

j2c

Grondverzet

A. Zanen



**VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE**
Afd. Civiele Techniek
TH Delft

Gegevens en beschouwingen

over

Grondverzet.

Samengesteld door A. Zanen
in aansluiting op de colleges
van Prof. ir P.Ph.Jansen.

Technische Hogeschool - Delft
Afdeling Weg- en Waterbouwkunde.

De verschillende manieren van grondverzet kan men indelen als volgt:

Hoofdstuk I: Grondverzet in den droge.

par. I - 1 Handwerk en daarbij toegepaste transportmiddelen.

par. I -- 1.1 Voornaamste gereedschappen.

par. I - 1.2 Capaciteit.

par. I - 1.3 Transportmiddelen.

par. I - 1.4 Wijze van transport.

par. I - 2 Machinaal werk, al of niet in combinatie met transportmiddelen.

par. I -- 2.1 Werktuigen.

par. I - 2.2 Capaciteit en verbruik.

par. I - 2.3 Transportmiddelen.

Hoofdstuk II: Grondverzet in den natte.

par. II - 1 Handwerk.

par. II - 2 Machinaal werk.

par. II - 2.1 Werktuigen en werkwijze.

par. II - 2.2 Capaciteit en verbruik.

par. II - 2.3 Transportmiddelen.

Hoofdstuk 1

Grondverzet in den droge.

Par. I - 1. Handwerk en daarbij toegepaste transportmidde-
len.

Par. I - 1.1. Voornaamste gereedschappen.

Dit zijn de schop, de spade, het pikhouweel en de pios.

Schop en spade bestaan uit een geperst stalen blad aan een steel van essen-, beuken- of wilgenhout. De totale lengte van blad + steel bedraagt $\pm 1.-$ m. (fig.1)

De schop is het meest gebruikte gereedschap. Voor vaste grond van klei- of veenachtige samenstelling gebruikt men i.p.v. de schop dikwijls de spade.

Heeft men te doen met zeer vaste klei, mergel, steenachtige grond, e.d., dan dient men de grond eerst los te maken voordat men deze op kan scheppen. Daartoe gebruikt men een pikhouweel of een pios (fig. 2).

Kan men de grondslag ook met dit gereedschap niet los maken, dan dient men over te gaan tot het toepassen van springmiddelen of tot machinale ontgraving.

Par. I - 1.2. Capaciteit.

Deze hangt ten nauwste samen met de te verrichten handeling.

Kan men de grond zonder verder transportmiddel op zijn plaats gooien, dan spreekt men van "smakken". Kan men de grond op zijn plaats brengen door deze van schop tot schop één of meermalen door te geven, dan spreekt men van "haken".

Is de vervoersafstand van enige betekenis, dan zal men een of ander transportmiddel toepassen, en bestaat de handeling dus uit het "laden" van dat transportmiddel. Laden is dus eigenlijk alleen maar een bijzondere vorm van smakken.

Bij het smakken kan men de grond 1,50 à 2 m omhoog brengen en over een horizontale afstand van 2 à 3 m verplaatsen.

Naar gelang van de grondsoort, het te overwinnen hoogteverschil en de afstand, variëert de capaciteit voor de handeling ontgraven + smakken tussen $\frac{1}{2}$ en $1\frac{1}{2}$ m³. per manuur (grond gemeten in het profiel van herkomst).

Het haken komt 't meest voor bij het maken van diepe

sleuven. Telkens op 1.50 m. in verticale zin brengt men in het talud een horizontaal gedeelte aan, waarop een grondwerker kan staan. Deze neemt de steek grond over van zijn maat die 1.50 m. lager staat, en smakt daarna de grond op zijn plaats, of geeft de steek door aan zijn hoger geplaatste collega.

De individuele capaciteit wisselt ook hier tussen $\frac{3}{4}$ en $1\frac{1}{2}$ m.³ per manuur. Indien de grond echter via x grondwerkers gaat (over x "handen"), dan bedraagt de capaciteit van het grondverzet $\frac{3}{4} \div 1\frac{1}{2}$ m.³ per manuur.

Hierbij zij nog opgemerkt dat bij het haken de grond steeds moet gaan van een linkse naar een rechtse grondwerker, en omgekeerd.

Men noemt een grondwerker links als hij zijn schop van boven met de rechterhand vasthoudt en de grond naar links weggooit.

Aangezien slechts zeer weinig grondwerkers zowel rechts als links kunnen werken, dient men er bij het samenstellen van een ploeg die moet haken of in een kleine ruimte moet werken rekening mede te houden dat die ploeg uit ongeveer eenzelfde aantal rechtse als linkse grondwerkers moet bestaan.

Bij het laden van enig transportmiddel dient men dit zodanig te plaatsen dat de arbeider de grond over de minst mogelijke hoogte behoeft te verplaatsen. Naar gelang van de grondsoort en de standplaats van de arbeider t.o.v. het transportmiddel variëert de laadcapaciteit per manuur tussen 1 en 2 m³.

Voor kleigrond wordt de capaciteit wel het meest beïnvloed door de weersgesteldheid. In tijden van droogte is deze grondsoort nl. dikwijls keihard, terwijl men in natte perioden last heeft van glibberigheid, en 't ook zeer vermoeiend is om erin te lopen, wat de capaciteit ongunstig beïnvloedt. (+ 25% lager.)

Par. I - 1.3 Transportmiddelen.

De keuze van het te gebruiken transportmiddel wordt bepaald door de omstandigheden, zoals b.v. transportafstand, bereikbaarheid, beschikbaar materieel enz.

Bedraagt de afstand tussen de plaats van ontgraving (het stek) en de plaats van deponeren (het stort) be-

Kruiwagen.

neden 80 à 100 m., dan is de kruiwagen of schuierwagen het meest aangewezen vervoermiddel. (fig.3).

De inhoud van de kruiwagen bedraagt 55 à 65 liter. Indien de te vervoeren grondsoort zich daartoe leent, dan laadt men een "kop" op de wagen.

1 m³ ontgraving (gemeten in vast profiel) geeft:

19 à 20 kruiwagens droog zand,

15 à 16 kruiwagens steekhoudend vochtig zand,

17 à 18 kruiwagens brokkelige klei,

11 à 12 kruiwagens steekhoudende zware klei.

De kruiwagen wordt verreden over een z.g.n. "straal", bestaande uit kruiplanken van 3 à 5 x 20 à 25 cm. of uit ijzeren rijplaten. Bij overbrugging van greppels en sloten moeten de afmetingen van de kruiplanken uiteraard groter zijn.

Bedraagt de afstand tussen het stek en het stort meer dan 100 m., dan gaat men over tot vervoer per spoor of per as.

Kipkar

Bij toepassing van vervoer per spoor gebruikt men, als de grond met de hand wordt geladen, kipkarren van het kleinste (laagste) type, n.l. met een inhoud van $\frac{3}{4}$ m³ (fig.4). Deze karren bestaan uit een frame van stalen balken op vier wielen, waarop een laadbak is bevestigd. Zo'n laadbak is trogvormig en zo geconstrueerd dat ze gemakkelijk opzij kan worden gekipt doordat het zwaartepunt van de geladen of ongeladen bak bij een geringe draaiing buiten het ondersteuningsvlak van de bak valt. Tijdens het transport is de bak vergrendeld, zodat kippen te ongelegener tijd is uitgesloten.

Smalspoor

In combinatie met $\frac{3}{4}$ m³ karren past men licht, draagbaar smalspoor toe. Hierbij zijn de beide spoorstaven van 7 à 9 kg/m gekoppeld door ijzeren dwarsliggers (spoorwijdte doorgaans 70 cm). De aldus gevormde raamwerken bestaan uit elementen ter lengte van \pm 5 m.

Deze worden bij het leggen van het spoor onderling verbonden door lasplaten. Een element 9 kg-spoor ter lengte van 5 m weegt 140 kg. Voor het dragen van zo'n element zijn vier arbeiders nodig (35 kg per man).

Indien de gevulde kipkarren over een horizontaal spoor met de hand moeten worden voortgeduwd (tot max. afstand

van 300 m.), dan zijn per $\frac{1}{2}$ m³ kar twee arbeiders nodig. Trekt men de karren met behulp van een paard (tot max. afstand van 500 m) dan kan men 4 à 6 karren aaneenkoppelen. Ligt het spoor in een helling, dan vermindert de capaciteit beduidend.

Zo kan een paard bij een helling van 1 : 40 2 à 3 geladen karren trekken, en bij een helling van 1 : 15 slechts 1 kar.

