også at vi med fordel kan nytte bulldozeren til lengre transporter. Ved flytting av større masser bør en mest mulig søke å nytte samme transportvei. Det vil da legge seg masse opp på begge sider slik at en kjører i en grøft og kan få med seg større lass.

Som nevnt kan bulldozeren nyttes til skyving over kortere avstander opp til 50-70 m under gunstige forhold. Små 2-hjuls scrapere kan nyttes for transport opp til 600-1000 m avhengig av forholdene, mens de større 4-hjuls scrapere kan nyttes for en transportvei på opp til ca. 1500 m. For kortere avstander kan beltetraktor nyttes som trekkmaskin, men for lengre avstander er det fordelaktig med en større gummihjulstraktor for driften. For transport både over kortere og lengre avstander kan en nytte lastebiler og traktor med tilhenger mens utgraving av massen og lessing utføres med bulldozeren. I slike tilfelle kan en bygge opp en enderampe som bulldozeren skyver massen opp på og ned på lasteplanet som er plassert foran rampen. Det kan også være aktuelt å bygge rampen slik at lastebilen bare rygger innunder og bulldozeren skyver massen ned på planet gjennom en åpning i rampens gulv (fig. 43).

#### Utkjøring av jordhauger

Dette arbeidet kan utføres ved å angripe haugen i ønsket retning og kjøre den ut. Er haugen for stor eller hard å ta i en gang eller om den skal spres i flere retninger, kan en angripe haugen fra siden som fig. 44 A viser eller begynne fra toppen av haugen som i fig. 44 B. Hvis en vil nytte siste framgangsmåte og haugen er så bratt at bulldozeren ikke greier å flytte all massen den får tak på, kan en bygge seg opp en rampe som vist i fig. 44 C. Her løsnes først en del masse ved å kjøre inn i haugen, derpå dras massen bakover ved å presse skjæret ned under rygging. Dette gjentas noen ganger til en får bygd opp en rampe som gir utgangspunkt for utkjøring av haugen.

Hvis haugen som skal kjøres ut er svært stor eller hard i forhold til kraften på traktoren bør sidekuttet gjentas i forskjellige retninger for å gjøre det kortere (fig. 45 A). Om slik sidegraving etterlater en høy kant som kan falle ned på traktoren, bør kanten graves ut ved å holde skjæret høgt da en i så tilfelle unngår å få begravet hele siden på traktoren.

Hauger som ikke er tilgjengelige fra siden må angripes fra toppen som vist i fig. 45 B. Den midtre skjæringen kan her utvides i bredden og massen kan spres i ønsket retning. En skjæring bør alltid utføres med tilstrekkelig bredde så en har god arbeidsplass og slik at en ikke risikerer å sette seg fast f.eks. i steiner som løsner fra sidene og faller ned. I skjæringen hvor kantene skal stå f.eks. ved veibygging bør en alltid sørge for å grave kantene med rett skråning med en gang da det blir både vanskeligere og kostbarere å komme igjen å utføre dette arbeidet senere.



### Opplessing av masse i haug

På fig. 46 A og B er det vist to alminnelige måter å legge opp en haug på ved hjelp av bulldozer. Om det dreier seg om store jordmasser skal A være mest fordelaktig da en her ikke får så mye transport mot bakke. Ofte nyttes en kombinasjon av disse to måtene. Haugen påbegynnes da som A og fortsettes som B. Dette kan f. eks. være tilfelle om det er kort avstand mellom haugen og gravestedet.

Skal jorden skyves utfor et fall til fylling skal skjæret løftes noe like før det rekker kanten. Den løse massen vil synke en del bl. a. ved pakking med maskinen og det ekstra laget skal da hjelpe til å holde fyllingen plan etter pakking og synking.

### Veibygging

Ved bygging av vei bør en passe på at arbeidet hele tiden utføres på en slik måte at veiprofilet både i skjæring og fylling blir selvdrenerende. I skjæringen må en også sørge for at det tas opp tilstrekkelige dreneringsgrøfter langs sidene av veien slik at ikke sterkt regn behøver å medføre stopp i arbeidet. Både ved bruk av bull- og angledozer bør arbeidet utføres mest mulig i veiens lengderetning, og i stigninger bør arbeidet om mulig utføres utfor bakke. Før arbeidet tar til bør veibanens høgde være fliset opp og ved utførelsen av arbeidet bør en som tidligere nevnt passe på at kantene i skjæring får den rette dosering.

### Sideskjæring

Når en begynner bygging av en vei i sideskjæring kan en gå fram på forskjellige måter enten ved å arbeide på tvers eller i veiens lengderetning. Fig. 47 A B C viser hvordan en kan gå fram ved å arbeide på tvers av veien til en får en plan startplass som gjerne kan skrå noe inn mot skjæring. D E F viser hvordan arbeidet kan utføres ved kjøring i veiens lengderetning. Bulldozeren graver her i lengderetningen og skjæret løftes noe opp samtidig med at bulldozeren svinges ut og legger massen opp i fylling. På denne måten blir det også laget en hylle som kan utvides som vist ved G. H.

Det blir stor forskjell i utførelsen av resten av arbeidet om det nyttes en bulldozer eller en angledozer. Ved bruk av bulldozer fortsettes arbeidet ved at massen graves løs ved kjøring i veiens lengderetning, og når skjæret er fullt svinges bulldozeren ut til siden og massen legges opp i fylling. Under dette arbeidet blir det til stadighet å nytte styrekløtsjer og bremses, og en må derfor regne med atskillig større slitasje på traktoren enn om den er utstyrt med angledozer.

Ved bruk av angledozer vil en ofte gå fram som nevnt ovenfor ved begynnelsen av arbeidet, men ved det fortsatte arbeidet skråstilles skjæret slik at det ved kjøring utfor bakke vil pløye jorda ut i fylling, samtidig tiltes skjæret ned på skjæringssiden. På denne måten vil skjæret grave jorda løs i skjæring og pløye den ut i fylling ved kjøring i veiens lengderetning, og det blir ikke så ofte behov for å svinge traktoren ut mot fyllingen for å bli kvitt massen. Ved at veien heller noe inn mot skjæring vil det være lettere å holde traktoren på plass under arbeidet.

Om en treffer på stein under arbeidet vil dette lett senke kapasiteten en god del. Flate og uregelmessige steiner vil lett feste under skjæret og øker friksjonen samtidig som bladet tvinges opp. Store steiner i gravning vil også lett tvinge skjæret opp og det vil da oftest lønne seg å grave dem opp med en gang og kjøre fram med noe løftet skjær slik at jorda blir igjen mens bare steinen fjernes. Ved rygging kan så den oppgravde jorda dras tilbake og fylles i forsenkningen som er gravd. Større steiner i fyllmassen kan nyttes sammen med denne og transporteres samtidig, men om de er for store til dette bruk, eller skal nyttes til annet formål kan de bare flyttes til side som vist i fig. 48 A og B uten noe ekstra kjøring. Ved A vil steinen flyttes tilside ved at den pløyes ut til siden av et fullt jordlass foran skjæret, og ved B blir steinen flyttet sidelengs samtidig med rygging av traktoren. Her rygges skjæret inn mot steinen og traktoren svinges så brått til motsatt side hvorved steinen flyttes ut av transportveien.

Etter at grovplaneringen er utført ofte i 2. gir og så stor hastighet bakover som forholdene tillater for å utnytte traktoren best mulig, står finplaneringen igjen. Denne utføres gjerne i lavere gir og en bør alltid passe på å ha en god del masse foran skjæret. Ved finplaneringen blir så forhøyningene jevnet ut og forsenkningene fyllt. Ved å la skjæret flyte under rygging vil dette også hjelpe til ved finplaneringen, f. eks. til å jevne ut sidehauger som er lagt opp ved kjøring framover. En flink maskinfører bør imidlertid kunne finplanere like godt ved kjøring framover og særlig på steinholdig jord vil det være lettere å få det jevnt på den måten enn ved rygging. Ved rygging vil nemlig skjæret lett løftes opp av steinene mens de ved skyving lettere blir presset ned i fyllmassen.

### Svinging med lass

En beltetraktor med bulldozerutstyr er lettere å manøvrere med fullt skjær enn en som er utstyrt med angledozer p. g. a. at bulldozerskjæret er noe smalere og kommer nærmere inn til traktorens forende enn angledozer-skjæret. Herved blir lastens arm ved svinging (A fig. 49) kortere og det skal

mindre kraft til på det drivende belte for å få svingt traktoren. På fig. 49 er D dreiepunkt ved det avbremsede beltet og K kraftens angrepspunkt i det drivende beltet. A er lastens arm og B kraftens arm. En traktor med bred sporvidde blir følgelig lettere å manøvrere med fullt skjær enn en traktor med smal sporvidde da kraftens arm blir større for den bredsporede traktoren. Selv om et usentret lass vil ha tendens til å svinge traktoren når begge beltene drar, vil det allikevel være vanskeligere å svinge med lasset enn uten. Om motoren er fullt utnyttet ved skyving vil ikke traktoren greie å svinge lasset da en ved utkopling av det ene beltet bare får 1/2 trekkraft. Det drivende beltet vil derfor gjerne spinne. I slike tilfelle kan en redusere lasset noe ved å løfte skjæret, eller en kan rygge og stille traktoren i ønsket kjøreretning før en fortsetter å skyve lasset.

### Nydyrking

Foruten til veiarbeider og større planeringsarbeider som f.eks. bygging av flyplasser, idrettsplasser, ved graving av tomter m.m. har bulldozeren også fått stor betydning i jordbruket. Det er tidligere omtalt en del utstyr for bulldozeren til bruk ved nydyrkingsarbeider, og vi skal her se litt mer på bruken av bulldozeren til dette formål og de arbeidsmengder en kan regne med.

Under avsnittet: Stubberiver - steingrind er konstruksjonen av forskjellige typer omtalt. Dette er utstyr som her i landet særlig er nyttet til nydyrkingsarbeider, men kan også nyttes ved utgravings- og planeringsarbeider. Dette utstyret er nyttet til slike formål i Amerika i lang tid før det ble tatt i bruk her i landet. Den såkalte "Rock-rake" eller steingrind blir ved utgravingsarbeider helst nyttet på særlig hard og steinfull jord hvor det er vanskelig å få brutt jorda løs med det vanlige planeringsskjæret.

### Planering

Planeringsarbeider for jordbruket utenom vanlig nydyrking er det blitt en del av, særlig i distrikter hvor moderne høstmaskiner særlig skurtreskere er tatt i bruk. Bratte hauger i jordene vil vanskeliggjøre utnyttelsen av moderne maskiner og derfor har stadig flere gårdbrukere leiet bulldozere for å få planert ut disse haugene. Til slikt arbeid ligger forholdene godt til rette for en bulldozer og dens store arbeidsevne blir her godt utnyttet da det vesentlig blir føring av masse utfor bakke. På jordarter hvor det ikke er heldig å få opp alt for mye undergrunn bør arbeidet utføres på den måten at en først skraper matjordlaget av haugen og det området rundt omkring hvor haugen skal planeres ut. Derpå blir

haugen jevnet ut så langt det ansees nødvendig, og matjorda blir så ført tilbake. Under dette siste arbeid kan det bli en del føring mot bakke med dermed følgende mindre kapasitet på bulldozeren. Arbeidsmengden ved dette arbeid vil bli som ved andre utgravings- og føringsarbeider. Tabell 1 og 2. For steinrik og hard jord må vi regne med mindre kapasitet.

### Stubberydding

Til vanlig nydyrkingsarbeid ble bulldozeren først tatt i bruk til bryting og rydding av stubb på mer steinfrie jordarter. Dette arbeidet kan utføres på forskjellige måter og resultatet og kostnadene vil være avhengig av den fremgangsmåte som nyttes. Ved å bruke en stor bulldozer eller tourna- dozer gjør en oftest feltet ferdig i en operasjon da en ofte bryter og kjører stubbene sammen i ranker samtidig. Dette fører lett til at også en god del torv blir fjernet sammen med stubbene. Etter foreløpige avlings- resultater fra et stubbefelt hvor det er nyttet ulike dyrkingsmåter ser det ut for å være fordelaktig at torvlaget blir blandet sammen med jorda under oppdyrking og ikke fjernet sammen med stubbene. Også med de store bull- dozjerne kan en bryte stubbene opp enkeltvis. Dette nyttes særlig på felter med forholdsvis stor stubb og særlig når stubbene er ferske da de i så til- felle sitter svært godt og jorda vanskelig slipper stubbene. Stubbene er mye lettere å bryte når en venter til de små rothårene på røttene dør, f. eks. 2 år eller mer etter hugging. Det festes også mindre jord til stubbene da. Ved bruk av mindre bulldozere kan en nytte samme frem- gangsmåte som nevnt, men ofte nyttes en smal river til brytingen og stubb- ene blir mest brutt en og en. Skal en regne med å fjerne stubbene umiddel- bart etter bryting vil det ofte svare seg å riste av litt jord og torv av røttene med det samme det brytes opp. Dette skaffer en del ekstraarbeid ved selve brytingen, men det letter arbeidet ved ryddingen og mindre jord og organisk materiale blir kjørt bort. Om det ellers passer vil det ofte være fordel- aktig å bryte stubbene opp det ene året slik at sol og vind, frost og regn kan virke på dem. Ved bortkjøring av stubbene neste år vil de ha tørket en del, og jord og torv faller lettere av under ryddingsarbeidet.

Ved nydyrking under slike forhold regnes det med følgende arbeids- mengder pr. dekar.

Bulldozerstørrelse	t/da ved bryting og rydding
ca. 16 tonn	ca. 1 t
7 "	" 2 t

Til sammenligning kan nevnes resultatene fra et nydyrkingsfelt på Nes på Romerike. Det ble her nyttet en International TD-9 bulldozer på ca. 7 tonn med smal stubberiver til bryting.

Tid for bryting varierte etter stubbetall og stubbestørrelse. Ved 51 ferske og 35 gamle stubber pr. da tok brytinga 34 min/da

108	"	"	23	"	-	"	"	43	"
55	"	"	21	"	-	"	"	54	"

I siste tilfelle var de ferske stubbene store.

Skyving av stubbene ut til kanten for feltet (opp til 80 m transportvei p.g.a. feltets beliggenhet i forhold til tidligere dyrket jord) 65-68 min pr. da. I tillegg ble det nyttet traktor og tilhenger for å rydde bort mindre stubber og røtter som ble liggende igjen.

### Steinbryting og rydding

Ved bryting av stein vil kapasiteten i m<sup>3</sup>/t variere svært etter forholdene på stedet som f.eks. steinstørrelse, jordart og fuktighetsforhold i jorda. Videre har beltetraktorens størrelse og utstyr stor betydning. Fra en sammenligning mellom 7 tonns bulldozer med smal river og en hjultraktor med steinklo ved bryting av stein på tidligere beiteland har vi følgende resultat:

Tabell 3

	Tid bryting	Ant. stein	Steinstr. gj. snitt	Ant. m <sup>3</sup> i alt	Ant. m <sup>3</sup> /t	Pris/m <sup>3</sup>
7 tonns bulldozer TD-9	4,43 t	235	167	39,3	8,87	5,97
Fordson Major med Gubben steinklo	11,5 "	322	132	42,4	3,69	3,74

Vi ser at kapasiteten for bulldozeren her er over dobbelt så stor som for en stor hjultraktor med steinklo, men i dette tilfelle har traktoren arbeidet billigst. På mer storsteinete felt vil bulldozeren både i kapasitet og pris være fordelaktig framfor hjultraktoren.

Ved rydding av stein fra nydyrkingsfelter blir bulldozeren nyttet både til skyving og kjøring på steindrøg. Ved skyving bør det nyttes bred steingrind, men selv med disse vil det ved lengre skyving bli få steiner som en får fram til røysa pr. tur. Metoden passer best hvor det er anledning til å lagre steinen langsmed nydyrkingsfeltet og ryddingen kan da best foregå ved at en rydder med seg en større flate i en gang og skyver mot kanten i flere etapper. Både ved skyving og kjøring på drøg vil det fortrinnsvis være større stein som det lønner seg å nytte bulldozer til. Ved kjøring av stor stein på drøg kan en til en bulldozer på 7-8 tonn nytte et drøg på 1,5 x 3,5 m<sup>2</sup>. Både på- og avlæssing kan da utføres med bull-

dozeren og det viser seg at en smal river er godt anvendelig ved dette arbeidet. Pålessing foregår ved at steinen veltes inn på drøget, og avlessing ved at hele drøget veltes. Kjøring av lessestein på drøg for bulldozer blir kostbart og bør bare nyttes om forholdene er slike at en ikke kommer fram med vanlig hjultraktor.

Fra et felt med vesentlig stor stein kan det vises til følgende resultat ved steinrydding med en 7 tonns bulldozer med 1,2 m bred river både for skyving og for kjøring på steindrøg. Videre skyving med en 14 tonns bulldozer med 3,5 m bred river. Steinen er lagt langs med feltets sider.

Tabell 4

Bulldozerstørrelse	Transportvei	Kapasitet m <sup>3</sup> /t	Transportmåte	Pris kr/m <sup>3</sup>
14 tonn	0 - 65	ca. 9,5	Skyving	ca. 8,-
7 "	0 - 80	" 8,0	Skyving og kjøring	" 7,-

Som det fremgår av tabellen er bruk av mindre bulldozere og kjøring på drøg med direkte skyving langs kantene blitt billigere enn bare skyving med en stor bulldozer med bred steingrind selv om det ved kjøringen har vært lengre transportvei.