Bij toepassing van paardentractie kan men rekenen op een gemiddelde snelheid van 3 km/uur, inclusief het opont-houd op het stort. Trekt of duwt men een kipkar door een bocht, dan oefenen de spoorstaven een tegenwerkende reactiekracht uit op de wielen van de kar. Kiest men de straal van de bocht niet kleiner dan 12 m., dan kan die tegenwerkende kracht verwaarloosd worden. Behalve de normale elementen smalspoor van 5 m. lengte, past men linkse en rechtse wissels en draaischijven toe, waar de organisatie van het transport zulks vergt. Het onderhoud van het spoor omvat het onderstoppen van de dwarsliggers, het zo nodig bijschiften en het verwijderen van hinderlijke afwijkingen in het lengteprofiel.

Het monteren en afbreken (resp. incl. het lossen en laden op de lorrie) van smalspoor vergen elk ongeveer 0,2 manuur per m.

Motor-, stoom- of elektrische tractie past men in hoofdzaak toe in combinatie met grotere kipkarren en laden door middel van machines.

Het vervoer per as komt in aanmerking als de hoeveelheid te verzetten grond te klein is om daarvoor smalspoor aan te voeren en te leggen, en als de vervoersweg van dien aard is dat deze berijdbaar is voor het te bezigen voertuig.

Voor objecten van ondergeschikte aard en met een kleine vervoersafstand gebruikt men nog wel de door een paard getrokken kar op twee, drie of vier wielen. Voor meer belangrijke objecten past men de vrachtauto toe. Men onderscheidt de vrachtauto met vaste laadbak en die met de kipbare laadbak. Bij de meest moderne constructie kan de laadbak zowel naar achteren als naar de zijkan-ten hydraulisch worden gekipt. Dit los-mechanisme wordt door de automotor aangedreven, en vanuit de cabine be-

Kar.
vrachtauto

diend.

Het voordeel van een kipbare laadbak weegt ruimschoots op tegen het nadeel dat de laadbak, vanwege de eronder gebouwde hydraulische kipconstructie, hoger ligt.

Het laden (met de hand) van zo'n vrachtauto vraagt dus iets meer arbeid, doch met lossen vervalt praktisch geheel.

Voordelen van vervoer per as t.o.v. het smalspoorbedrijf zijn:

1. Kosten van aan- en afvoer van het materiëel zijn praktisch te verwaarlozen.
2. Weinig voorbereidingstijd nodig.
3. Men kan het aantal transporteenheden gemakkelijker aanpassen aan de omstandigheden, en op diverse plaatsen tegelijk werken.
4. Men kan steilere hellingen in de transportweg toelaten.
5. Het rangeren gaat veel eenvoudiger.

Er zijn echter ook nadelen, n.l.

1. Voorwaarde is dat er een verharde weg is waarover het transport kan plaats vinden.
2. Moet men aan die voorwaarde voldoen door het leggen van een dubbele straal ijzeren rijplaten, dan zal het onderhoud van die straal vrij aanzienlijk zijn.
3. De afschrijvings- en onderhoudskosten van het materiëel zijn aanmerkelijk hoger dan bij transport over rails.
4. Enigszins belangrijke reparaties kunnen niet op het werk worden verricht.

Voor ieder geval moet men de transportmogelijkheid toetsen aan de plaatselijke omstandigheden. Zijn er meer dan één wijze van transport mogelijk, dan zal de kostenraming de keuze bepalen.

In bijzondere gevallen tenslotte, wordt de grond vervoerd per transportkabel, per transportband of per vaartuig. Het zou te ver voeren hierop nader in te gaan.

Par. I - 1.4 Wijze van transport.

Voor ieder geval dient men de wijze van transport dusdanig in te richten dat deze zo praktisch mogelijk is en dat wordt voldaan aan de eisen die een goede uitvoering van het werk stelt. Zo zal men in geval van een te

baan moeten rijden hangt af van de organisatie van het bedrijf. Bestaat er kans op veelvoudige storingen, dan zal men door toepassing van een dubbele baan het oponthoud grotendeels kunnen beperken. In een enkele baan moeten wisselplaatsen worden gemaakt, waar de volle en de lege treinen elkaar kunnen passeren. Zulk een z.g. "omloop" bestaat uit een gedeelte dubbel spoor over iets grotere lengte dan die van de langste trein, met aan de einden een aansluiting aan de hoofdbaan met een wissel (fig.8). De afstand tussen de wisselplaatsen hangt af van de tijd die men nodig heeft om een trein te laden en van de gemiddelde rijsnelheid. Uit fig. 8a volgt dat op het moment dat een volle trein de laadplaats verlaat en een lege trein daar aankomt de andere lege en volle trein elkaar passeren op de tweede en vierde omloop. Als de te laden trein half vol is is de stand van de treinen als in fig. 8b., waaruit volgt dat de wisselafstand gelijkis aan die welke een trein gedurende de halve laadtijd aflegt. De afstand van de laatste wissel tot het stort moet kleiner zijn omdat men daarbij moet rekenen op de tijd die nodig is om de trein te lossen.

Par. I - 2. Machinaal werk, al of niet in combinatie met transportmiddelen.

Par. I - 2.1. Werktuigen.

Men onderscheidt twee groepen van machines, n.l. de zelfrijdende graafmachines, zoals dragline, excavateur enz. en de graafmachines, bevestigd aan of getrokken of geduwd door tractoren of trekkers.

agline. De dragline (fig. 9) is de graafmachine die tegenwoordig in Nederland het meest wordt toegepast.

Hollandse benamingen zijn wel trekschop, trekemmer, sleepschop, sleepemmer en sleepbagger (niet treklijn).

Al deze vertalingen zijn tot op heden niet in staat gebleken om de naam "dragline" te verdringen. Deze machine bestaat uit een onderwagen en een bovenbouw. De onderwagen bevat het mechanisme voor de voortbeweging van het geheel. De bovenbouw, die door middel van een spilconstructie met rolbaan een volledige cirkel t.o.v. de onderwagen kan beschrijven, bevat de machines en lieren, waarmee men de combinatie van handelingen voor het graven, het draaien en het lossen verricht. In de regel beweegt de dragline zich voort op rupsbanden. Slechts bij hoge uitzondering treft men deze machines op wielen aan. Deze hebben het grote nadeel dat zij spoedig slippen als de grondslag zacht of vettig is.

In Amerika deed kort voor de tweede wereldoorlog de z.g.n. wandelende dragline zijn intrede. Deze machine rust met een groot grondvlak op de bodem. Men past dit systeem toe voor zeer zware machines (emmerinhoud 4-25 m³), die met rupsbanden een te grote druk op de grondslag zouden uitoefenen.

De voortbeweging geschiedt met behulp van beweegbare zijschotten waarop het gewicht van de machine kan worden overgebracht, en waarover de machine zich dan enige meters kan verplaatsen. Deze machine loopt dus als 't ware op krukken. Bij de normale wijze van voortbewegen op rupsbanden dienen deze of door een voldoende groot draagvlak of door toepassing van opstaande kammen op de rupsbladen in staat te zijn om verzakking of slippen bij de voortbeweging te voorkomen.

Kan aan deze voorwaarde niet voldaan worden dan moet de machine op "schotten" werken. Daarbij heeft hij steeds

4 of 5 schotten bij zich om tijdens het graven en het rijden zijn gewicht gunstiger op de grondslag over te brengen. Het is duidelijk dat het voortdurend manoeuvreren met de schotten de capaciteit van de machine ongunstig beïnvloedt.

De aandrijving geschiedt bijna steeds met behulp van een benzine- of ruwoliemotor. Bij grote machines met emmerinhoud $> 1,5 \text{ m}^3$ past men ook wel de stoommachine toe, die een soepeler gang der bewegingen mogelijk maakt.

Voor de kleine machines met een emmerinhoud $< 400 \text{ l.}$ ziet men meestal de dieselmotor en soms ook wel de benzine- en de petroleummotor toegepast; voor de grotere machines steeds de dieselmotor.

De benzinemotor heeft het voordeel van een laag gewicht per P.K., doch daar staat tegenover dat deze veel duurder in 't gebruik is dan de dieselmotor.

De ontgraving geschiedt doordat men de weggeworpen emmer met de trekdraad naar de machine toetrekt. Door de tanden graaft de emmer zich daarbij vol. De gevulde emmer wordt, tegelijk met het draaien van de machine om zijn spil, door middel van de hijsdraad omhoog gebracht en te bestemder plaatse door het loslaten van de trekdraad gelost.