For å få en sammenligning mellom rydding av stor stein ved skyving og kjøring på drøg ble det utført en rekke detaljobservasjoner ved steinryddingen på dette feltet med en 7 tonns bulldozer utstyrt med 1,2 m bred stubberiver og 1,5 x 3,0 m<sup>3</sup> steindrøg. Transportveien er delt opp i 10 m intervaller og tiden er regnet ut pr. stein da det her er forholdet mellom de to transportmåtene som skal sammenlignes. Steinstørrelsen var ganske jevn og sammenligningen vil derfor også tilnærmet gjelde bortkjørt masse.

Observasjonene er utført for skyving av 179 steiner i forskjellige avstander fra 0-100 m. De fleste steiner er imidlertid transportert mindre enn 50 m. Det er i alt utført 131 turer slik at det i middel er fjernet 1,36 steiner pr. tur. Kjøring på drøg er utført over avstander fra 20-100 m med de fleste lass innenfor grensen 30-90 m. Lessetiden var i gjennomsnitt 7,5 min med 6,7 steiner pr. lass. Det er i alt kjørt 65 lass stein. Både på- og avlessing er utført med bulldozeren.

Som det fremgår av tabellen og den grafiske fremstilling er skyving fordelaktig over korte avstander, men tiden pr. stein stiger raskt med økende transportlengde. Ved kjøring på drøg spiller ikke avstanden så stor rolle, og vi ser at tiden pr. stein stiger meget langsommere enn ved skyving. I dette tilfelle vil skyving lønne seg opp til 30-35 m transportvei. For lengre transport er kjøring på drøg fordelaktig, og mer fordel-

aktig jo lengre transportveien er. Ved å nytte en bred river til skyvinga ville det sannsynligvis ha vært fordelaktig med noe lengre skyving.

Under forhold hvor det ikke er ønskelig å lagre steiner langsmed nybrottsfeltets kant, men hvor den må kjøres sammen i en røys vil det for det første kjøring på drøg for det meste av steinens vedkommende være fordelaktig, men vi må også ofte regne med mindre kapasitet og større priser pr. m<sup>3</sup> enn det er regnet med i tabell 4. Særlig om det blir noe motbakke ved steintransporten må lasstørrelsen reduseres betydelig. Ved de forsøk som er utført viser det seg at steintransporten oftest blir billigst om forholdene ligger slik til rette at en kan nytte hjultraktor med tilhenger, steinsvans eller drøg.

### Pløying og åkergraving

For selve brytingsarbeidet blir bulldozeren nyttet til trekk av nybrottsplog og til åkergraving med steingrind. Av nybrottsploget for bulldozere nyttes både slepeploget og direkte monterte ploget. Slepeploget for bulldozere bør være solide og tunge slik at de kan få en stødig gang. De slepeploget som er i bruk her i landet passer imidlertid best på mer steinfrie jordarter. På steinrik jord hvor steinen ligger i alle dybder vil ploget få en svært ustødig gang, den kastes til sidene og pløyearbeidet blir av dårlig kvalitet. Ligger steinen vesentlig i det øvre jordlaget slik at plogspissen kommer under det steinrike sjiktet vil ploget også her gjøre bra arbeide. På storsteinete jord er det fordelaktig med smal river på bulldozeren slik at en samtidig med pløyingen kan bryte opp de store steinene som ikke tas opp med ploget. Med en 6-8 tonns bulldozer og slepeplog kan en regne med å pløye 0,5-1 da pr. time på steinfrie jordarter avhengig av forholdene. På myr vil kapasiteten variere svært etter forholdene og beltetraktorens utstyr.

På de myrfeltene som Landbruksteknisk institutt har dyrket opp varierer kapasiteten fra ca. 1/3 - ca. 1, - da pr. time på de ulike feltene uten bruk av ekstrautstyr som plankestubber på beltene. På et myrfelt med dårlig bæreevne er sammenlignet pløying med slepeplog trukket av en 7 tonns bulldozer uten plankestubber på beltene og samme beltetraktor med bulldozerutstyret fjernet og 80 cm lange plankestubber montert på beltene. Spesifikt marktrykk er her redusert fra 0,37 - 0,17 kg/m<sup>2</sup>.

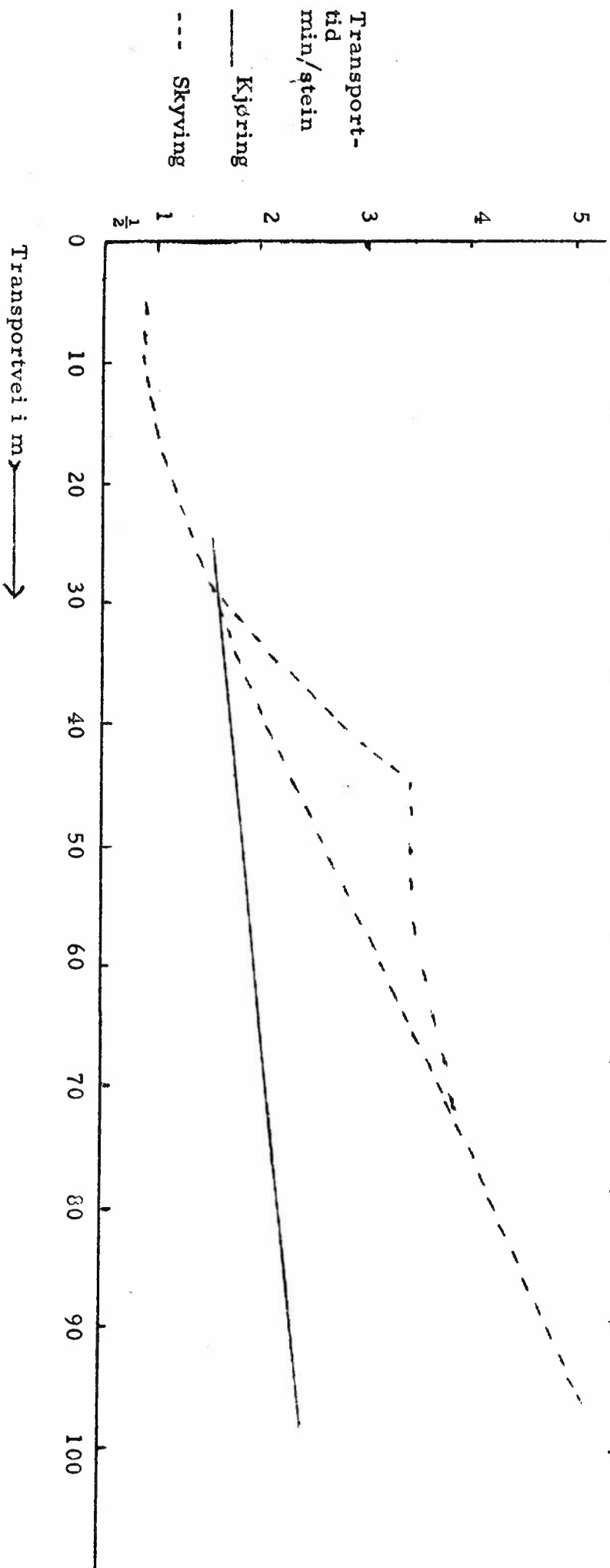
I første tilfelle tok det 183 min for å få pløyet 1 da og i annet tilfelle 69 min pr. da. Dette resultatet viser tydelig at det ved arbeid på lite bæredyktig myr er fordelaktig å nytte ekstrautstyr som reduserer det spesifikke jordtrykket av maskinene.

Transport av stor stein med 7 tons bulldozer

Alt. 1. Kjøring på drøgg (1,5 x 3) m<sup>2</sup>, på- og avlessing med bulldozeren, 6,7 steiner pr. lass.

Alt. 2. Skyving 1, 2 m bred stubberiver.

Transportvei i m	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100
Alt. 1 Kjøring min/lass			10,50	11,80	12,66	12,78	13,10	14,30	14,91	16,17
Alt. 1 Kjøring min/stein			1,57	1,76	1,89	1,91	1,96	2,13	2,23	2,41
Alt. 2 Skyving min/stein	0,90	1,04	1,39	2,30	3,50	3,50		4,00		5,00





Ved pløying på steinrik jord vil kapasiteten først og fremst avhenge av steinmengde og steinstørrelse. Når en har med mannskap til steinrydding blir det også ofte å vente til disse er ferdig med steinplukkinga før neste får kan pløyes.

Den mest kjente direkte monterte plog beregnet for bulldozer er Skjærpeplogen (fig. 35). Denne monteres på en spesialbygget ramme som er festet på skjærets plass på bulldozerutstyret. Plogen er festet ytterst og fremst på høyre side av bulldozerutstyret slik at kjørerkaren får ganske god oversikt over plogen under arbeid. Plogen blir også nyttet til bryting av større stein som en treffer på under arbeidet, og denne steinen bør legges opp på pløyd land slik at den er lettere å få tak i ved ryddingsarbeidet. Da dette er store ploger på 24 og 30" vil det lett bli gjemt mye middels stor stein i pløyefårene særlig om en nytter noe djup pløying. Plogen kan nyttes under de fleste forhold, men sammenlignet med f. eks. pløying med traktor vil den være mest fordelaktig på vesentlig storsteinete jord og på felter hvor det er vanskelig å komme fram med hjultraktor. Plogen krever en dyktig og øvet kjørekar for å gjøre godt arbeide.

Kapasiteten vil avhenge sterkt av forholdene. På de felter Landbruksteknisk institutt har nyttet Skjærpeplogen er det brukt fra 47-74 min pr. da på morenejord, total steinmengde har variert fra ca. 20 - ca. 50 m<sup>3</sup> pr. da, i siste tilfelle var det vesentlig stor stein, og mye av denne var brutt før pløyinga. Enkelte har prøvd å montere Skjærpeplogen bak på redskapsramma. Dette kan være en fordel da en samtidig med plogen kan ha steingrind eller river på bulldozeren og nytte denne til bryting av større stein som påtreffes. Ved å bryte steinen med riveren midt på bulldozer-ramma vil påkjenningen bli atskillig mindre på utstyret enn om steinen skal brytes med plogen som sitter helt ut på siden av ramma. Det er vanskelig å få jevn pløying med plog montert bak på en beltetraktor da pløyedybden lett forandres ved ujevnheter i terrenget. Også fårbredden vil lett bli ujevn.

Åkergraving med bulldozer utføres helst på den måten at en begynner nederst på feltet og arbeider seg bakover langsmed feltgrensen og arbeider ferdig stripe for stripe over hele feltet. Selve brytingsarbeidet utføres på den måten at steingrinda presses ned i bakken og løftes under kjøring fram slik at jorda blir løftet opp og vendt. Deretter rygges og en tar et nytt tak på ca. 1 m bredde, presser grinda ned, kjører fram og vender jorda. Jo smalere tak en tar for hver gang desto bedre kan en få skilt ut steinen. Samtidig med at jorda vendes søker en å få mest mulig stein fri og opp på vendt jord. Ved å presse steingrinda ned i bakken under rygging

vil en også kjenne om det ligger store steiner i det øvre jordlaget og disse kan da brytes opp før et nytt jordlag blir vendt. Ved åkergraving med bulldozer er det fordelaktig å nytte steingrind med like stor arbeidsbredde som angledozerskjæret slik at en slipper å kjøre med beltene på den jorda som er bearbeidet og klemme ned igjen stein som er brutt opp. Svært mye småstein blir liggende igjen i jorda etter denne dyrkingsmåten. Metoden passer derfor best på vesentlig storsteinete jord. På et stubbefelt på morenejord kan nevnes at det med en 12 tonns bulldozer ble åkergravet 1/2 da pr. time. Det ble kjørt bort ca. 38 m<sup>3</sup> stein pr. da etter gravinga.

Både etter pløying med en stor Skjærpeplog og etter åkergraving med steingrind vil det på storsteinete jord lett bli svært ujevnt og vanskelig å komme fram med traktor ved steinryddingen. På slike felter vil det derfor være fordelaktig å utføre rydding av stor stein med bulldozeren hvis forholdene ligger til rette for det. En vil da samtidig med steinryddinga få jevnet og planert feltet såpass at det blir framkommelig med traktor.

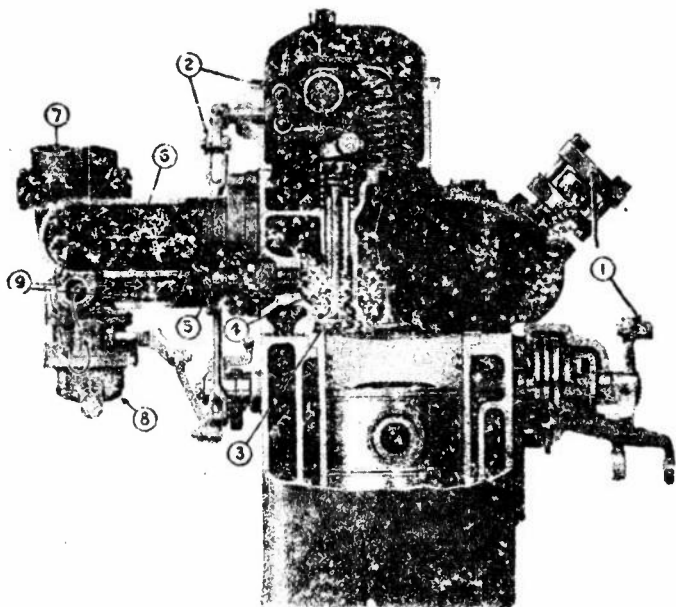


Fig. 1

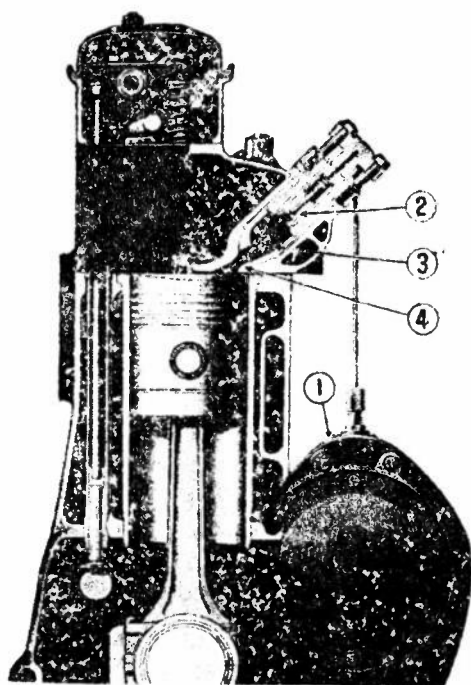


Fig. 2

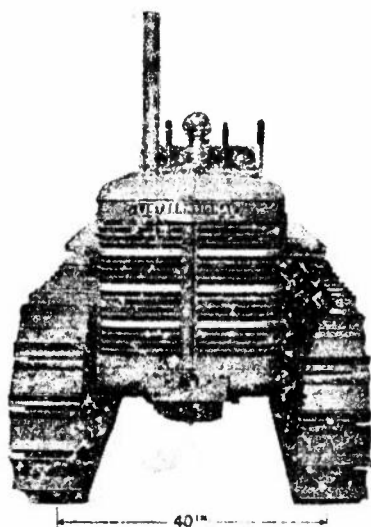


Fig. 3

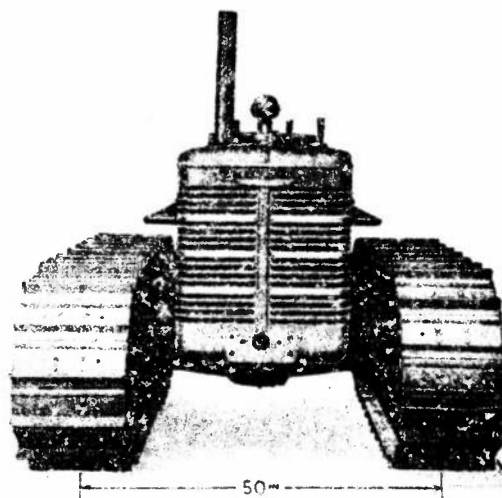


Fig. 4

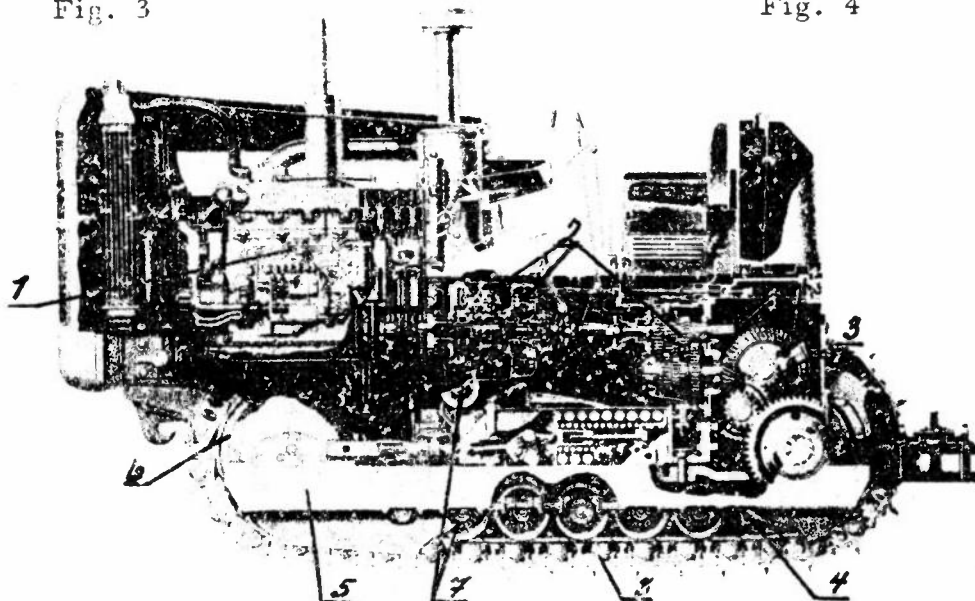


Fig. 5

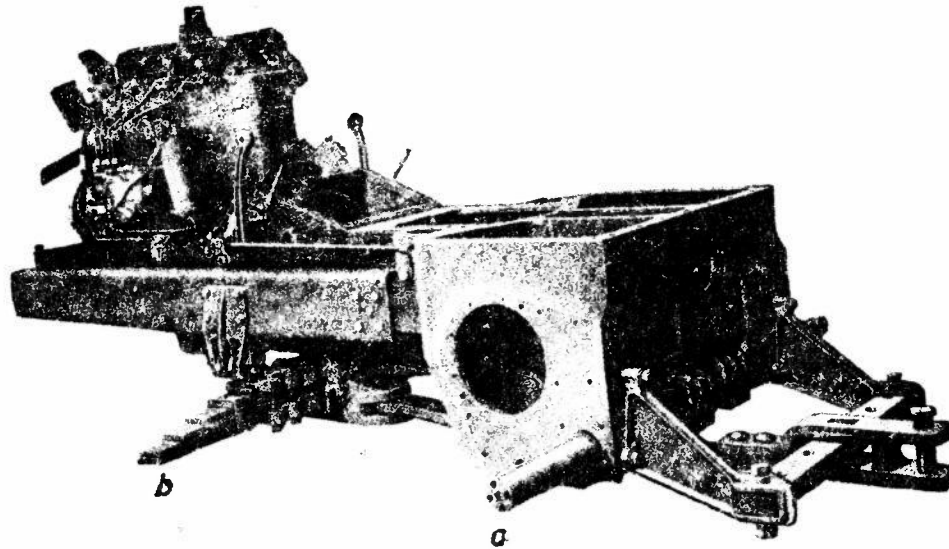


Fig. 6

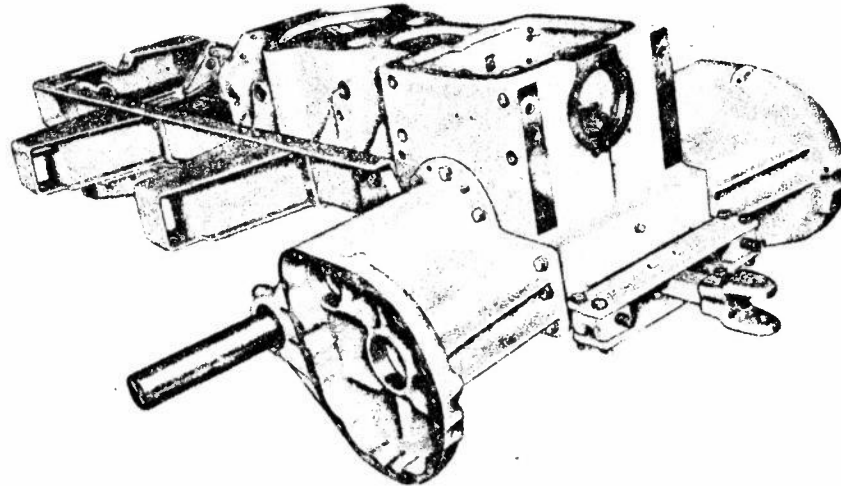


Fig. 7

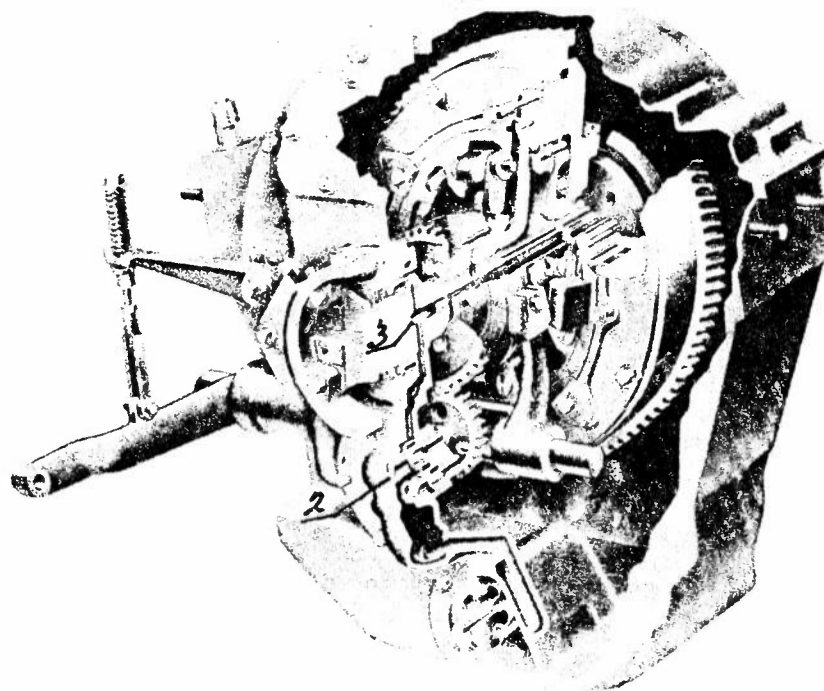


Fig. 8

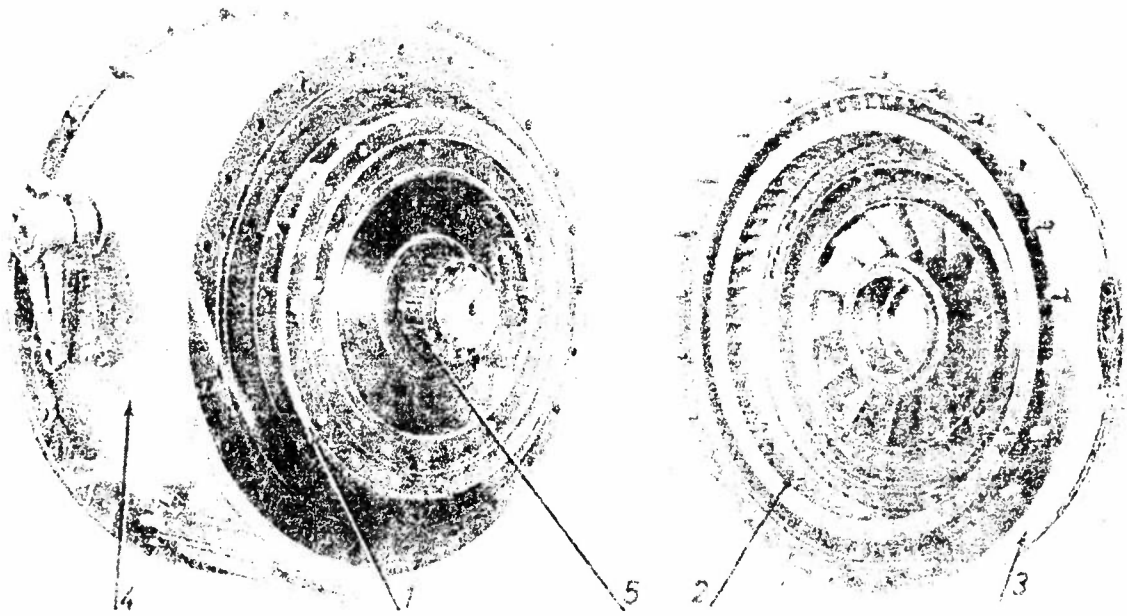


Fig. 9

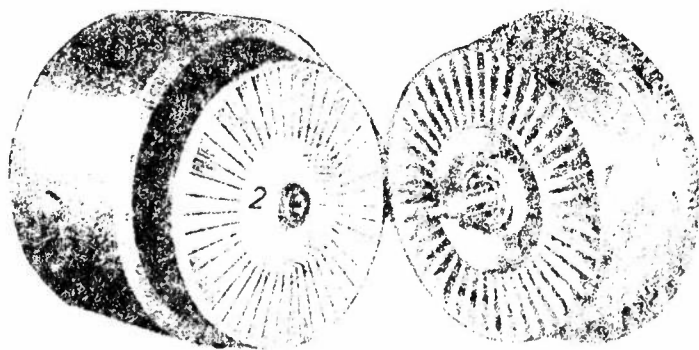


Fig. 10

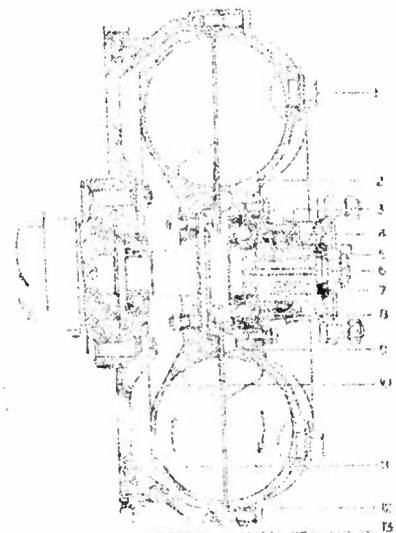


Fig. 11. Schnitt an Dämmerer Ölpedal.  
 1. Öl-füllungs-pedal. 2. Leber-schraub (Schraube)  
 3. Lösering (Zinnerring). 4. Doppelt-pul-  
 nung. 5. Kopplungs-feder. 6. Lämmerer. 7.  
 Stoppschraube. 8. Pulver-pulver. 9. Feder der Öl-  
 clutch. 10. Lösselring. 11. Bremsen-  
 clutch. 12. Feder-ring. 13. Schraub-  
 schraube.