De emmerinhoud variëert in ons land tussen $0,25$ en 2 m^3 . In het buitenland worden wel zwaardere machines toegepast, met een emmerinhoud tot 4 m^3 , en bij uitzondering zelfs tot 10 m^3 inhoud. (in Amerika bestaan er zelfs met emmers van 30 m^3).

De breedte van de emmer is vooral van belang bij het ontgraven van sloten met een klein profiel.

Een emmer van 380 l is $\pm 0,65 \text{ m}$ breed, zodat bij een bodembreedte van bijv. $0,50 \text{ m}$ de benedenste steek nog met de hand moet worden verwijderd.

In verband hiermede ziet men soms wel geprofileerde emmers, die beneden smaller zijn dan boven.

Echter vergt het werken hiermede veel van de bedrevenheid van de draglinemachinist.

Indien de grond niet direct te bestemder plaatse kan worden gedeponereerd, moet de grond in een of ander vervoermiddel worden geladen. De capaciteit van de dragline is dan mede afhankelijk van de organisatie van het transportbedrijf.

Mechanische
schop.

De stoom- of motorschop, al naar gelang van de wijze van aandrijving, wordt toegepast in diverse uitvoeringen, en wel als lepelbagger, als dieplepelbagger en als schraper (fig. 10). De stoomschop is voor 't eerst toegepast in 1834.

Deze had nog geen draaibare bovenbouw, en liep op rails. Nadien heeft men de bevestiging bovenbouw - onderwagen en de wijze van voortbeweging net zo gemaakt als is beschreven bij de dragline, dus draaibaar en op rupsbanden. Het verschil met de dragline zit hem hierin, dat de emmer (hier lepel genoemd) star aan de giek is verbonden. Hierdoor kan de lepel tijdens het graven niet alleen bestuurd, maar door middel van een hefboom ook meer of minder in de grond worden gedrukt.

Hierdoor is dit werktuig uiterst geschikt voor het graven van harde en vaste grondsoorten, van mergel, erts, bruinkool en van grond welke is verontreinigd door boomwortels, stukken steen, puin e.d.

Zoals begrijpelijk is wordt de giek van deze machine zwaarder belast dan bij de dragline.

Die giek moet dus zwaarder worden geconstrueerd.

De vlucht is belangrijk kleiner dan die van een dragline. De achterwand van de lepel loopt naar onderen iets achteruit, waardoor de doorsnede van de lepel onder iets groter is dan boven om het gemakkelijk lossen van kleverige grond te bevorderen.

Het lossen van de grond geschiedt nl. doordat de bodem van de lepel in zijn geheel of in twee helften openklapt. In een bepaalde stand van de lepel sluit de bodem zich automatisch weer door zijn eigen gewicht. De lepelbagger werkt vooruit, de dieplepelbagger en de schraper werken, evenals de dragline, achteruit. De grootste machines in Amerika hebben een lepelinhoud van 25 m^3 . bij een dienstgewicht van 1500 ton. Meestal echter variëert de lepelinhoud tussen $0,4$ en 10 m^3 .

Dit werktuig werd met succes toegepast bij de aanleg van de Amerikaanse en Engelse spoorwegen en ook bij de aanleg van het Panamakanaal. In ons land wordt de mechanische schop slechts zelden toegepast.

Grijper.

Moet men grond, steen, keileem of iets dergelijks opruimen in den droge of in den natte, op plaatsen waar men op andere wijze moeilijk bij kan komen (b.v. door de aanwe-

zigheid van stempels en schoren), dan kan men aan de giek van de dragline een grijper hangen, welke door middel van het dubbel lierwerk wordt bediend (fig. 11.).

De inhoud van de grijper varieert tussen 0,4 en 10 m³. Het gangbare type heeft een inhoud van 0,4 - 0,6 m³. De handelingen geschieden vrij langzaam, zodat de capaciteit van de grijper in 't algemeen vrij laag is. In geval men zware brokken steen moet oppakken, past men wel de polieprijper toe, welke bestaat uit een aantal grote tanden (fig. 12).

excavateur,
elevator

In tegenstelling met de hiervoor beschreven werktuigen bestaan de excavateur en de elevator uit een groot aantal kleine graafelementen. De elevator wordt meestal gebruikt als schakel in het transport van in den natte ontgraven grond. In hoofdstuk II wordt er op dit werktuig nader ingegaan. De excavateur (fig. 13) was vroeger het enig grote werktuig voor machinale ontgraving. Later is deze machine meer en meer verdrongen door de dragline en de mechanische schop, omdat 1^e de excavateur zwaar is, waardoor de kosten van aan en afvoer, van montage en demontage zeer hoog zijn, 2^e het te ontgraven object aan bepaalde voorwaarden moet voldoen (groot oppervlak, langgerekte vorm, grotere minimum dikte van de ontgraving dan bij de dragline), 3^e het manoeuvreren met een zware machine op rails (excavateurs op rupsbanden bestaan wel, doch voldoen niet) op een klein terrein uiterst moeilijk is, nog afgezien van de hoge kosten verbonden aan het omschiften van het spoor, 4^e de te graven grond niet verontreinigd mag zijn met stenen, daar blijkt dat zich dan moeilijkheden voordoen. In sommige gevallen biedt dit werktuig toch ook wel voordelen, bijv. als aan de onder 2^e vermelde voorwaarden wordt voldaan, of als men door inschakeling van een transportband de grond zeer goedkoop in dwarsrichting over een vrij grote afstand direct op zijn plaats kan brengen. Per m³ ontgraven grond vergt de excavateur minder brandstof dan bijv. de dragline.

De inrichting en de werkwijze van de excavateur is als volgt:

De emmerketting rust met geleiderollen op de zgn. emmerladder. Deze ladder is scharnierend verbonden aan het vaste gedeelte van het werktuig en hangt bij het beneden-draaipunt met staaldraden aan een giek.

Door middel van deze staaldraden kan men de helling van de ladder naar behoefte wijzigen (nooit steiler dan 1:1 à $1\frac{1}{2}$, wegens gevaar voor afschuivingen).

De emmers zijn van plaatstaal met een verwisselbare snijrand. De onderlinge afstand der emmers regelt men naar de grondsoort. Bij kleigrond plaatst men 1 emmer op iedere 6^e à 8^e schalm; bij zandgrond 1 emmer op iedere 4^e schalm. De afstand van de emmers wordt nl. bepaald door de snelheid waarmee bij het kantelen der emmer de zich daarin bevindende grond zich lost. Voor ons land variëert de emmerinhoud van 25 l (bij machines die klei graven voor steenfabrieken) tot 250 l. (bij machines voor grote grondwerken), terwijl de graafdiepte variëert van 4,50 - 12 m. In het buitenland ziet men veel grotere machines toepassen. Zo gebruikt men in de Duitse bruinsteengroeven machines met 1500 - 2000 l. emmerinhoud, een graafdiepte van 24m, een dienst-gewicht van 3500 ton en een vermogen van 8800 P.K.

Men onderscheidt excavateurs met gravende en met scheppende emmers, al naar gelang de machine boven of onderaan de ontgraving staat. In het eerste geval (fig. 13a) graven de emmers het talud af van onder naar boven, in het tweede geval bewegen de emmers zich van de bovenkant van het talud naar beneden, en scheppen de grond als 't ware op. In beide gevallen is de draairichting dus tegengesteld. Uit fig. 13 b blijkt hoe de grond uit de om het boven-draaipunt draaiende emmer in de glijgoot valt, waardoor de grond verder wordt afgevoerd naar het eronder opgestelde vervoermiddel. Tijdens de ontgraving rijdt de excavateur met een zeer kleine snelheid (enige cm/sec) langs de afgraving.

Bij het ontgraven van kanalen bouwt men wel horizontale verlengstukken aan de machine ter lengte van de halve bodembreedte. Men kan door het min of meer spannen van de emmerketting een meer of minder hol beloop graven. Hoe meer men de ketting spant, hoe groter slijtage er optreedt en hoe meer last men ondervindt van obstakels als stenen, boomwortels, enz.

Wat betreft het laden van het transportmiddel onderscheidt men het zijladerstype (afvoerspoor achter de machine), en bij een emmerinhoud > 250 l. het portaalttype (afvoerspoor onder de machine).

De aandrijving is electrisch, door middel van stoom of van een dieselmotor.

ooggraaf-
machine.