Fig. 11

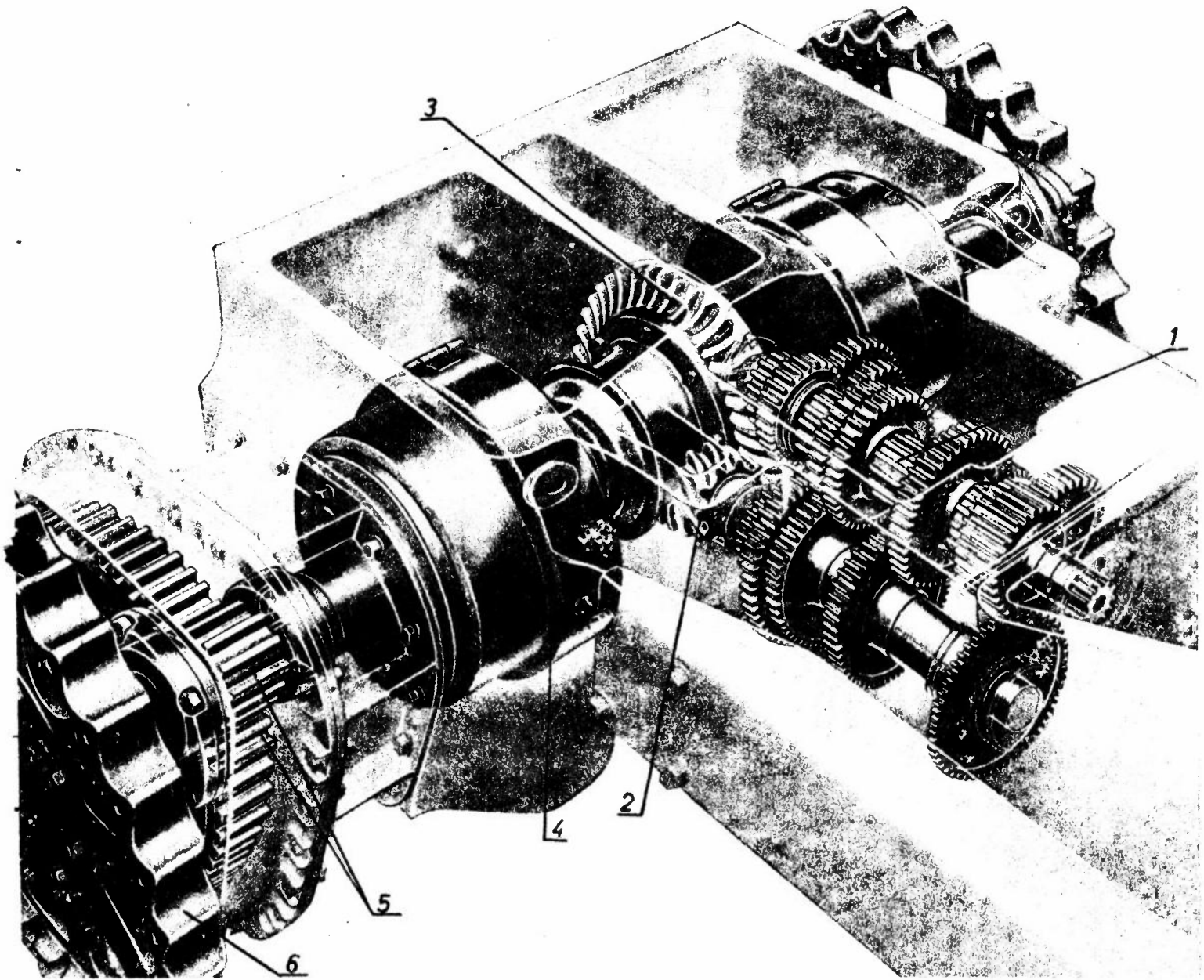


Fig. 12

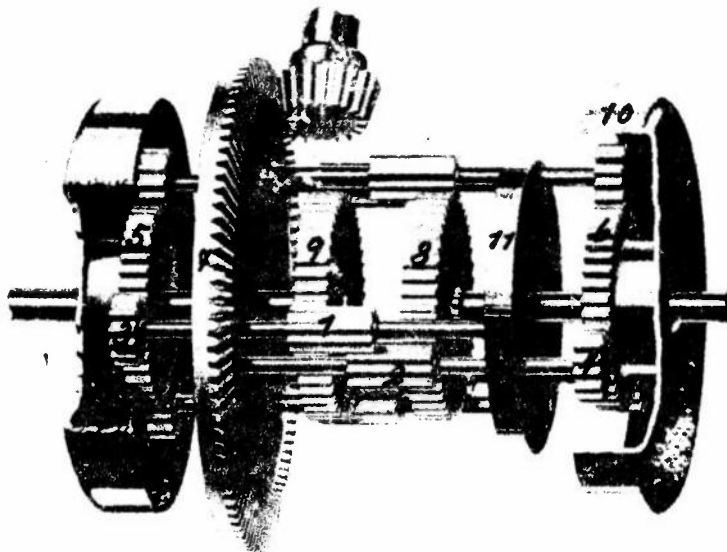


Fig. 15

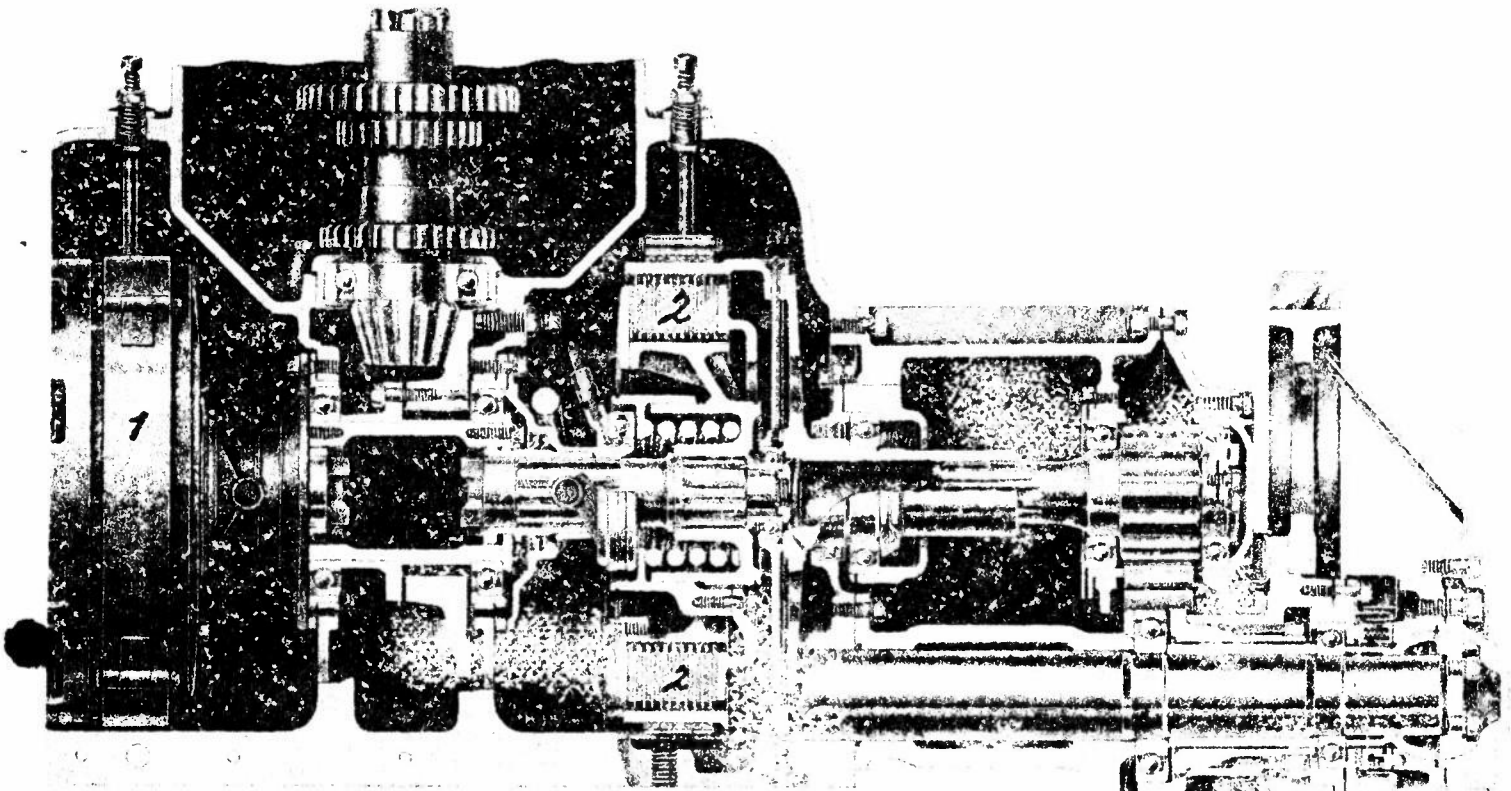


Fig. 13

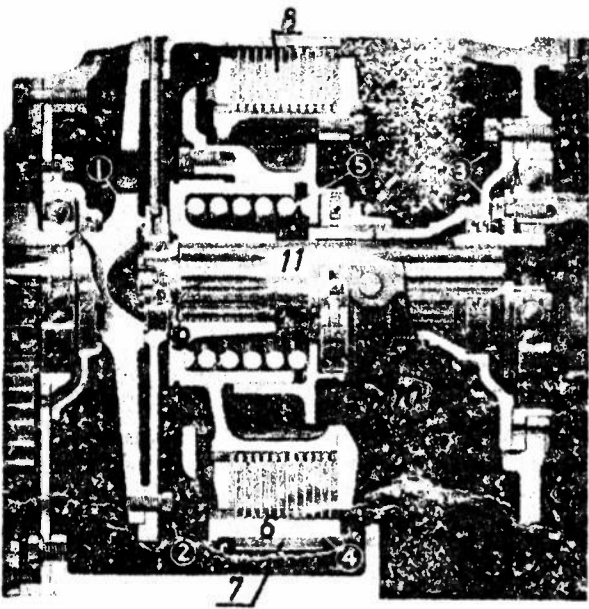


Fig. 14

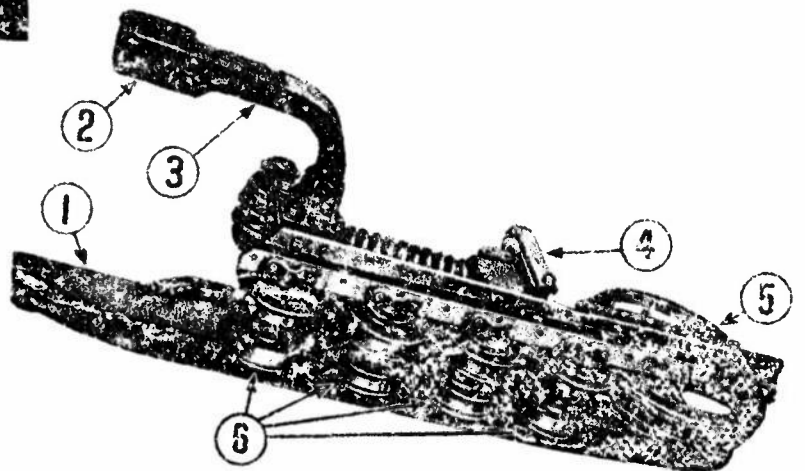


Fig. 15



Fig. 17

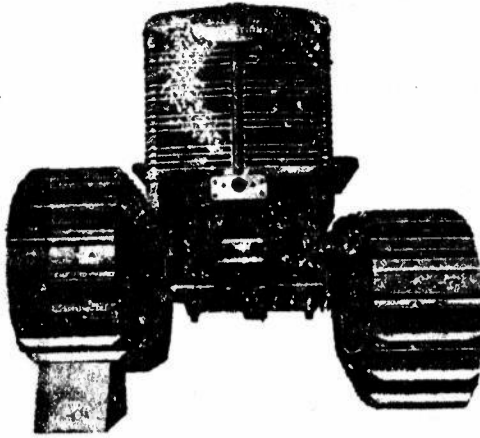


Fig. 18

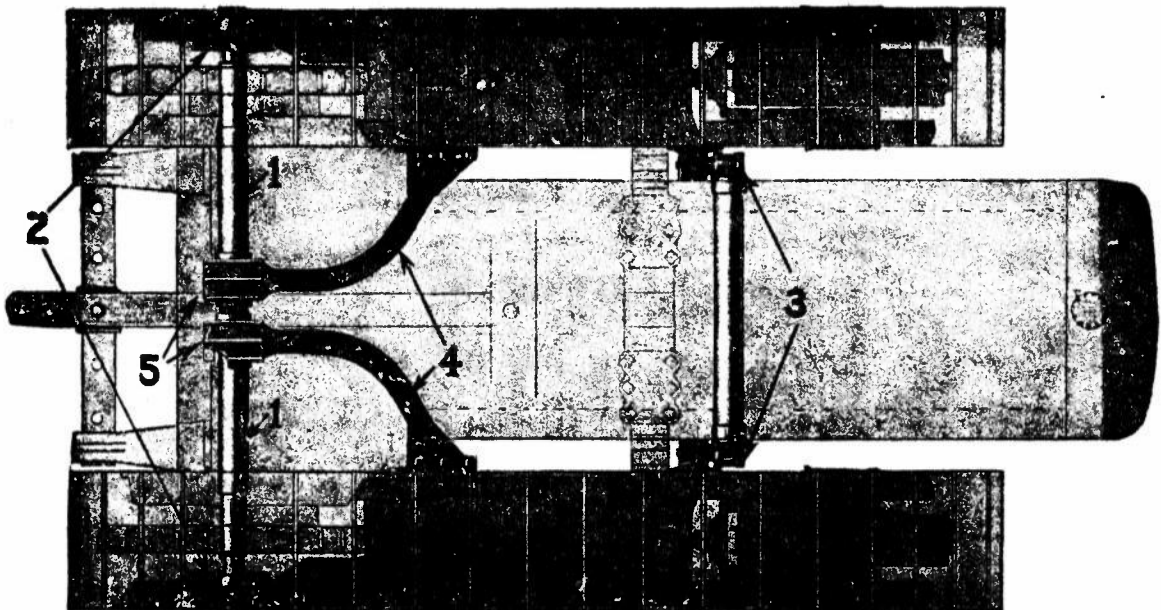


Fig. 19



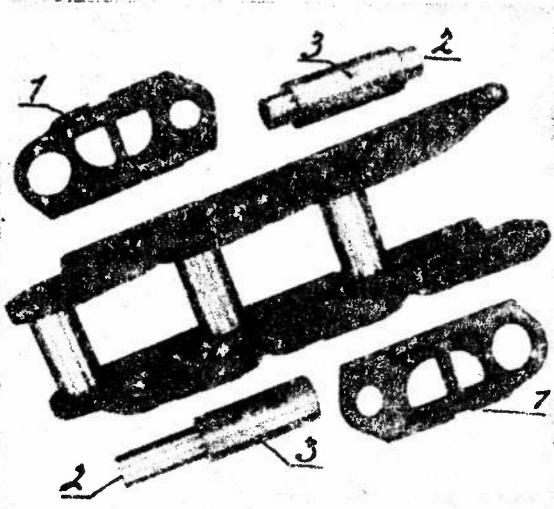


Fig. 20

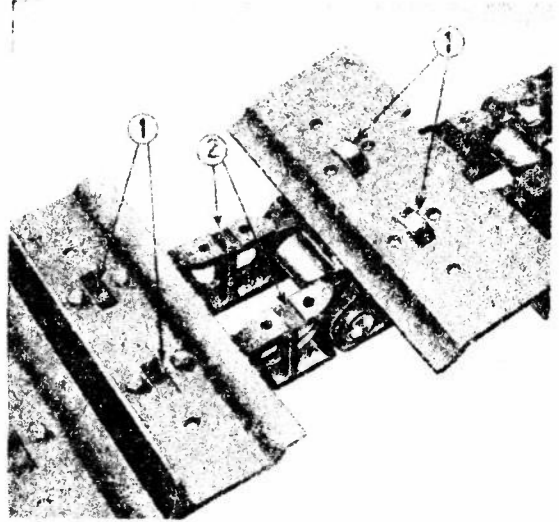


Fig. 21

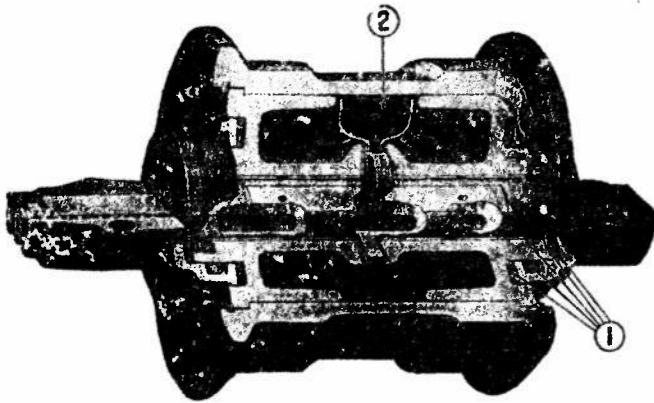


Fig. 22

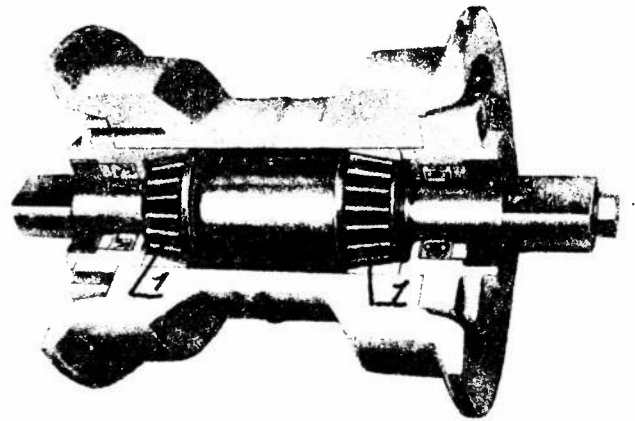


Fig. 24

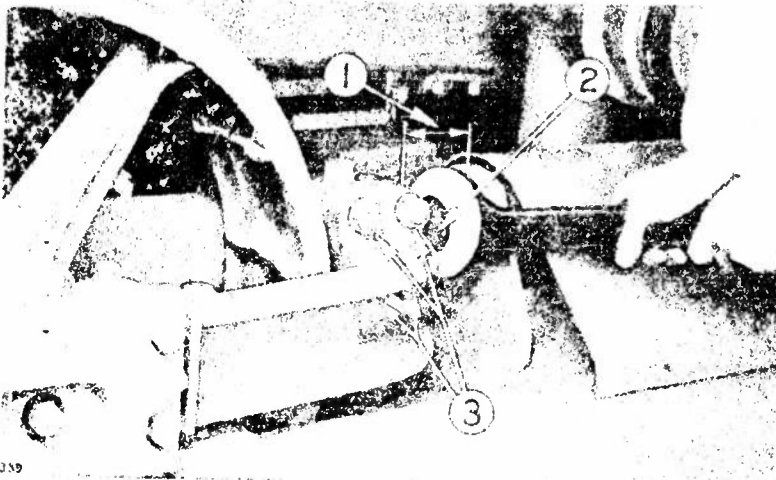


Fig. 23



Fig. 25

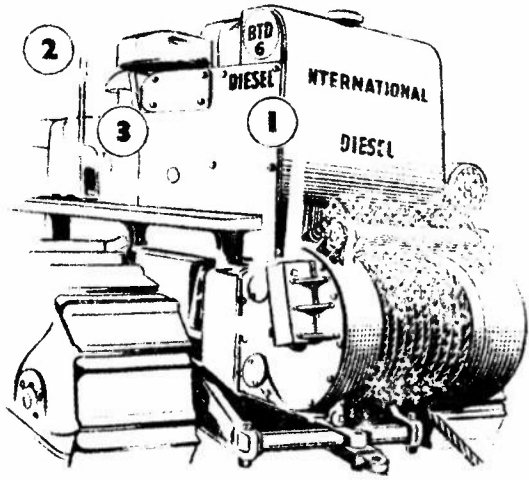


Fig. 26

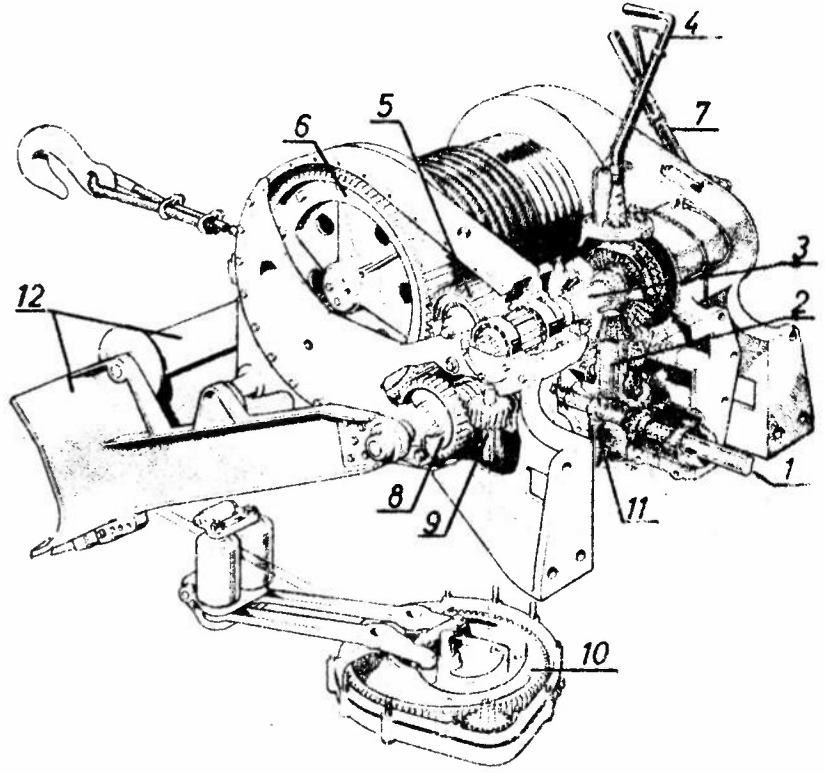


Fig. 27

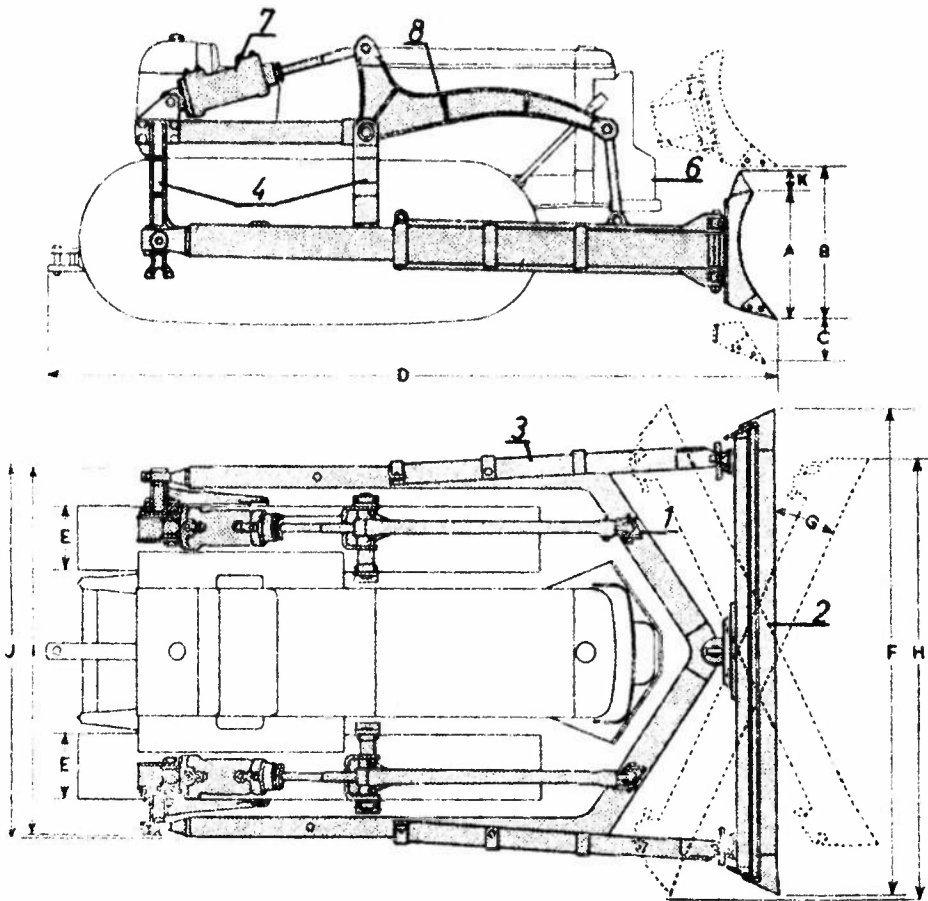


Fig. 28

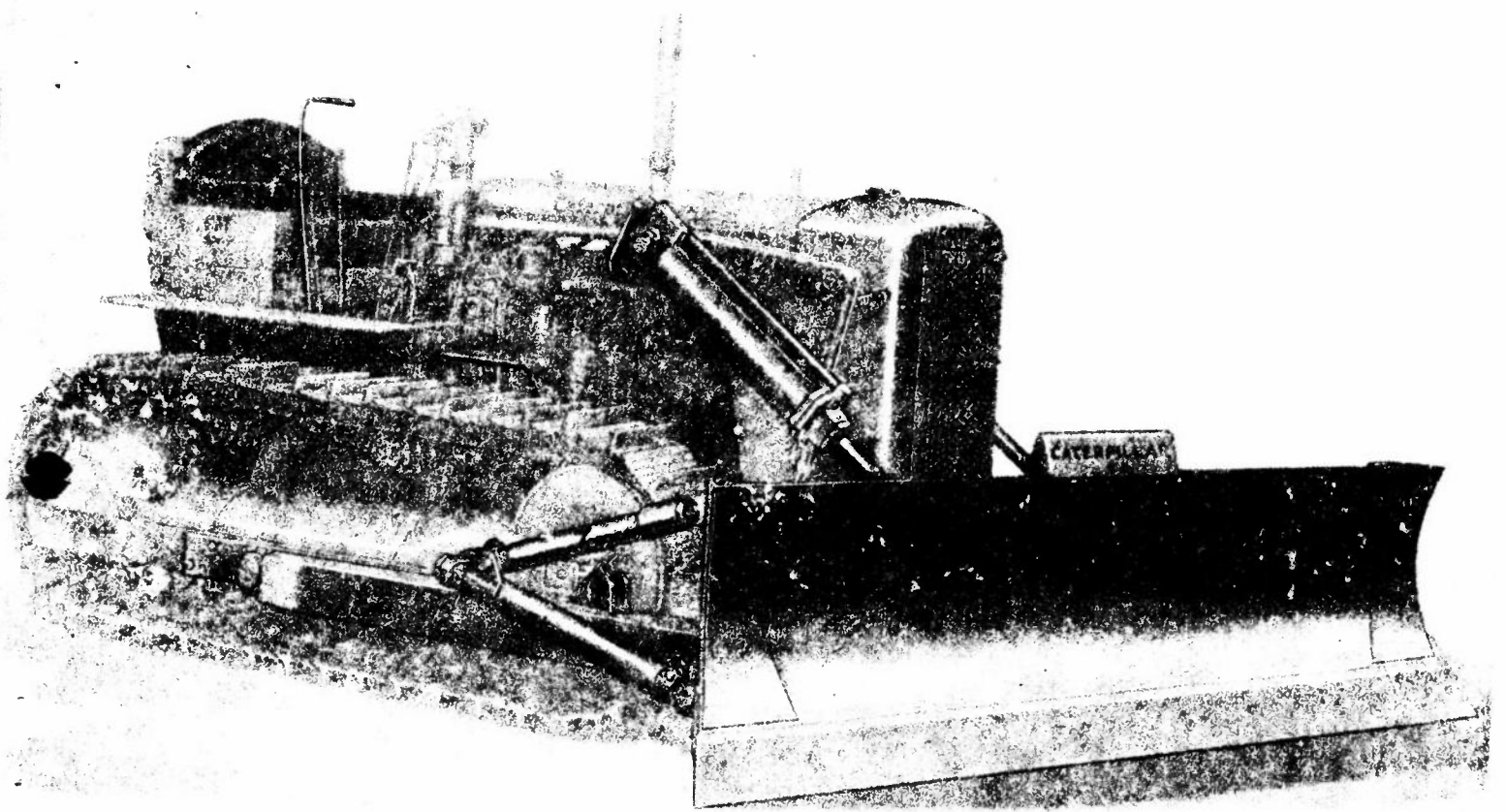


Fig. 29

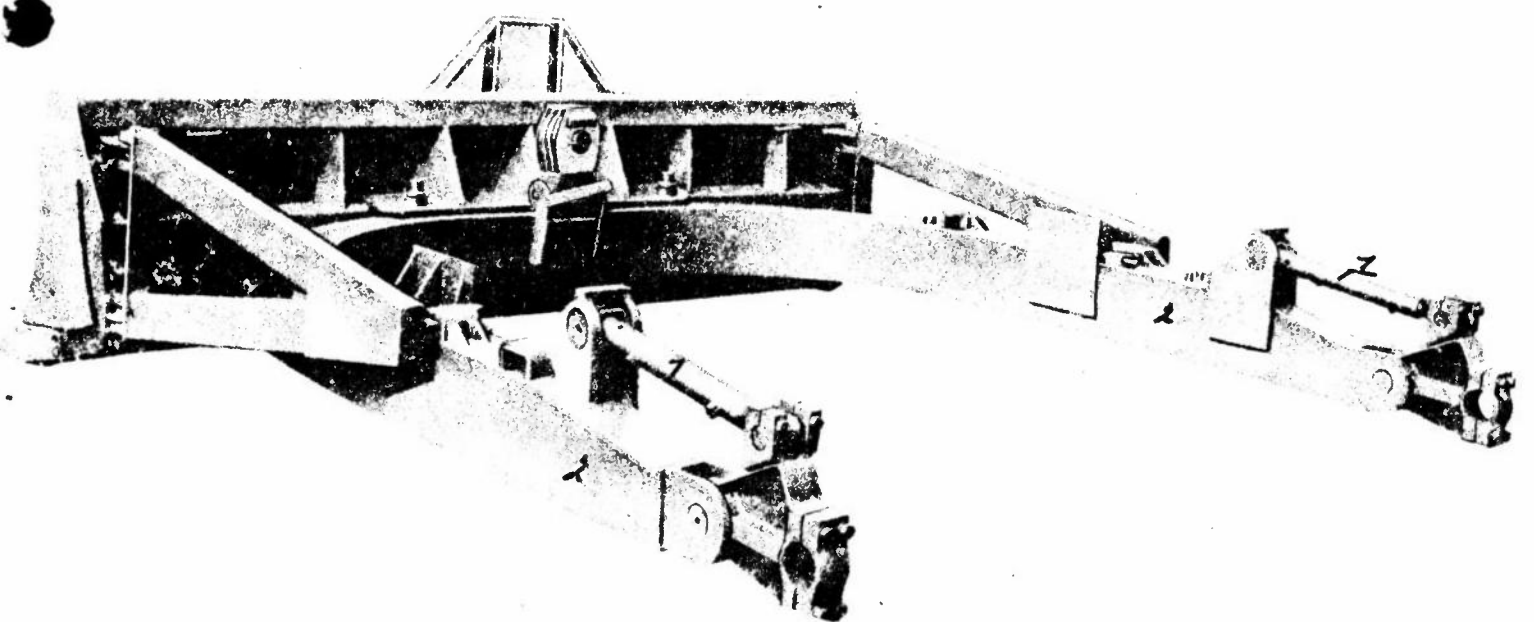
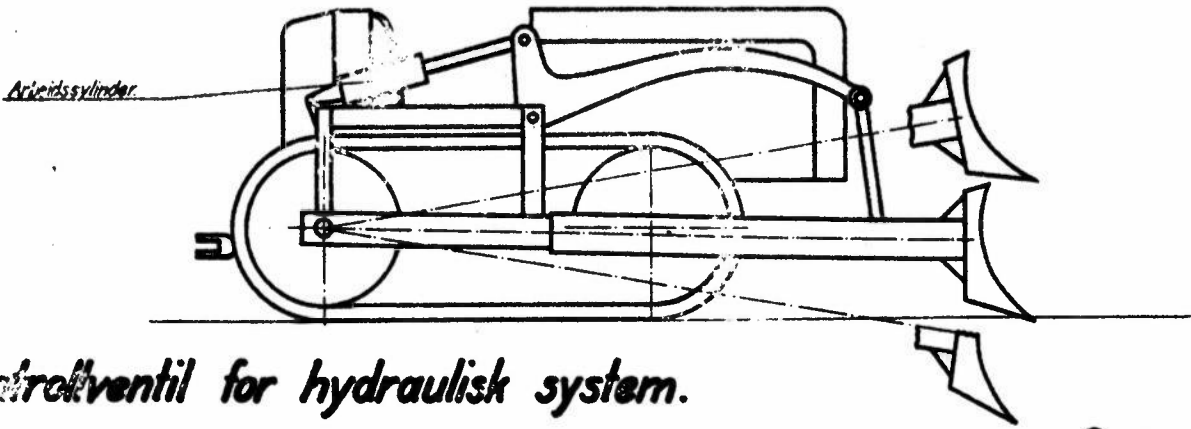
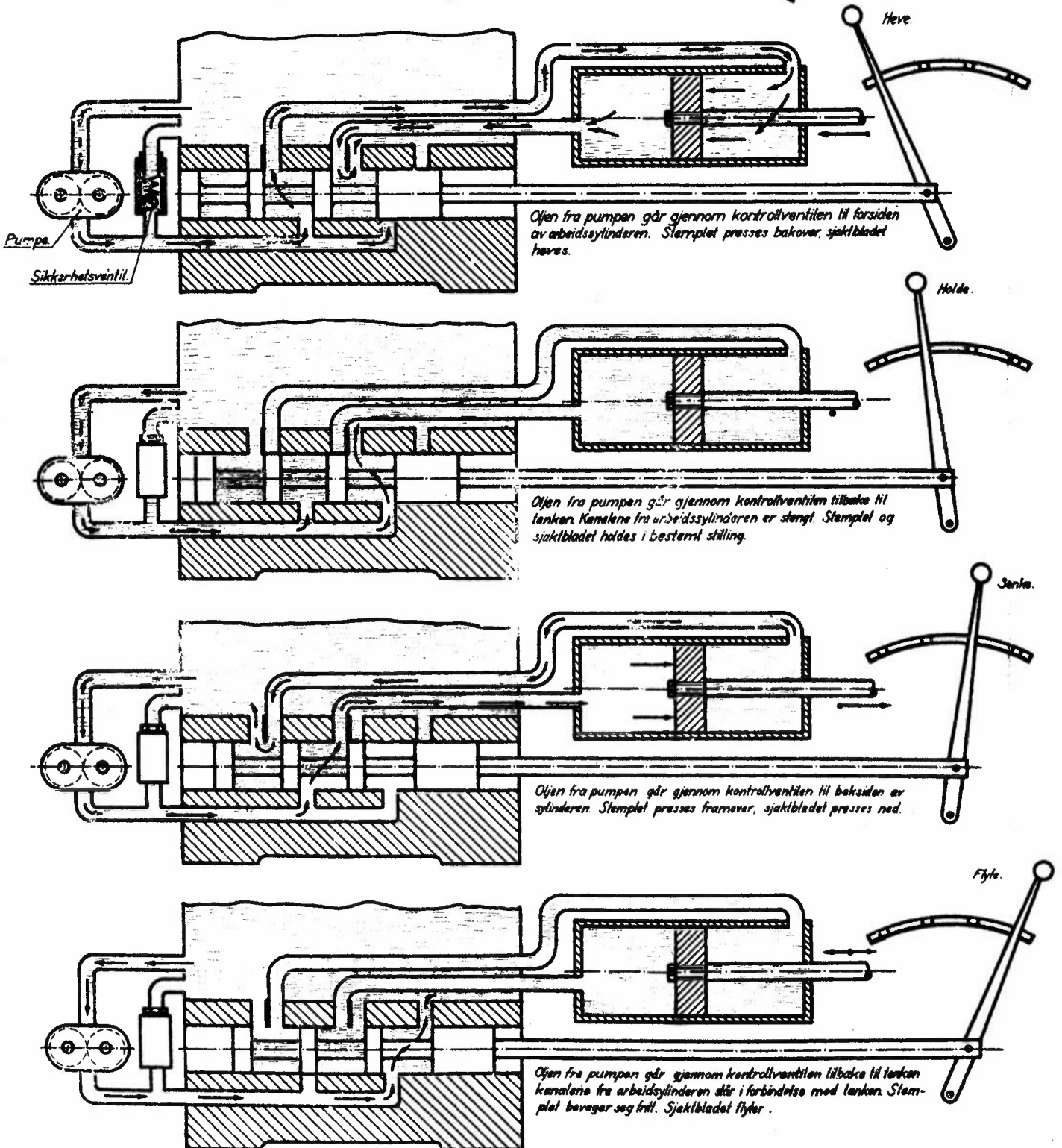


Fig. 30 - 31



## Kontrollventil for hydraulisk system.



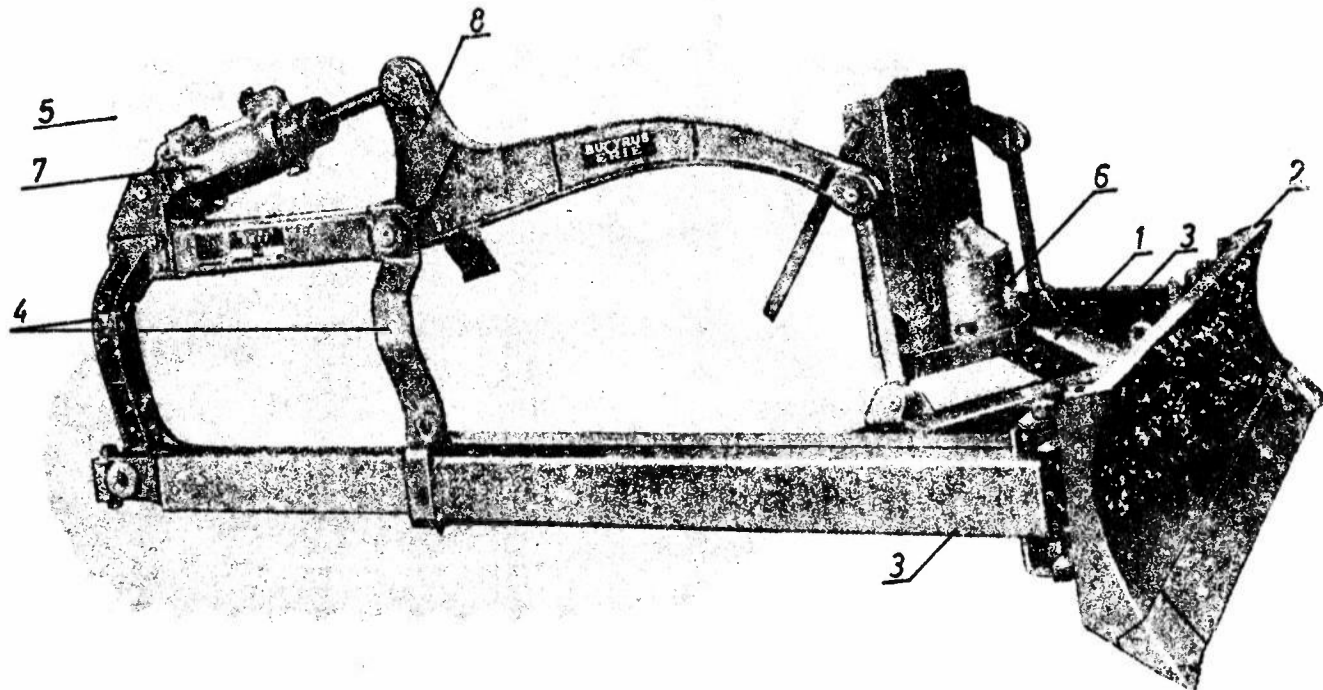


Fig. 32

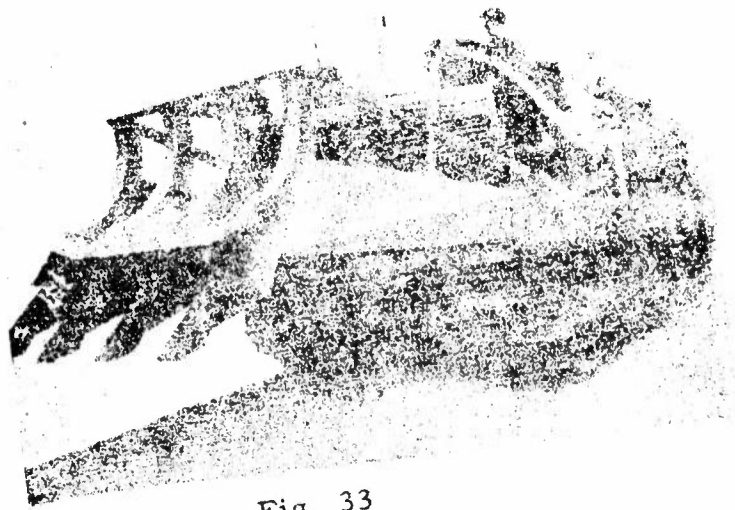


Fig. 33

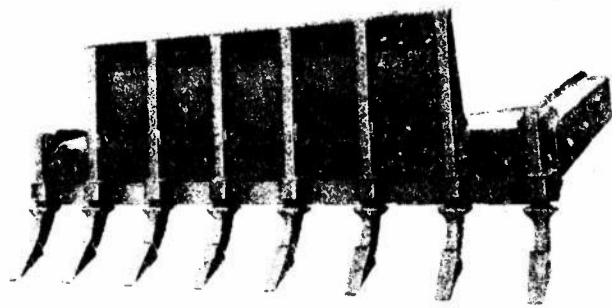
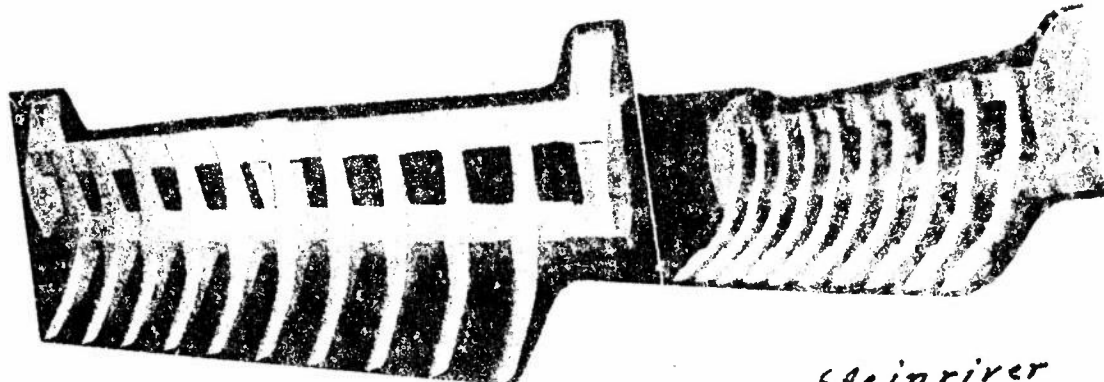