De loopgraafmachine (fig. 14) bestaat uit een chassis met motor op rupsbanden. Achter aan het chassis is scharnierend een emmerladder met graafemmers verbonden. In bedrijf heeft de emmerladder een verticale stand. Tijdens het graven beweegt de machine zich heel langzaam vooruit, terwijl de grond via een korte transportband naar believen ter linker of ter rechterzijde kan worden gedeponeed. Aldus kan men sleuven graven van 0,40 m breed en tot 1,80 m diep. In Amerika gaat men tot 1,25 breed en 2,50 m diep. Uiteraard moet de grond zich lenen voor het erin graven van sleuven met verticale wanden. Deze machine wordt in ons land o.m. toegepast door de Staatsmijnen voor het graven van sleuven voor gastransportleidingen.

chaufelrad-
agger.

De Schaufelradbagger (fig. 15.) is een werktuig dat zich de laatste 10 jaar heel sterk heeft ontwikkeld in de Duitse bruinkoolindustrie.

Het heeft daarbij de excavateur min of meer verdreven, daar dit werktuig een veel geringer aantal bewegende delen heeft en bij dezelfde capaciteit daardoor lichter is en dus goedkoper in 't gebruik.

De nieuwste machine heeft een dienstgewicht van 5300 ton, terwijl de 10 emmers van het graafwiel een inhoud hebben van 1700 l. De machine bestaat uit een onderwagen op rupsbanden, en daarop draaibaar het bovendeel met graafwiel en transportbanden.

Door middel van staaldraden kan het graafwiel omhoog en omlaag worden bewogen.

Tenslotte de graafmachines, bevestigd aan, of geduwd of getrokken door de tractoren.

(fig. 16) Men onderscheidt hierbij in hoofdzaak de bulldozer, de angledozer, de traxcavator, de scraper, de Vploeg, de grader en de elevating grader.

Aangezien er nog geen ingeburgerde Nederlandse namen zijn op te geven wordt in het vervolg, net als bij de dragline, de oorspronkelijke Amerikaanse naam aangehouden.

De bulldozer, de angledozer en de traxcavator bestaan uit een tractor met daaraan gemonteerd het bij iedere vorm behorende werktuig. Bij de overigen wordt dat werktuig door de tractor geduwd of getrokken, zodat het geheel uit twee eenheden bestaat.

De tractor wordt in de regel aangedreven door een dieselmotor. Het rijdt op rups- of op luchtbanden. Het voordeel van luchtbanden is dat de machine zich zonder bezwaar ook over de wegen kan voortbewegen, terwijl men bij toepassing van rupsbanden meestal aangewezen is op een vervoermiddel waar de tractor op kan worden gezet. De rupsbanden, die dikwijls voorzien zijn van opstaande ribben, kunnen in diverse breedten worden gemonteerd, zodat men de drukverdeling op de ondergrond naar de omstandigheden kan regelen.

Bulldozer. De bulldozer (fig. 17) gebruikt men, evenals de angledozer en de traxcavator, als de vervoersafstand van de te ontgraven grond ≤ 100 m bedraagt. De bulldozer bestaat uit een enigszins gebogen stalen blad, dat loodrecht op de bewegingsrichting met zware balken aan het frame van de tractor is gemonteerd. Aan de onderzijde van het blad zit een verwisselbaar gehard stalen mes. Aan de zijkant heeft men stalen platen aangebracht om bij het transport het verlies van grond langs de kanten van het blad zoveel mogelijk te voorkomen.

Vanaf de bestuurdersplaats kan men het blad mechanisch op en neer bewegen. Men gaat dan als volgt te werk: Men laat het blad zakken, het mes snijdt bij het vooruitrijden de grond los, die zich voor het blad verzamelt. Heeft men voldoende grond voor het blad dan licht men het blad zover dat net geen grond meer wordt losgesneden. Daarna schuift men de grond eenvoudig naar de daarvoor bestemde plaats.

Angledozer. De angledozer of trailbuilder (fig. 18) verschilt in zoverre van de bulldozer dat het blad geen zijplaten heeft, en dat het blad niet loodrecht op de bewegingsrichting is gemonteerd. Het blad is nl. verstelbaar.

Door het onder een hoek met de bewegingsrichting te stellen kan men de grond in plaats van vooruit ook terzijde schuiven. Ook kan men een der zijkanten in hoogterichting verstellen, hetgeen goed van pas kan komen bij het maken van flauwe taluds of bij het graven van een wegkip in een berghelling.

Traxcavator. Bij de traxcavator (fig. 19) is het blad geconstrueerd als een bak, waarvan de inhoud al naar gelang van de capaciteit van de traxcavator varieert tussen 275 en 1500 l.

Deze bak kan door middel van een hefinstallatie omhoog worden bewogen tot boven het vervoermiddel. Door het los-trekken van een pal kantelt de bak, waardoor de grond in het vervoermiddel valt. Is de bak weer op de grond gezakt, dan komt ze automatisch weer terug in de "scheppositie". De scrapper (fig. 20.) is een apparaat op vier wielen met luchtbanden, dat wordt voortgetrokken door een tractor. Aan het frame bevindt zich een laadbak, welke aan de achterzijde gesloten is en aan de voorzijde open. Aan de voorkant van de bodem is een verwisselbaar gehard stalen mes gemonteerd dat de grond lossnijdt. Door vooruit te rijden wordt de laadbak automatisch gevuld. Is het zover, dan kan men de voorzijde afsluiten en de laadbak omhoog trekken, waarna het transport begint.

Voor het lossen ziet men twee constructies toegepast, nl. één waarbij de grond via de voorzijde van de laadbak wordt gelost, en één waarbij dat via de achterzijde gebeurt. De achterlosser heeft het voordeel dat men achteruit rijdende het materiaal in de diepte kan storten. Voor scrapers met een inhoud tot 5 m^3 , is de meest economische transportafstand 100 - 300 m. Er zijn ook grotere modellen met een inhoud tot 17 m^3 , waarbij men over 700 à 800 m economisch vervoert.

Tijdens het laden gebruikt men bij die zware machines een extra tractor (duwdozer), die achter tegen de scrapper duwt. In vlak terrein kan men onder gunstige omstandigheden een gemiddelde snelheid bereiken van 1,5 m/sec., incl. het laden, lossen en keren. In lichte grond worden wel eens twee scrapers achter elkaar aan één tractor gekoppeld.

Er bestaan ook motorscrapers of tournapulls. De motor is als tegenwicht voor de scrapper overkragend gebouwd over de twee aangedreven voorwielen.

Deze machine wordt ook ev. in combinatie met een duwdozer gebruikt.

De V-ploeg (fig. 21) is een apparaat op twee wielen dat door een tractor moet worden getrokken. Het bestaat uit een groot dubbel ploegvormig blad. Hiermede kan men draineursleuven trekken in V-vorm met een max. diepte van 0,65 m, een bodembreedte van 0,30 m en een bovenbreedte van 1,20 m. Is de grond hard dan kan men diverse malen ploegen, waarbij men de ploeg telkens iets dieper

Wroeter

Grader

stelt. Ook kan men een zgn. wroeter (fig. 22), een apparaat met 3 à 5 zware tanden, welke men op dezelfde machine kan monteren, de grond een voorbewerking doen ondergaan. De grader (fig. 23) is een apparaat op 4 wielen, waartussen het graderblad bij wijze van grondschaaf is gemonteerd. Dit blad is beweegbaar van links verticaal naast de machine, onder de machine door, tot rechts verticaal naast de machine. Meestal is er vóór het blad een soort hark aangebracht om de grond los te maken.

Men gebruikt deze machine, die ook weer door een tractor wordt getrokken, voornamelijk voor het afwerken van grondoppervlakken, het loswerken en uitspreiden van lagen, en ook wel voor sneeuwruimen.

Er bestaan ook motorgraders. Deze bewegen zich voort op 6 wielen met luchtbanden. De achterste vier wielen worden aangedreven.

Elevating-grader.

Een wat gecompliceerder werktuig is de elevating-grader (fig. 24), die men in Nederland niet, in Amerika des te meer ziet toepassen. Deze machine vraagt om losse grond en een langgerekte vorm van ontgraving, zodat de toepassingsmogelijkheden direct al beperkt zijn tot bijzondere gevallen. De machine bestaat uit een discussvormige ploeg, welke de grond lossnijdt en op een transportband brengt. Ploeg en transportband zijn gemonteerd op een frame met vier wielen, dat door een tractor wordt getrokken. Deze machine vraagt aparte bediening buiten de tractormachinist. De helling van de transportband is verstelbaar. Meestal wisselt deze tussen $1:4\frac{1}{2}$ en $1:5\frac{1}{2}$. Door middel van de transportband wordt de ontgraven grond terzijde gedeponneerd, of geladen in enig vervoermiddel.