Fig. 35



Slubberiver

Steinriver

Fig. 34

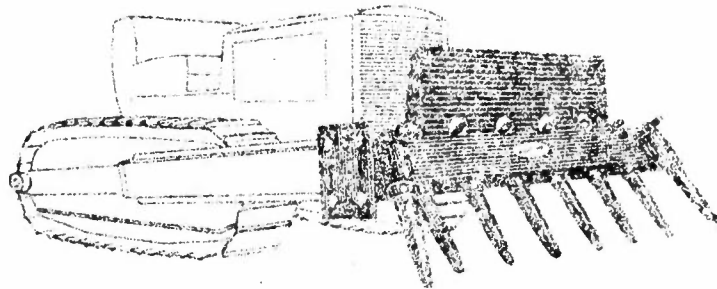
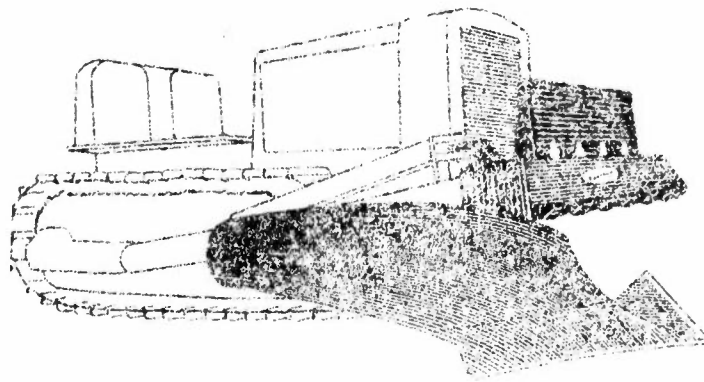


Fig. 36

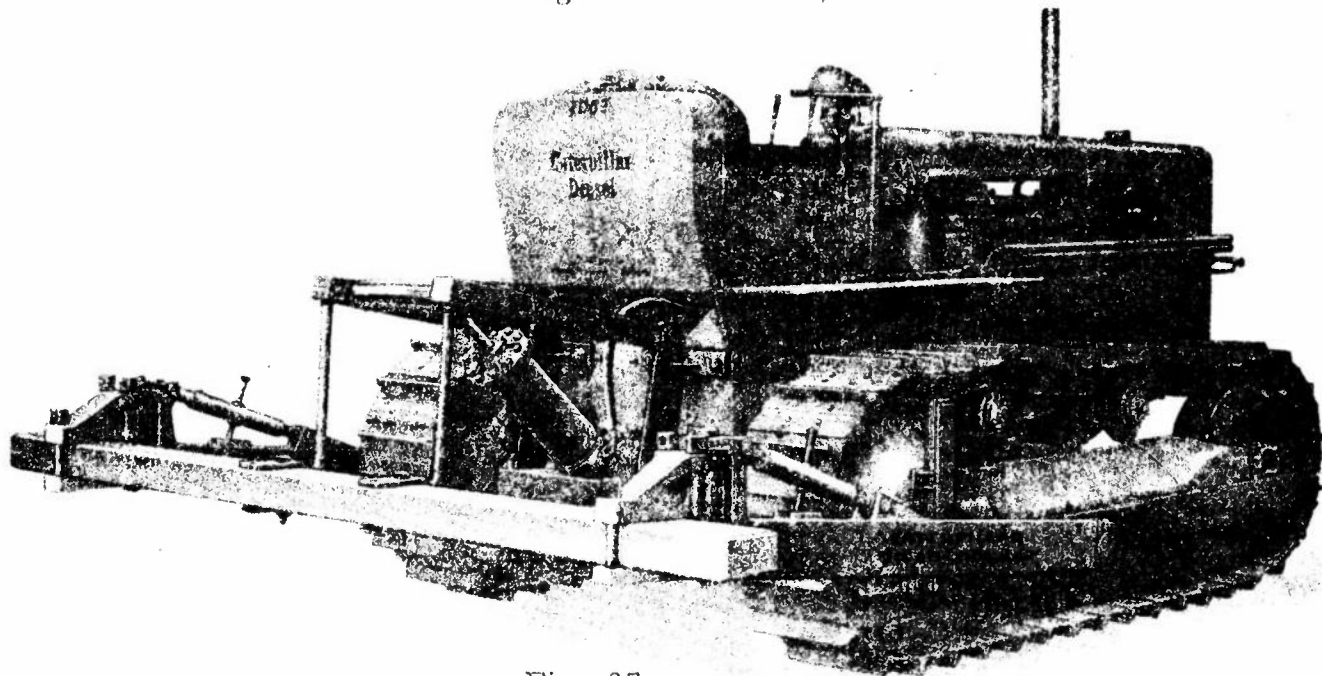


Fig. 37

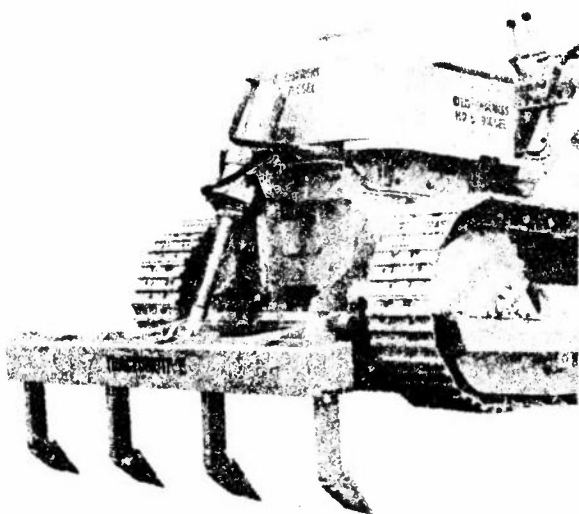


Fig. 38

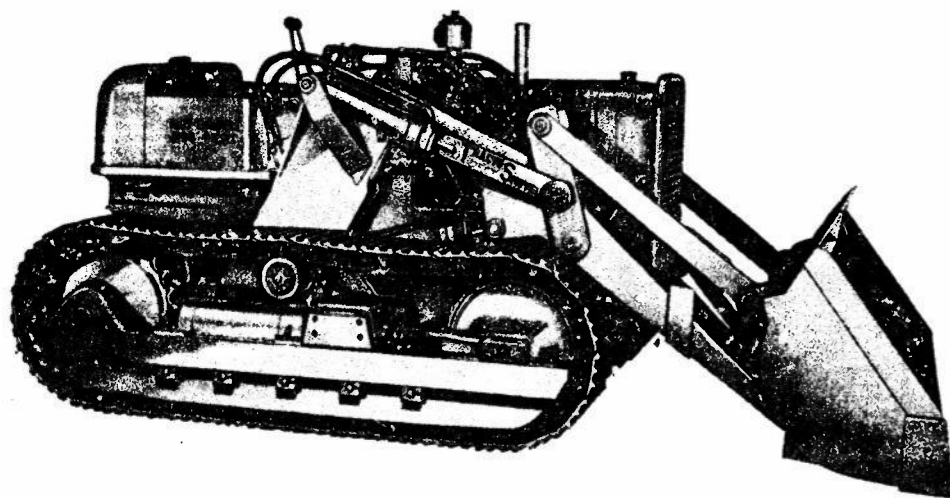


Fig. 39

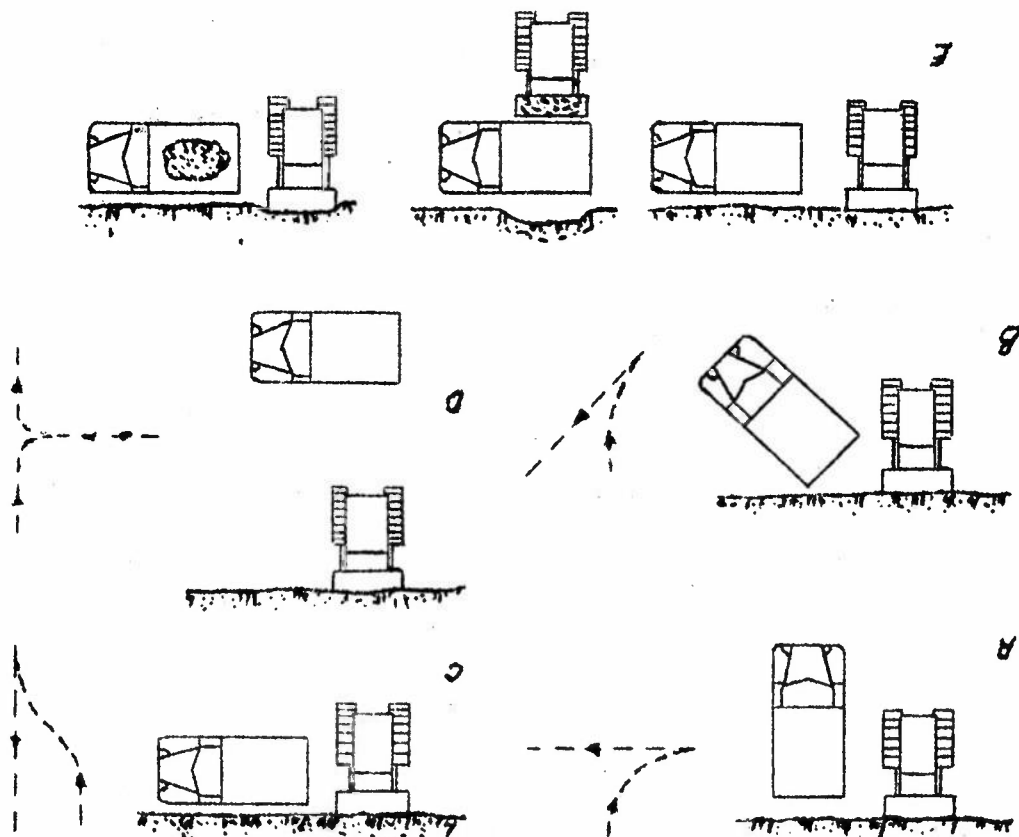


Fig. 40

No. 79 Scraper

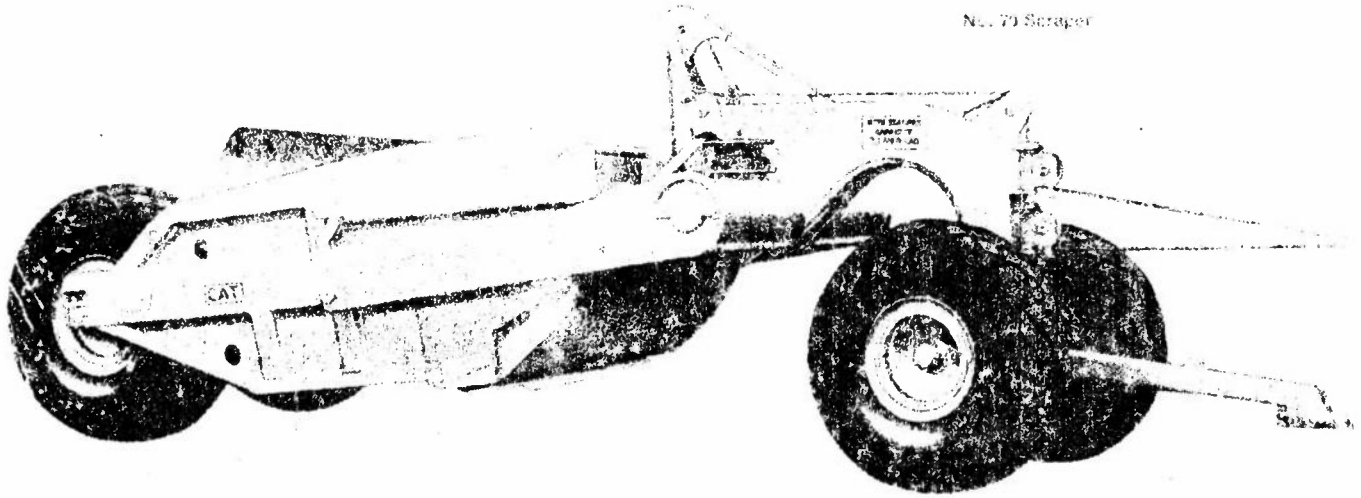


Fig. 41

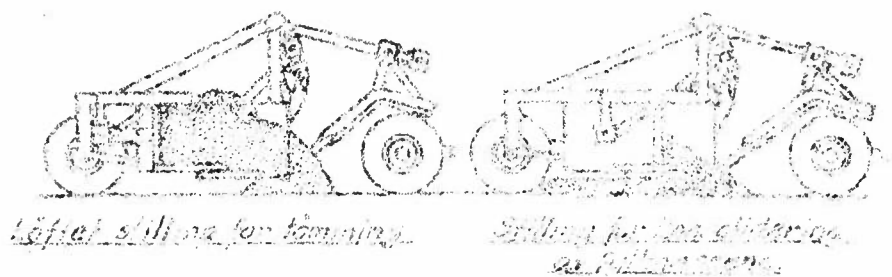
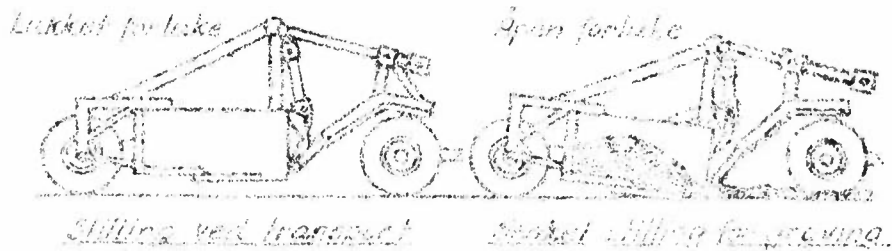
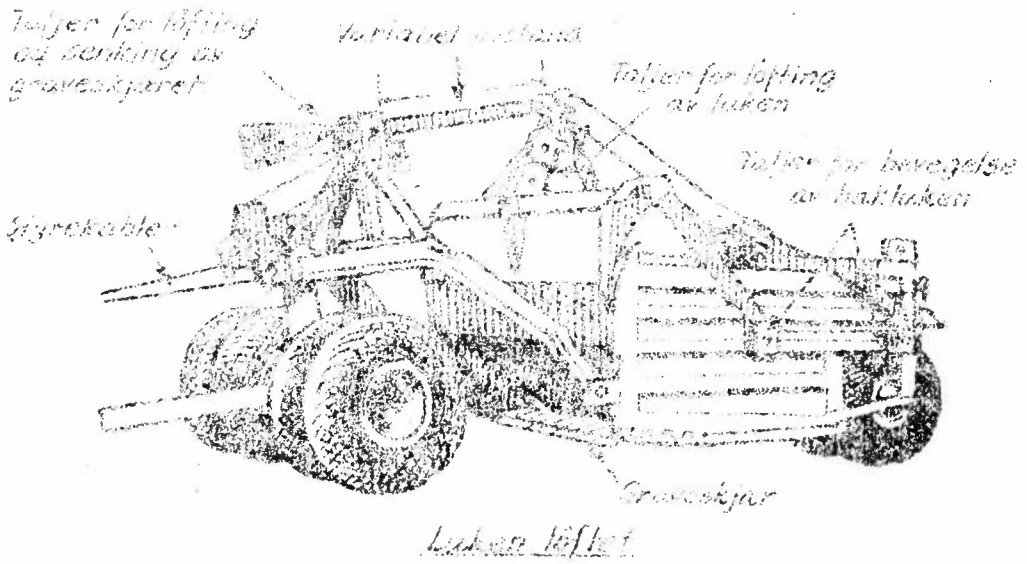


Fig. 42



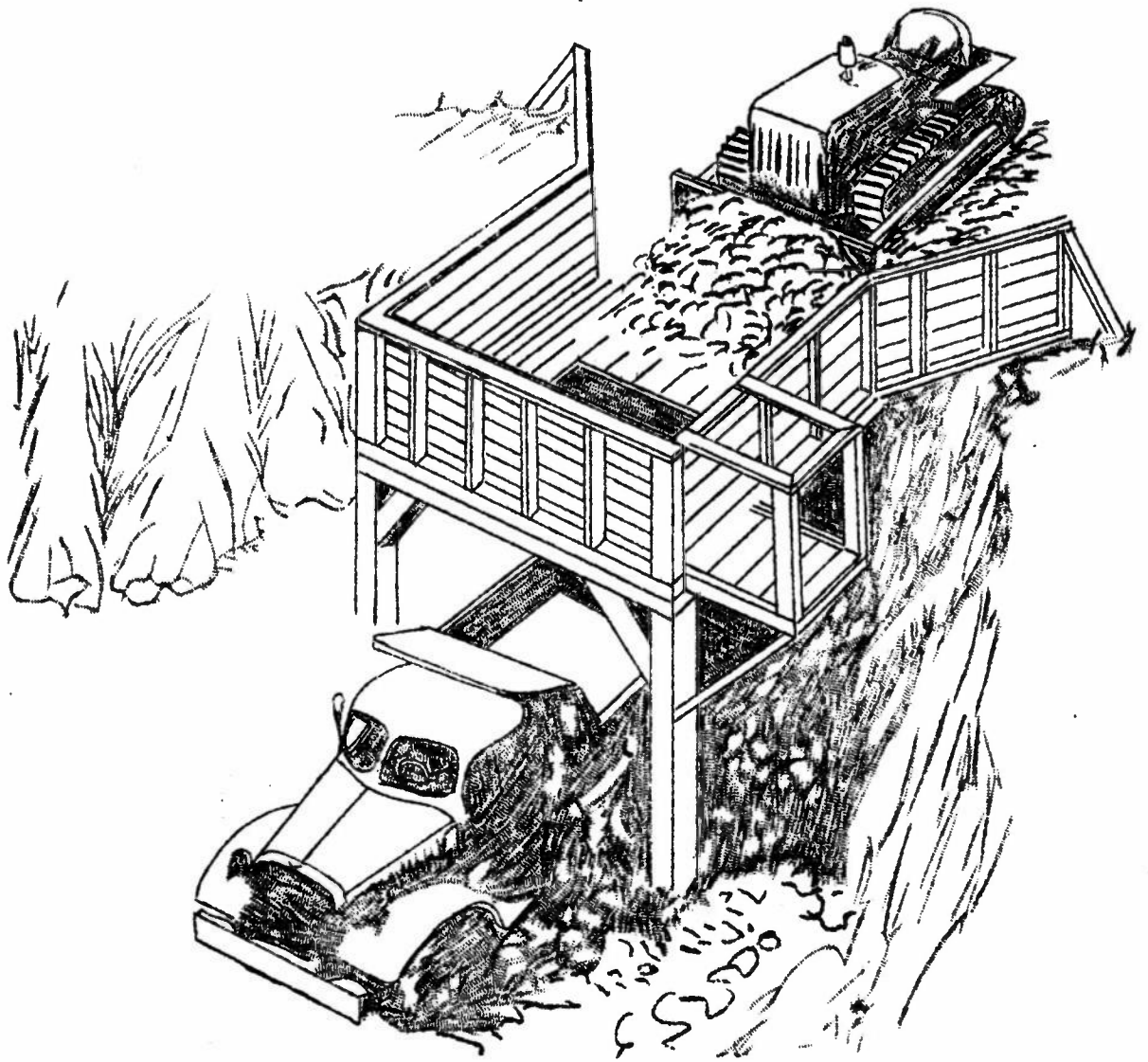


Fig. 43

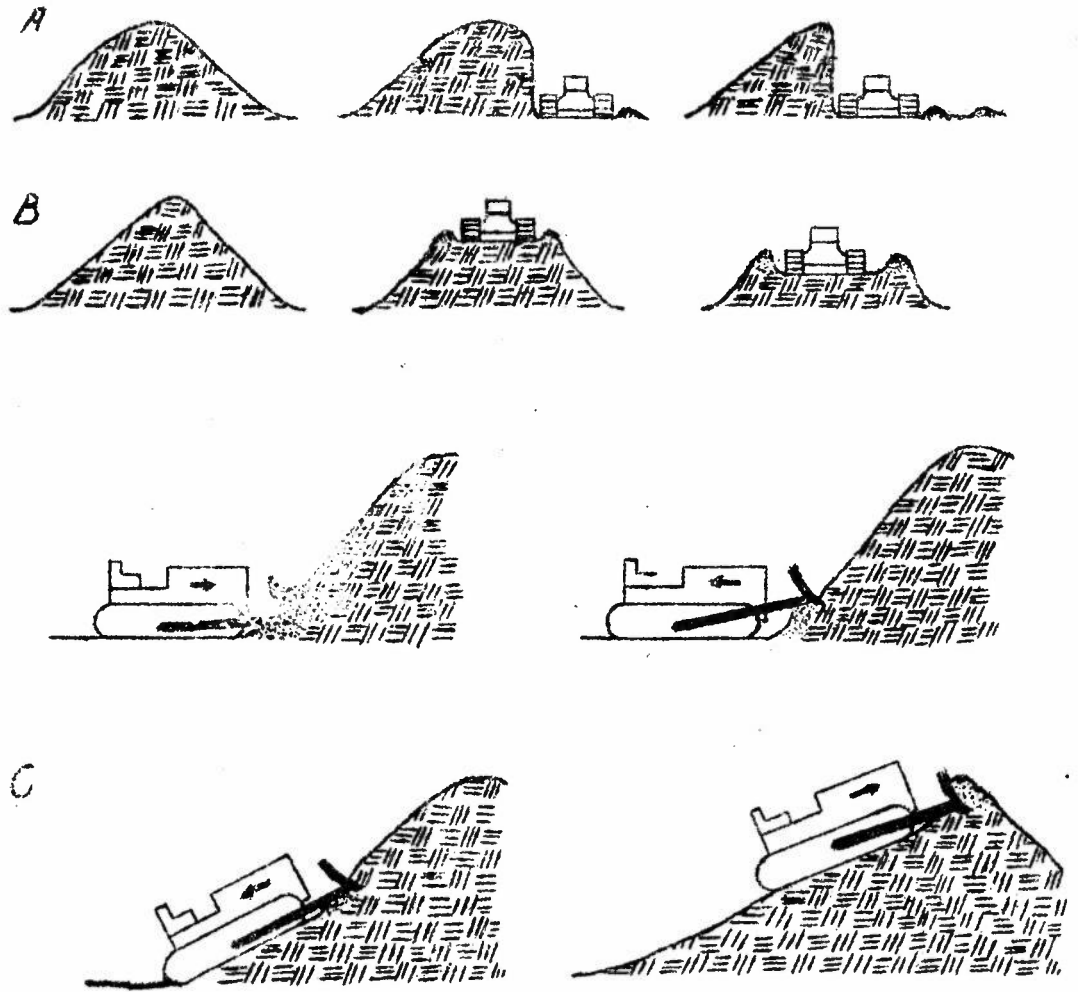


Fig. 44

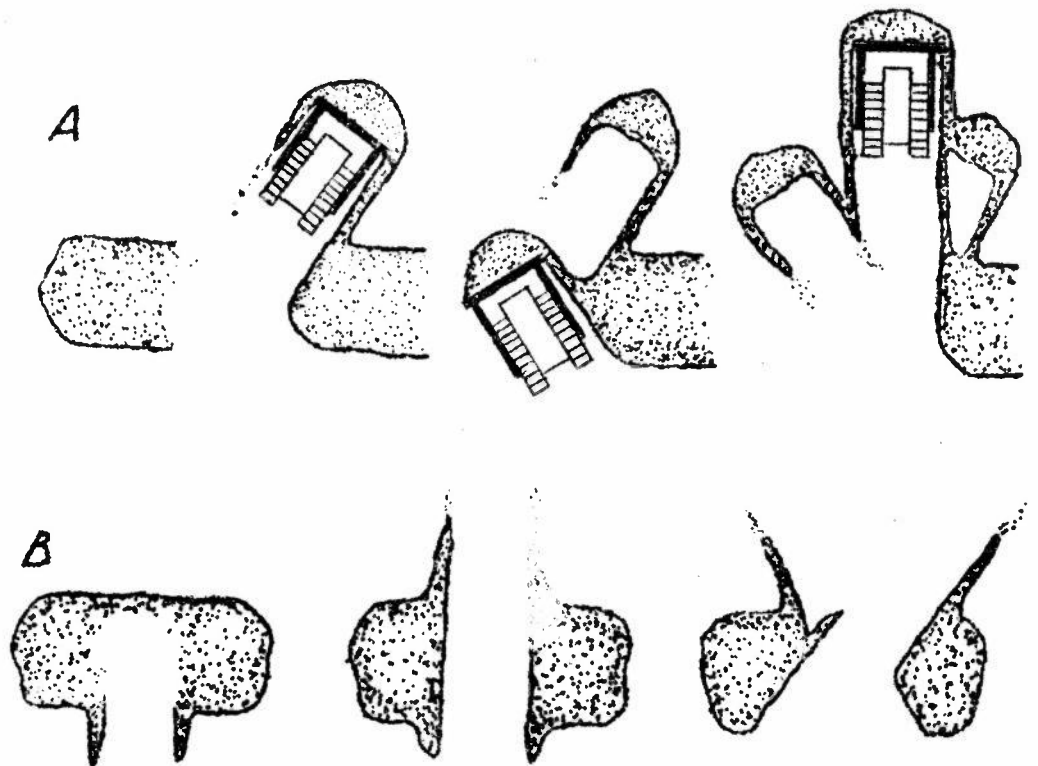


Fig. 45



Fig. 46

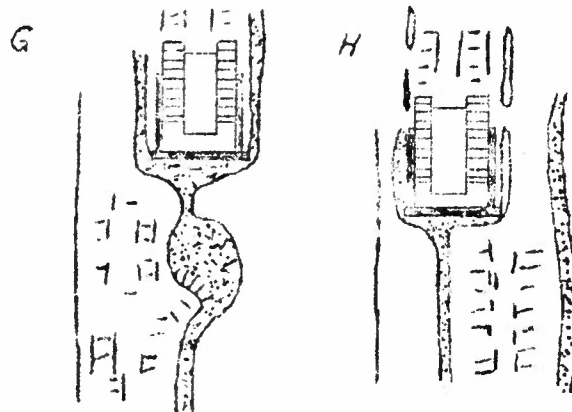
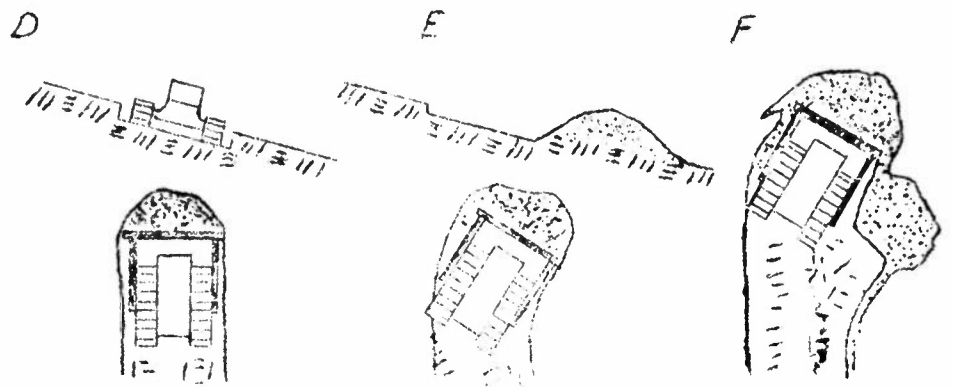
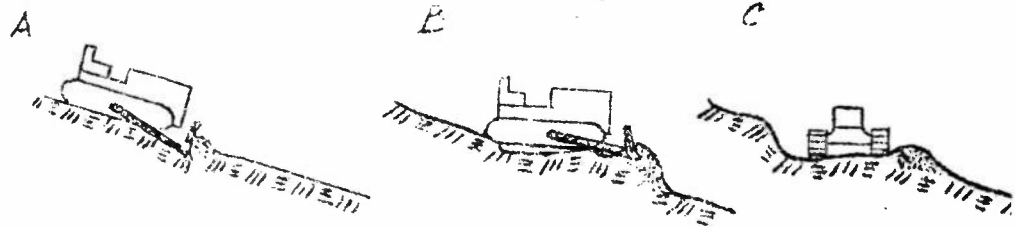


Fig. 47

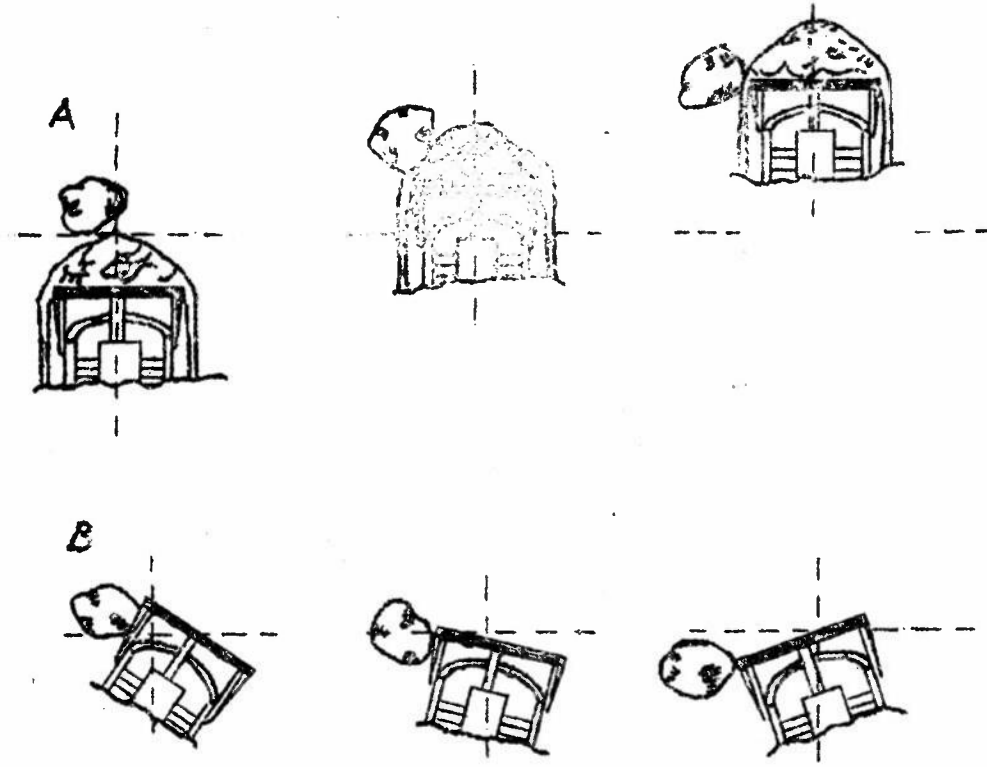


Fig. 48

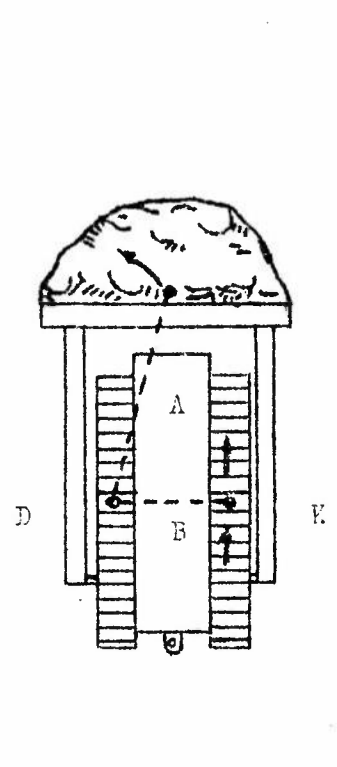


Fig. 49

Tillegg til: Beltetraktorer med utstyr og litt om bruken av disse.

### Hydrauliske dreiemomentomformere:

Fig. 1 viser hvordan en tretrinns dreiemomentomformer arbeider.

Pumpehjulet P driver oljen med stor fart mot første sett skovler  $T_1$  i turbinhjulet. Derfra går oljen ut mot veggen i huset og ledes av dette og ledeskovlene  $R_1$  mot skovlene i 2. trinn  $T_2$  av turbinhjulet. Oljen kommer så inn på annet sett ledeskovler i huset  $R_2$  og ledes mot skovlene i 3. trinn  $T_3$  av turbinhjulet.

Fig. 2 viser de 3 hovedbestanddelene i dreiemomentomformeren, pumpehjul P, turbinhjul T og huset med ledeskovlene  $R_1$  og  $R_2$ .

Diagrammet fig. 3 viser karakteristikken for den beskrevne dreiemomentomformer. Som det fremgår av denne er virkningsgraden størst og kommer over 80 % når utgående aksels turtall er mellom ca.  $1/3$  og  $2/3$  av inngående aksels turtall. Største virkningsgrad ca. 87 %. Avgitt dreiemoment øker når kjørehastigheten synker. Forholdet mellom mottatt og avgitt dreiemoment øker fra ca. 1 til ca. 5 når utgående aksels turtall reduseres fra ca. 70 % av inngående aksels turtall til stillstand. I området for største virkningsgrad, over 80 %, varierer avgitt dreiemoment fra ca. 1,3 til 2,7 av mottatt dreiemoment. Motorens turtall holdes godt oppe og går ikke under 75 % av den hastighet regulatoren er innstilt på selv ved så stor belastning at drivhjulene står.

På beltetraktorer og lastemaskiner nyttes også enklere dreiemomentomformere hvor turbinhjulet bare har et sett med skovler. Fig. 4 viser de arbeidende deler i omformeren. Pumpehjulet P, stator St og turbinhjul T. Statoren sitter som fig. 5 viser fast til huset som er fylt med olje. Pumpehjulet drives direkte av svinghjulet og slynger oljen ut mot veggen hvor den vendes og kommer inn på turbinhjulets skovler. Turbinhjulet settes i bevegelse og oljen går videre til statoren. Ledeskovlene i statoren endrer strømretningen slik at olja kommer inn i pumpehjulet med stor hastighet og i samme retning som dette arbeider. På denne måten kan pumpehjulet nytte den bevegelsesenergi som turbinhjulet ikke har tatt opp fra olja som kommer inn på turbinhjulet med enda større hastighet, og dette øker igjen den kraft som virker på turbinhjulet. Det blir her ved en momentøkning, denne blir større med økende belastning og dermed lavere kjørehastighet, og når maksimum når drivhjul og turbinhjul stopper. Det dreiemoment som overføres til turbinhjulet når traktoren stopper er omtrent 3 ganger så stort som motorens.

Dreiemomentomformeren kan også virke i motsatt retning når motoren bremses traktoren. Turbinhjulet er da den drivende del og pumpehjulet den drevne del.