De rijsnelheid varieert tussen 1 en 1,5 m/sec.

Deze machines zijn o.m. in België toegepast bij de aanleg van het Albert-kanaal.

Par. I - 2.2 Capaciteit en verbruik.

De capaciteit (grondverzet in m^3 . per uur) en het verbruik (brandstof en smeermiddelen per m^3 verzette grond) van de diverse machines zijn grootheden die zeer sterk afhankelijk zijn van het type van de machine, de staat waarin deze verkeert, de soort te ontgraven grond, het

profiel van ontgraving, de terreinsgesteldheid, het jaargetijde, de grootte van de hoek waaronder moet worden gezwenkt, de wijze van transport, de grootte van de transportmiddelen, enz. enz. De cijfers welke worden genoemd dienen dus alleen om een algemene indruk te geven. In de praktijk zal men voor ieder geval opnieuw de invloed van de omstandigheden op de capaciteit moeten taxeren. Uiteraard dient deze taxatie te geschieden door iemand die door een langdurige praktijk voldoende ervaring hiertoe bezit. Indien men de capaciteit van machines als dragline, lepelbagger, dieplepelbagger, scraper en grijper van theoretische zijde wil benaderen, dan kan men uitgaan van de volgende formule:

$$V = \frac{3600 \times Q \times f \times E \times K}{T} \quad \text{Hierin is:}$$

V = hoeveelheid grond in m^3 , welke per uur wordt verplaatst (uurcapaciteit)

Q = inhoud emmer of schop in m^3 (geroerde grond)

f = grondherleidingsfactor, omdat Q is een hoeveelheid geroerde grond, terwijl men de berekening van V meestal opzet in hoeveelheden ongeroerde grond.

E = nuttig rendement-factor van de machine.

Hierop van invloed zijn de regelmatig terugkerende onderhoudswerkzaamheden, het verplaatsen van de machine (ev. ook van de schotten) en de bedrevenheid van de machinist.

K = nuttig rendement-factor van de emmer of schop, welke weer afhankelijk is van de te verwerken grondsoorten.

T = totale tijd in seconden, nodig voor het volbrengen van één complete handeling (dus: graaftijd + zwaaitijd + lostijd + terugzwaaien).

Voor f, K en T kan men de waarde opzoeken in de tabellen volgens de fig. 25a, 25b en 25c.

Voor E kan men, zoals in de praktijk is gebleken onder normale omstandigheden voor een behoorlijke machine met een bedreven machinist $\pm 0,8$ aanhouden.

Enige cijfers uit de praktijk betreffende capaciteit en verbruik zijn vervat in de volgende staat. Wat betreft het verbruik, dat aangegeven is in kg. ruwolie per m^3 verzette grond, zij opgemerkt dat, indien de aandrijving anders dan met een dieselmotor geschiedt, men de hoeveel-

heid benodigde brandstof kan omrekenen als volgt:
1 kg ruwolie # 1,4 l benzine # 1,5 l. petroleum # 15 à
20 kg kolen # 2,5 à 3,5 k Wh. Bij de stoommachine heeft
men bovendien 5 à 6 x het aantal kg brandstof aan water
nodig.

Werktuig	Omschrijving v.h.werk	Grond- soort	Emmer(schop- grijper-)in- houd in li- ters.	Cap. in m ³ /uur	Verbruik per m ³ verzette grond in kg.			
					ruwolie	smeerolie		
<u>Dragline</u>	Sloot graven(inh. 25m ³ / m'), Grond deponeren.	klei	300	22	0,15	0,01		
	idem, inh. 4m ³ /m'	klei	1000	(te groot)	40			
	idem, inh. 6m ³ /m'	klei	800	80	0,09	0,04		
	(afgraven 30-50cm. bo- vengrond(deponeren)	veen	400	30	0,10	0,015		
	afgraven 50cm. " " "	klei	600	50	0,14	0,06		
	afgraven 40cm. " " "	teel- aarde	1000	85				
	afgraven oude zeedijk (deponeren)	zand	800	80				
	laden in auto's	zand	400	50	0,08	0,018		
	laden in auto's	harde klei	800	45	0,20	0,05		
	laden in karren	zand	600	38				
	" " " (hoge bres)	zand	600	60	0,12	0,05		
	" " " " "	zand	800	90	0,09	0,05		
	(afgraven kade, laden in 3 m ³ . karren	zand	1500	100	0,10	0,01		
	afgraven zanderij, laden in 7m ³ -karren	zand	1500	140	0,12	0,01		
<u>Lepel- bagger</u>	Ontgraven en in ver- voermiddel lossen of deponeren	zand, zachte klei	(400	35	0,17			
			(600	50	0,16			
			(800	60	0,15			
			(1000	80	0,14			
			(1500	100	0,13			
			(2000	130	0,12			
			(400	20	0,20			
	zand met grind, harde klei, mergel.	(600	35	0,20				
		(800	40	0,20				
		(1000	60	0,20				
		(1500	80	0,20				
		(2000	100	0,20				
		<u>Grijper.</u>	Ontgraven uit 6m diep zand & water, lossen in grind schuit.	grind	800	40		
			ontgraven en depone- ren, hefhoogte 6-8m.	lichte grond	800	60		
ontgraven 4m diep en deponeren	zanderi- ge klei		1500	70				
ontgraven 5m diep en deponeren	zand		2000	100				

Zoals ook uit de tabel voor T blijkt, is in 't algemeen de capaciteit van de lepelbagger groter dan van de dragline, en wel 10 à 20%. De capaciteit van de dieplepelbagger en van de grijper is daarentegen ongeveer 10-20% kleiner, die van de scraper ongeveer 50% kleiner dan van de dragline.

Van een Amerikaanse reuzen-lepelbagger met een lepelinhoud van 25 m^3 (dienstgewicht van de machine 1500 ton) wordt gemeld dat deze 2400 m^3 grond per uur kan verzetten. Deze capaciteit lijkt fantastisch hoog. Een meer aannemelijk, doch evenzeer verbazend, cijfer zou zijn $1400 \text{ m}^3/\text{uur}$. De capaciteit van de excavateur wordt, behalve door de emmerinhoud, ook sterk beïnvloed door de montage van de emmers. Bij de montage voor zand (emmer op elke 4e schalm) worden er 25-30 emmers per minuut gelost.

Enige praktische cijfers aangaande capaciteit en verbruik zijn vervat in onderstaande staat.

Omschrijving	Grondsoort	Emmerinh. in liters	Capac. in m^3/uur .	Verbruik per m^3 grond		
				kolen kg	ruw- olie kg	kWh
Ontgraven uiter- waard tot 4m diepte	rivierklei	40	50			0,24
Doorgraving heuvel- land, diep 2-4 m.	grof zand	150	155		0,05	
Ontgraving terrein tot 8m diepte.	grof zand	200	320			0,25
idem tot 4m diep- te	grof zand	150	240	0,50		

De buitenlandse reuzen-excavateurs met een emmerinhoud van 750 l., graafdiepte van 40 m, kunnen per uur $\pm 900 \text{ m}^3$ grond ontgraven.

De Schaufelradbagger die eigenlijk alleen in 't groot wordt gebruikt in de Duitse bruinkoolindustrie verbruikt per m^3 te ontgraven grond minder brandstof dan de excavateur. Een dergelijke machine met een dienstgewicht van 5300 ton, met 10 emmers van elk $1,7 \text{ m}^3$, kan per uur $\pm 2.100 \text{ m}^3$ grond te ontgraven.

De capaciteit van de dozers (bulldozer, angledozer en traxcavator) kan men ook weer van theoretische zijde be-

naderen met behulp van de formule

$$V = \frac{3600 \times Q \times f \times E}{T} \quad \text{waarin:}$$

V = hoeveel grond in m^3 , welke per uur wordt verplaatst
(uurcapaciteit)

Q = hoeveelheid geroerde grond welke door het dozerblad kan worden voortgeschoven (bij traxcavator is Q = inhoud laadbak)

f = grondherleidingsfactor (zie bij dragline)

E = nuttig rendementsfactor.

T = totale tijd in seconden, nodig voor het volbrengen van één complete handeling (graven, schuiven, deponeeren, terugkeren, overschakelen).

De hoeveelheid grond die door het blad van een bulldozer kan worden voortgeschoven volgt uit onderstaande tabel voor de tractoren van het merk "Caterpillar".

Type tractor	Aantal m^3 geroerde grond.
D 8	2,36
D 7	2,16
D 6	1,41
D 4	1,22

Voor "Allis Chalmers" tractoren, die worden onderscheiden in de typen K en L, ligt de capaciteit van het blad resp. tussen D6 en D7 en tussen D7 en D8.

De factor E mag men voor een goede machine met een bedreven machinist stellen op ongeveer 0,8. Echter dient deze factor voor ieder werk opnieuw te worden getaxeerd.

De tijd T voor een complete handeling hangt sterk af van de snelheid waarmee de machine zich op de diverse versnellingen kan voortbewegen. Gegevens hierover worden bij de machine verstrekt.

Zoals gezegd kan men onder gunstige omstandigheden rekenen met een gemiddelde snelheid gedurende de hele handeling van ongeveer 1,5 m/sec.

In de praktijk blijkt dat de uurcapaciteit, naar gelang van het type van de tractor, zich beweegt tussen 40 en 100 m^3 bij een maximum vervoersafstand van 100 m.

De capaciteit van de scraper kan men afleiden uit dezelfde formule als bij de dozers.

Q is hierbij de inhoud van de scraperbak, meestal berekend met een kop erop. Wat betreft T, deze bestaat uit de laadtijd ($1\frac{1}{2}$ min. voor een 9 m^3 -scraper en 1 min. voor een 6 m^3 -scraper), het spreiden van het materiaal ($\frac{1}{2}$ min), de verschillende wendingen om weer op het uitgangspunt terug te keren ($\frac{1}{2}$ min), het doorlopend overschakelen ($\frac{1}{2}$ min) en het heen en weer rijden tussen laadplaats en losplaats (snelheid getrokken scraper $6,5\text{ km/uur}$, en snelheid motorscraper of tournapull ruim 20 km/uur). Voor de scrapers is de meest economische vervoersafstand $100 - 500\text{ m}$, voor de motorscrapers $500 - 1000\text{ m}$. Voor een 6 m^3 -scraper komt men bij een vervoersafstand van 300 m op een uurcapaciteit van $\pm 34\text{ m}^3$. Voor een 9 m^3 -scraper komt men bij een vervoersafstand van 750 m op een uurcapaciteit van $\pm 50\text{ m}^3$. Met de graders en de elevating-graders komt men tot een hogere capaciteit dan bij de voorgaande tractormachines, omdat deze machines regelmatig door kunnen graven, en geen tijd vergen voor het transport van de grond. De elevating-grader met een transportband ter breedte van $1,20\text{ m}$ kan onder gunstige omstandigheden per uur 300 m^3 grond in vervoermiddelen laden bij een rijsnelheid van $\pm 1\text{ m/sec}$. Om een dergelijke machine aan 't werk te houden worden er dus zeer hoge eisen gesteld aan de organisatie van het vervoer.

Par. I - 2.3 Transportmiddelen.

Bij de bulldozer, de angledozer en de scraper worden geen aparte transportmiddelen toegepast, daar deze machines de graaf- en de vervoersfunctie beide vervullen. Bij de V-ploeg en de grader past men ook geen apart vervoermiddel toe omdat deze machines alleen worden gebruikt als de grond kan blijven liggen op de plaats waar ze door deze machines is gedeponeed. Bij de traxcavateur, de elevating-grader, de dragline, de lepel- en de dieplepel-bagger, de grijper, de schaufelradbagger en de elevator past men, indien de grond door deze machines niet direct te bestemder plaatse kan worden gedeponeed, transportmiddelen toe.

Die transportmiddelen bestaan dan soms uit één of een serie transportbanden, doch meestal uit vrachtauto's of

kipkarren op werkspoor.

Transportband. Een transportband bestaat uit een ligger met aan het begin en einde een rol waarover de eigenlijke transportband loopt. Meestal wordt een van die rollen aangedreven door middel van een motor. De band zelf bestaat in de regel uit verschillende lagen canvas en rubber, en wordt op regelmatige afstanden tegen doorbuigen ondersteund door draagrollen. Dikwijls zijn die draagrollen zodanig aangebracht dat de erop steunende band een holle vorm krijgt, waardoor er minder gevaar bestaat dat het te transporteren materiaal van de band valt (fig. 26). De capaciteit van de transportband hangt af van de breedte, van de snelheid waarmee de band rond draait en van de draagkracht van de band. Als maximumbreedte geldt wel, 1,20 m, terwijl de snelheid in de regel ± 1 m/sec. bedraagt. Bij uitzondering past men hogere snelheden (tot 2,5 m/sec.) toe. De capaciteit van de grootste band kan oplopen tot $360 \text{ m}^3/\text{uur}$ (zie elevating-grader).

Vrachtauto Wat het transport per vrachtauto betreft zij verwezen naar par. I-1.3, waarin de verschijningsvorm van de vrachtauto en de voor- en nadelen van vervoer daarmee tegenover vervoer per kipkar zijn vermeld.

Indien de omstandigheden beide wijzen van vervoer toelaten, dan zal men aan de hand van de kostenraming van beide transportmethoden zijn keuze bepalen.

In het algemeen is de vrachtauto op de korte afstand en bij gering grondverzet in 't voordeel, terwijl bij lange transportafstanden en groot grondverzet de keuze meestal zal vallen op toepassing van smalspoor met kipkarren. In par. I-1.3 is al 't een en ander vermeld over toepassing van draagbaar smalspoor met spoorstaven van 7-9

Spoor kg/m. en kipkarren met een inhoud van $\frac{3}{4} \text{ m}^3$. Bij toepassing van machines voor het laden van de kipkarren gaat men al spoedig over tot toepassing van zwaarder materiëel en machinale tractie, aangezien bij vervoerseenheden met kleine inhoud en langzame tractie de afvoercapaciteit niet in evenwicht zal zijn te krijgen met de laadcapaciteit van de machine. De grootte van de karren, het aantal karren per trein en de grootte van de tractor of locomotief (en dus ook de zwaarte van het spoor) zal men voor ieder geval moeten bepalen, waarbij men rekening

moet houden met de laadcapaciteit, de vervoersafstand en het beschikbaar materieel. Kipkarren met een inhoud $< 2,5 \text{ m}^3$. hebben de trogvorm welke reeds beschreven werd in par. I-1.3.

Is de inhoud groter dan $2,5 \text{ m}^3$ (hier te lande tot 6 m^3), dan krijgt de kar een rechthoekige vorm. Voor het doen kippen met de hand van een $2,5 \text{ m}^3$ -kar zijn 4 arbeiders nodig. Om de daardoor optredende stagnatie bij het lossen van treinen te verminderen, heeft men karren gebouwd die zich automatisch lossen door het gewicht van de lading.

Deze karren zijn zo geconstrueerd dat het draaipunt buiten de werklijn van de resultante van het gewicht van de gevulde bak ligt, zodat deze bak steeds neiging tot kippen heeft. Dit wordt echter verhinderd door een mechanisme. Door middel van dat mechanisme kan 1 man de bak opzij doen kippen. Omdat men een rechthoekige bak moeilijk leeg zou kunnen krijgen heeft men de zijkant zo geconstrueerd dat deze bij het kippen omhoog gaat, waardoor een vlotte lossing mogelijk is (fig. 27) Uiteraard kan men deze karren slechts naar één zijde kippen. Moet toch naar beide kanten worden gelost, dan draait men eenvoudig de helft van de karren om. Ook kan men dan treinen met links lossende en treinen met rechts lossende karren nemen, waardoor dit bezwaar is ondervangen. Wat de tractie betreft, zal men, als het treinen betreft van beperkt gewicht (b.v. 5 karren van 1 m^3), een motortractor toepassen van 10 - 30 p.k. Dit vervoer kan dan geschieden over spoor met 70 cm. spoorwijdte van spoorstaven van 9 - 16 kg/m. Is een grotere trekkracht nodig (b.v. voor 15 - 20 karren) dan gaat men hier te lande over tot toepassing van stoomloco's (30 - 200 p.k.). De motorloco's hebben het voordeel dat ze altijd bedrijfsklaar zijn, dat ze tijdens ~~wacht~~ en schafttijden ~~geen brandstof verbruiken~~, en behalve enig koelwater, geen watervoorziening vergen. Tevens kan men de trekkracht door middel van versnellingen aan de omstandigheden aanpassen. De stoomloco's hebben het voordeel dat ze sneller zijn en bedrijfszekerder (twee belangrijke factoren), en dat de trekkracht groter is. Deze trekkracht is nl. in de eerste plaats afhankelijk van de grootte van de cylinders, de stoomdruk, enz., doch tevens van het gewicht van de loco.