(Se ellers: Maskinlære for landbruket av professor Øivind Haugen. På side 126 er beskrevet en dreiemomentforsterker hvor statorhjulet kan rotere i samme retning som pumpehjulet, men blir hindret i å rotere i motsatt retning av paler eller ruller i frikoplingen.)

### Girsystemer:

Særlig for større beltetraktorer (bulldosere) og lastemaskiner i alle størrelser blir det stadig mer nyttig såkalte power-shift gir i kombinasjon med hydraulisk dreiemomentomformer. Også en del av de mindre beltetraktorene blir etter hvert utstyrt med slike girskasser, men kan også leveres med vanlig kløtsj og girkasse.

Power-shift er bygd opp på ulike måter. Det kan være en kombinasjon av tannhjul i konstant inngrep og hydraulisk- eller trykkluftstyrte flerplatekløtsjer som forbinder tannhjulene med akslene, eller det kan være flere planetgirsystemer som kombineres på forskjellige måter. På mange traktorer nyttes en kombinasjon av power-shift og vanlig manuell giring. I siste tilfelle er det da oftest veksling mellom høg- og lavgir som foregår manuelt.

Fig. 6 viser hvordan en enkel power-shift girkasse med manuell veksling mellom høg- og lavgir er bygd opp. Akselen 1 fra motor og dreiemomentomformer (torque converter) driver det ene platesettet i de to flerplatekløtsjene 2 og 3. Tannhjulene 4 og 5 roterer fritt på akselen 1. Tannhjulet 4 er forbundet med det andre platesettet i kløtsjen 3. På figuren er denne kløtsjen innkoplet og tannhjulet 4 drives med akselen 1 og driver over revershjulet 6 tannhjulet 7 som er fast på mellomakselen 8. Tannhjulet 9 som sammen med tannhjulet 10 kan forskyves på spor på mellomakselen er i inngrep med tannhjulet 11 som er fast på utgående aksel 12 til drivakselen. Giret er koplet i lav revers. Koples kløtsj 2 inn istedet for 3 vil tannhjulet 5 drive tannhjulet 13 på mellomakselen og traktoren er giret for lav hastighet forover. For å få høg kjørehastighet forover eller bakover forskyves tannhjulet 10 på mellomakselen til inngrep med tannhjulet 14 på utgående aksel. Samtidig tas tannhjulet 9 ut av inngrep med tannhjulet 11. Vekslingen mellom lav og høggir foregår på vanlig måte med girspak, mens skifting mellom for og revers, inn- og utkopling av kløtsjene 2 og 3, foregår med en kort ventilspak ved venstre armlene. Betjeningen av kløtsjene 2 og 3 overføres hydraulisk.

Motorhastigheten innstilles med en hendel på instrumentbordet. Ved hjelp av pedaler reduseres motorhastigheten ved skifting fra for til revers og omvendt for å redusere påkjenningen på transmisjonen.

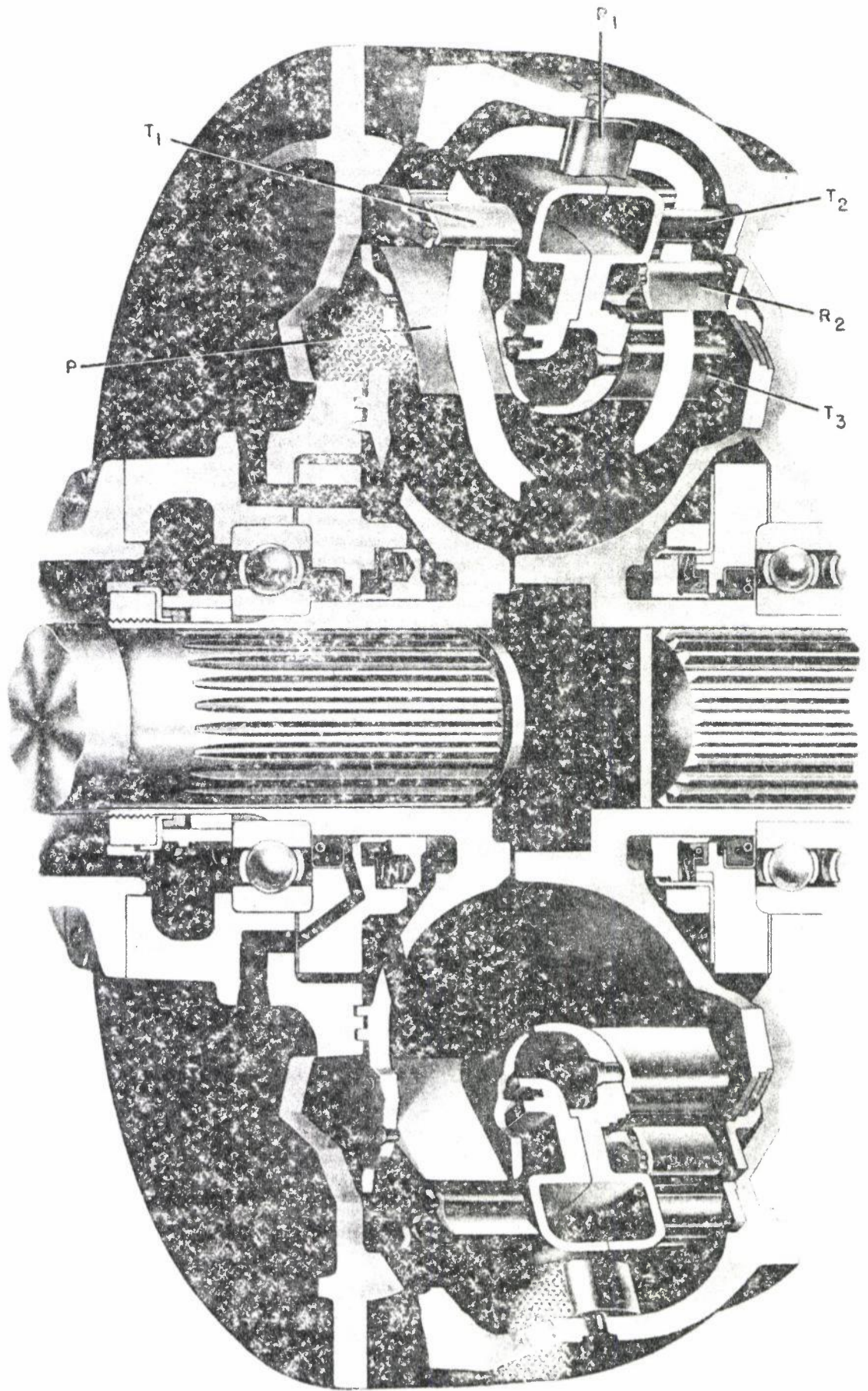


Fig. 1.

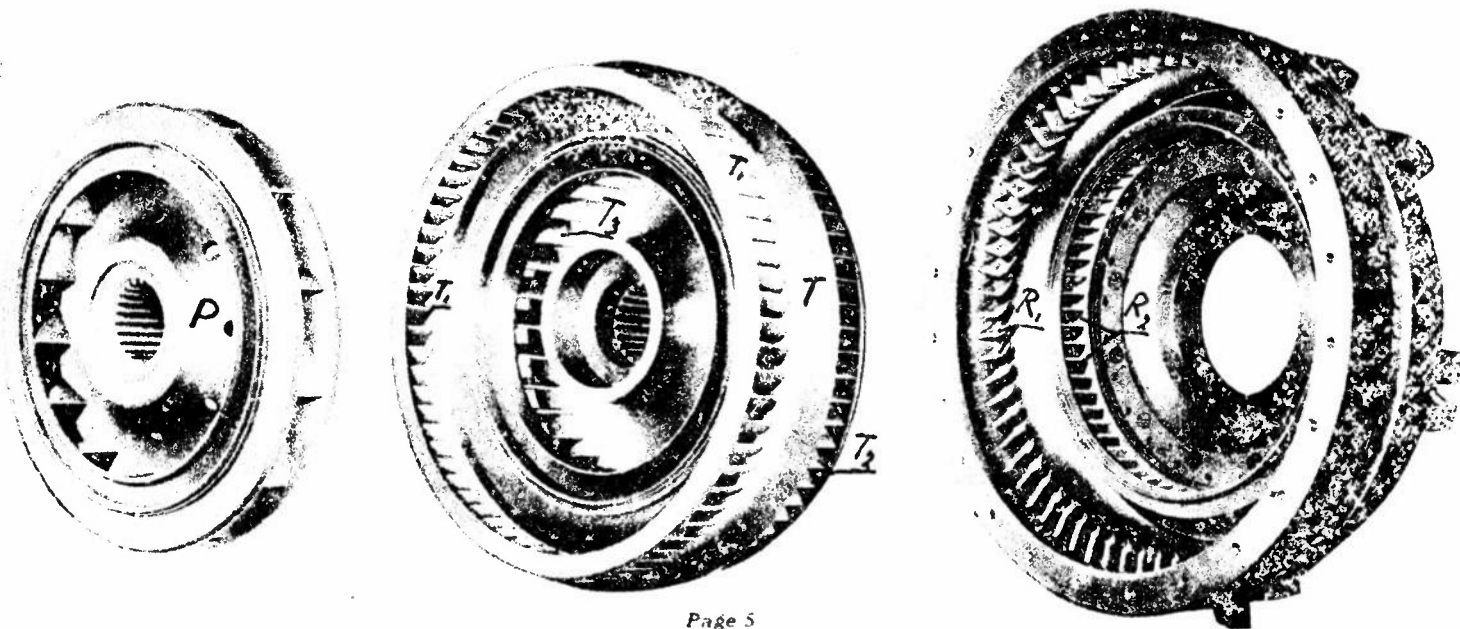
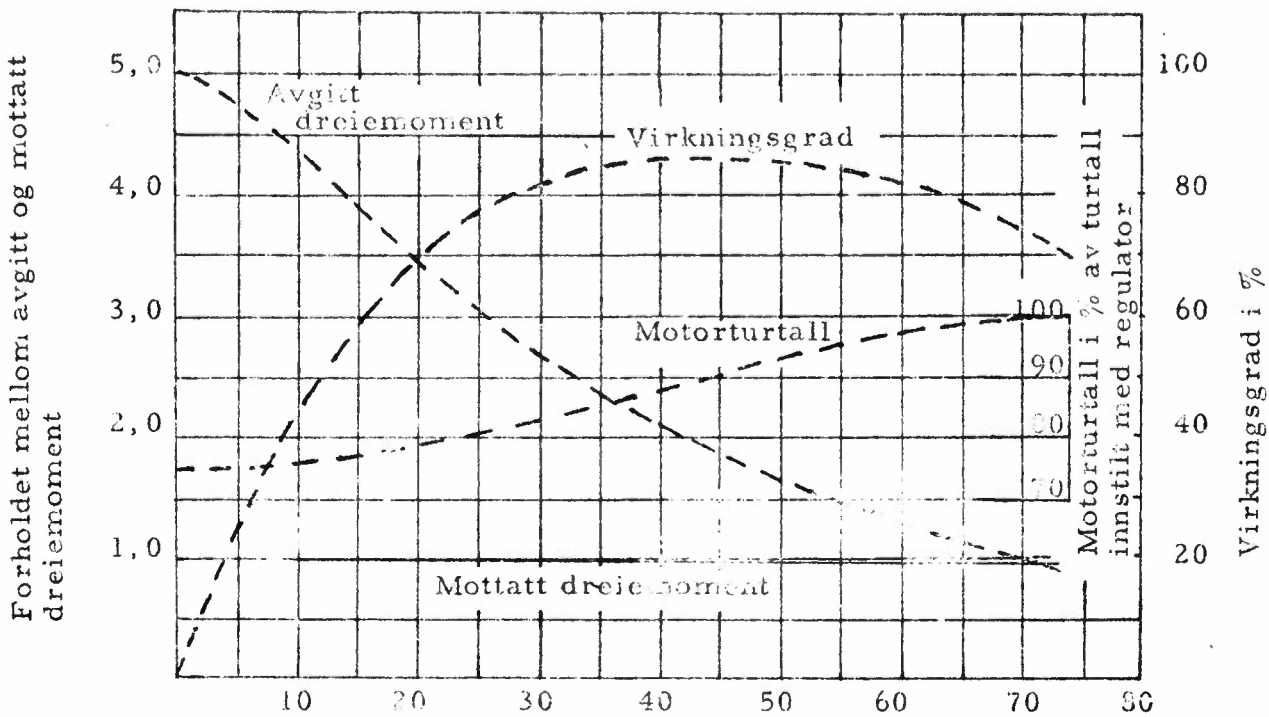


Fig. 2

Karakteristikk av en 3 trinns hydraulisk dreiemomentomformer for bulldoser:



Utgående aksels turtall i % av inngående aksels turtall.

Fig. 3



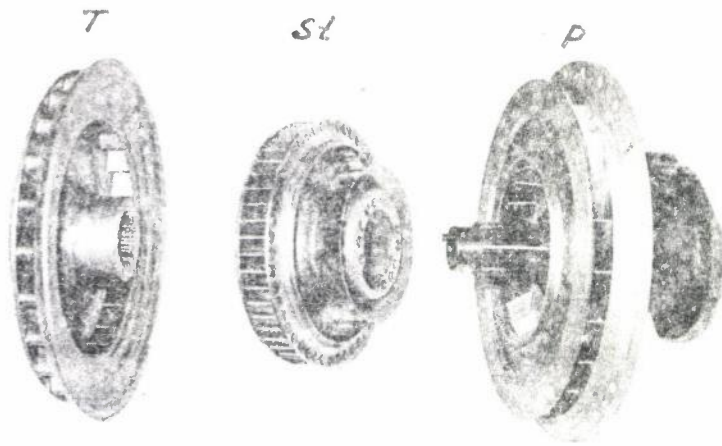


Fig. 4.

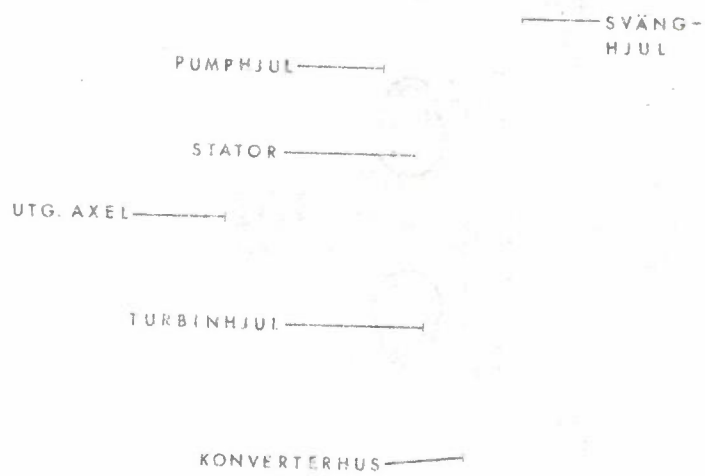


Fig. 5.

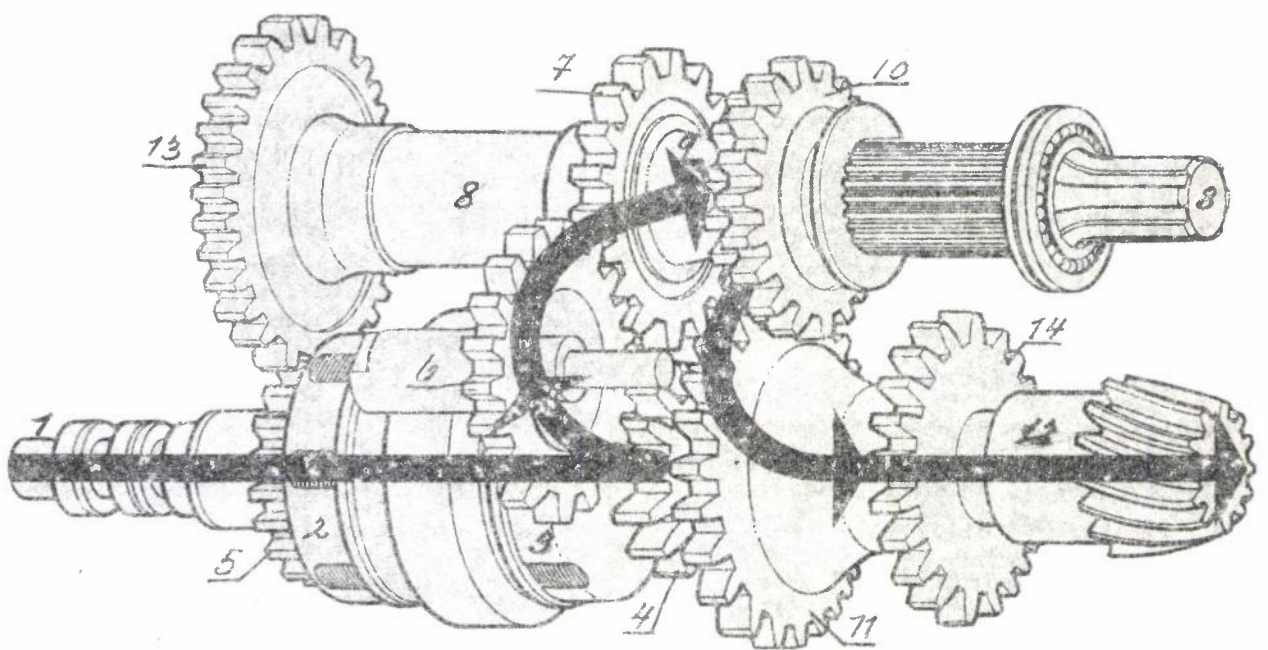


Fig. 6.