De grootste trekkracht die een aangedreven wiel van een loco kan uitoefenen is nl. afhankelijk van de druk van dat wiel op de rail en van de wrijving tussen wiel en rail. Voor droge rails en wielen is de wrijvingscoëfficiënt $\pm 0,2$, zodat de maximum trekkracht = $\pm 1/5$ wiel-druk. Wordt deze maximum trekkracht overschreden dan gaan de wielen slippen.

Voor het bepalen van de nodige trekkracht op een horizontale baan rekent men gewoonlijk op een kracht van 15 kg per ton bruto last.

Zijn er hellingen in de baan, dan neemt de vereiste trekkracht in belangrijke mate toe.

De mate waarin dat geschiedt is af te leiden uit de grafieken volgens fig. 28, waarin men het verband tussen brutolast en helling voor stoom- en motorloco's afzonderlijk ziet uitgebeeld. In de hieronder volgende staat zijn enige praktische verbruikscijfers aangegeven, en tevens het gebruikelijke bijbehorende railprofiel, de rijsnelheid en het gewicht van de machine.

Wijze van tractie.	Vermogen in p.k.	Rijsnelheid in km/uur	Gewicht v/d mach. in tonnen	Normaal verbruik per uur				Gebruikelijk railprofiel in kg/m.
				ruwolie in l.	smeerolie in l.	steenbriqueten in kg	cylin-derolie in l.	
Motorloco	11	4 - 8	2,5 - 3	1,5	0,05			10 - 12
"	14	4 - 8	3,2 - 3,7	2	0,1			12 - 14
"	20	4-10 à 12	4,2 - 4,8	3	0,2			12 - 14
"	24	4-12 à 15	5,5 - 7	3,5	0,2			14 - 16
"	36 - 40	4-15 à 20	7 - 9	4,5	0,3			18
				steenbriqueten in kg	cylin-derolie in l.	smeerolie in l.	water in m ³	
Stoomloco	30	8	6,5	35	0,3	1	0,15	12 - 14
"	40	10	7,5	45	0,3	1	0,25	14 - 16
"	50	10	8,5	55	0,5	1	0,3	16 - 18
"	80	15-20	14-15	60	0,5	1	0,4	18 - 24
"	140 - 160	20	18-20	80	0,8	1,5	0,7	24
"	160 - 180	25	20-22	100	1	2	0,8	24

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat ook de zwaarste loco's op slechts vier wielen rijden in verband met het feit dat de spoorbaan nooit geheel vlak zal liggen, en tevens omdat men twee assen door scherpere bochten kan rijden. Het in de verschillende omstandigheden te kiezen railprofiel volgt ook uit de vorenstaande tabel.

Draagbaar spoor past men nog toe tot een loco-gewicht van 10 ton en karren tot een inhoud van 2 m^3 .

Een element van draagbaar 9 kg spoor weegt per m' 28 kg; voor 12 en 14 kg spoor wegen de elementen per m' resp. 35 en 43 kg. Bij het dragen kan men 35 kg per arbeider rekenen.

Indien men wegens het gewicht van de loco en de inhoud van de karren geen draagbaar spoor meer kan toepassen, dan gaat men over tot het gebruik van houten biels van grenen of dennenhout met daarop met spoorspijkers opgespijkerde rails, waarbij men als spoorwijdte in de regel 90 cm aanneemt.

In combinatie met het spoor gebruikt men ook weer de nodige linkse en rechtse wissels en draaischijven.

Voor een wissel in draagbaar spoor bedraagt de afbuiging (tangens van de hoek) $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{6}$, voor een wissel in gespijkerd spoor bedraagt deze $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{12}$.

Wat betreft aanleg en onderhoud van het spoor, moet men vóór de aanleg het terrein waarop men het spoor gaat leggen uiteraard dusdanig egaliseren dat het lengteprofiel van de baan aanvaardbaar wordt, en geen ongewenste dwars-hellingen in het spoor ontstaan.

De kosten van aanleg per m'. spoorbaan (op het gereedgemaakte terrein), kan men voor gemonteerd draagbaar spoor stellen op 0,16 - 0,25 manuur, voor gespijkerd spoor met railgewicht 16 - 20 kg. op 0,3 - 0,5 manuur, voor idem met railgewicht 20 - 35 kg. op 0,5 - 0,75 manuur.

Hierin is begrepen het lossen van de rails en dwarsliggers van de lorrie.

Voor het laden van spoormaterieel kan men voor 1 ton spoorstaven rekenen op 3 - 6 manuren, en per 1000 dwarsliggers op ca. 20 manuur.

Voor het afbreken en opladen van draagbaar spoor rekent men ca. 0,2 manuur, van gespijkerd spoor van 16-20 kg. 0,4 - 0,5 manuur, van zwaarder spoor 0,5 - 0,6 manuur.

van zwaarder spoor 0,5-0,6 manuur

Het aanleggen van een wissel in gespijkerd spoor van 90 cm spoorwijdte kost ca. 50 manuren; het afbreken ca. 30 manuren.

Wat het onderhoud van het spoor betreft, is men natuurlijk sterk afhankelijk van de grondslag waarop het spoor ligt en de intensiteit van het gebruik van het spoor.

Het onderhoud bestaat uit het onderstoppen van de dwarsliggers, het vervangen van losse spoorspijkers, het verwijderen van kuilen, het bijhouden van in bochten aangebrachte verkanting, enz.

In gunstige omstandigheden rekent men voor het onderhoud van het spoor doorlopend op 2 man per 1000 m.

Is de grondslag slecht, dan heeft men per 1000 m zeker 3 man permanent nodig.

HOOFDSTUK II

Grondverzet in den natte.

Par. II - 1 Handwerk

Slechts baggerwerk van zeer kleine omvang wordt in handkracht uitgevoerd. De daarbij gebruikte voornaamste gereedschappen zijn de baggerbeugel, de baggerschop, de zakboor en de boezemschop.

Voor het verwijderen van niet te harde grond op max.

Baggerbeugel 2.50 m diepte onder water gebruikt men de baggerbeugel (fig.29).

Deze bestaat uit een zak of net van 10 - 20 l inhoud, vastgenaaid aan een stalen rand welke aan de bovenkant mesvormig is afgewerkt, en welke is bevestigd aan een stok ter lengte van 3 - 5 m.

De baggerman legt de stok over de schouder en trekt de zak over de bodem vol, om hem dan te ledigen in zijn vlet of op de wal.

Hij kan daarbij per dag ongeveer 6-8 m³ min of meer vaste specie verzetten.

In zachte veengrond kan ongeveer de dubbele hoeveelheid worden verzet.

Is de grond hard, dan wordt de baggerbeugel wel door 2 man samen gehanteerd, en gebruikt men inplaats van een zak, ook wel een soort stalen schop.

Baggerschop De baggerschop of - emmer past men soms toe indien men een sleuf moet baggeren (b.v. voor zinkers). Zo'n baggerschop heeft een inhoud van 30-80 l. Het voorttrekken over de bodem en het ophalen geschiedt mechanisch door middel van een lier. Ook de kleine zandschipper op de bovenrivier bedient zich nog wel van dit werktuig, dat dan door middel van giek en windwerk over de bodem wordt getrokken en opgehaald. De baggerschop wordt echter met de hand gestuurd. (fig.30)

Zakboor. Moet men grond verwijderen uit een put of uit een ring van een putten fundering, dan gebruikt men wel de zakboor. Deze bestaat uit een stalen ring waaraan een zak is bevestigd. Deze ring wordt met een stok met stalen punt in de grond geplaatst en met behulp van een dwarsstok rondgedraaid, waarbij de zak wordt gevuld.

Boezemschop De boezemschop gebruikt men b.v. bij het met de hand lossen van een vletje baggerspecie. Dit zijn houten schoppen

met opstaande randen.

Par. II-2 Machinaal werk.

Par. II-2.1 Werktuigen en werkwijze.

Men onderscheidt hierbij de schepwerktuigen en de zuigwerktuigen.

De voornaamste schepwerktuigen zijn de emmerbaggermolen, de grijper, de dipper-dredger en de elevator.

De voornaamste zuigwerktuigen zijn de bodem- of profielzuiger en de bakken- of perszuiger.

Schepwerk-
tuigen
Emmerbagger-
molen.

De emmerbaggermolen wordt toegepast daar waar men een zuiver profiel wenst te baggeren. Speciaal ziet men dit werktuig toepassen bij het op diepte houden van waterlopen en van havens, en voor het graven van kanalen en grote funderingsputten. Vrijwel alle grondsoorten kunnen ermede worden verwerkt.

Deze emmerbaggermolen is de technische vervolmaking van de moddermolen, welke reeds omstreeks het jaar 1500 in de havens van Amsterdam en Antwerpen werd toegepast.

Met de moddermolen (fig. 31), welke aanvankelijk door middel van een stelsel van assen en kamwielen met de hand, en later door paarden in een tredmolen werd aangedreven, kon men alleen slappe specie baggeren, welke dan in een goot omhoog werd geschoven door aan een ketting zonder eind verbonden schotten. Vooral bij grote waterdiepte moest men hierbij rekenen op veel morsgrond. De capaciteit van deze moddermolens was uiteraard vrij klein. Toen de stoom als energiebron en het staal als bouw materiaal ter beschikking kwamen ontstond de emmerbaggermolen, zoals wij die thans kennen. Men was toen in staat om ook in hardere grondslag te baggeren, en doordat men de draairichting van de ketting wijzigde, kon men bij baggeren in stilstaand water het morsen van grond beperken, en verkreeg men het voordeel van een gemakkelijke lossing van de grond uit de emmers. Eigenlijk betekende de verschijning van de emmerbaggermolen een ware revolutie in de waterbouwkunde, daar het probleem van aanslibbende rivierarmen en havens, waarvoor men tot dusver eigenlijk geen oplossing wist, plotseling oplosbaar werd.

Schematisch is de emmerbaggermolen weergegeven in fig. 32, waarin de namen van de belangrijkste onderdelen zijn

vermeld.

Het vaartuig heeft in de regel geen eigen stuwkracht, zodat een sleepboot nodig is voor het vervoeren van een baggermolen.

Moet men buitengaats baggeren in oorden waar men rekening moet houden met plotseling sterk toenemende wind, dan geeft men wel de voorkeur aan baggermolens met eigen stuwkracht. In dat geval zit de hierna te noemen beun in de achterzijde van het vaartuig.

Een bijkomend voordeel van de molen met eigen stuwkracht is dat men geen sleepboot nodig heeft voor de voortbeweging, wat vooral bij grote transporten naar het buitenland een belangrijke besparing betekent.

Het komt nogal eens voor dat de baggermolens met eigen stuwkracht als "hopper" zijn uitgevoerd, d.w.z. dat zij een eigen laadruimte hebben voor de opgebaggerde specie. Deze molen werkt dus zonder sleepboot en bakken.

Indien het vaartuig als onderlosser is ingericht, of als een inrichting aanwezig is om het eigen laadruim leeg te zuigen en de specie door een persleiding weg te persen, dan is de molen een geheel zelfstandig werkende machine. Baggermolens met eigen stuwkracht (ev. uitgevoerd als hopper) vinden in hoofdzaak toepassing in gevallen waarin men in afgelegen oorden een betrekkelijk geringe hoeveelheid grond moet verzetten, zodat de aan- en afvoerkosten hierop niet onevenredig zwaarbehoeven te drukken. De molens voor de binnenwateren zijn in 't algemeen rank en licht, hebben een geringe breedte, terwijl i.v.m. de doorvaarthoogte de bok dikwijls gedemonteerd of gestreken kan worden. De zeewaardige baggermolens hebben daarentegen zware afmetingen, terwijl er logiesgelegenheid voor het personeel moet zijn.

De emmerladder loopt door een insnijding (breed 1 à 2 m) in het midden van het vaartuig. Deze insnijding wordt de beun of bun genoemd. Midden op het vaartuig staat de hoofdbok, bestaande uit een stalen portaal, waarop de emmerladder scharnierend rust. Aan de onderzijde is de emmerladder opgehangen aan de ladderbok, die nabij de voorsteven op het schip staat. Om grote moeilijkheden in geval van draadbreek te voorkomen zijn de nodige borgkabels aanwezig. De emmerladder dient ter geleiding van de emmerketting; dit is een ketting zonder eind, waarop

de emmers en de tussenschalmen zijn bevestigd. Aan de bovenkant van de ladder loopt de emmerketting over een vijfhoekige trommel (vijfkant of bonkelaar), welke wordt aangedreven; aan de onderzijde over een zeskant, en verder over de op de emmerladder bevestigde geleiderollen. De onder- en boventrommel geeft men een ongelijk aantal zijden om het optreden van gelijktijdige stoten bij het zich om het draaipunt bewegen van de emmers zoveel mogelijk te voorkomen.

Het aantal emmers bedraagt doorgaans 30 à 40 stuks.

De inhoud der emmers varieert met de capaciteit van de molen.

Een molen met 150 l. emmers behoort tot de kleine molens, hoewel er ook molentjes zijn met emmers van 20 l. Een molen met 600 l. emmers behoort tot de grote molens. De grootste hebben echter wel emmers van 1200 l.

Molens met 400 l. emmers zijn wel het meest gangbaar voor werk van behoorlijke omvang. De emmers zijn van gietstaal of van geconstrueerd plaatstaal met verwisselbare randen van speciaal gehard staal.

De emmer loopt naar beneden kegelvormig toe, waardoor de grond er bij het kantelen van de emmer om het vijfkant gemakkelijk uitvalt. (fig. 33).

Als de emmers om het zeskant draaien, scheppen zij zichzelf vol. Daartoe worden ze tegen de te baggeren grond aangedrukt door middel van de diverse lieren aan dek, waarmede het gehele vaartuig door middel van staaldraden en kettingen aan ankers vastligt. Als de emmers om het vijfkant kantelen storten zij hun inhoud in de stortbak. Aan die stortbak zijn twee onder 30-35° hellende stortgoten bevestigd, één rechts en één links (soms naar achteren). Door het bewegen van een klep kan men deze stortgoten beurtelings gebruiken. Zij voeren de gebaggerde specie af naar het transportmiddel. Voor het geval de specie door zijn eigen gewicht niet door de goten zou glijden, treft men bovenin de bok soms een spuitinstallatie aan, waarmede men met een waterstraal de specie uit de goten los kan spuiten. Bij speciale grindwinningsbedrijven zijn de goten geperforeerd, waardoor het zand wegloopt, en men schone grind overhoudt.

Teneinde de emmers zo goed mogelijk te vullen moet er naar worden gestreefd dat de ladder onder ongeveer 45°

helt. Ook prefereert men (als dat tenminste mogelijk is) het baggeren tegen de stroom in. Daarbij wordt de morsgrond gedeeltelijk in de emmers gevoerd, terwijl men met de boegdraad dan het schip het best onder contrôle kan houden. Teneinde op grotere diepte baggerend toch de helling van de emmerladder van 45° zoveel mogelijk te kunnen benaderen, kan men bij sommige molens de emmerladder langs de hoofdbok naar beneden laten zakken. Daartoe is het mogelijk het ophang(scharnier)punt in diverse standen vast te maken. Soms ligt het laagst mogelijke draaipunt ongeveer gelijk met het scheepsdek. Omdat de emmerketting tussen de bovenste geleidingsrol van de emmerladder en het vijfkant steun moet hebben heeft men een zgn. hulpladder aangebracht, waarvan het bovendraaipunt zich zo dicht mogelijk bij het vijfkant bevindt en die met het beneden eind op de hoofdladder rust. Op die hulpladder zijn weer geleidingsrollen gemonteerd die de emmerketting steunen (fig. 34). Ook bij zeer ondiep baggeren, dus bij een zeer flauwe helling van de ladder, zou de emmerketting zonder hulpladder te weinig steun vinden (fig. 35). Als aandrijfkracht heeft de stoom zich goed kunnen handhaven. Wel ziet men kleine molens wel eens uitgerust met een verbrandingsmotor en ziet men de diesel-electrische aandrijving meer toegepast, doch in de regel voorziet een stoommachine in de aandrijving van de as van het vijfkant en van de diverse ankerklieren. De aandrijving van het vijfkant geschiedt via een riemoverbrenging, welke het voordeel biedt dat hij bij plotseling optredende zware belastingen slipt, waardoor aan het mechanisme van de aandrijfmachine geen schade wordt toegebracht. Voordelen van de stoommachine zijn, dat deze bedrijfszeker is, dat ev. mankementen op eenvoudige wijze te verhelpen zijn, dat goed stoten in de belasting worden opgenomen zonder dat de machine stilvalt, en dat het toerental laag is waardoor de overbrenging eenvoudig kan zijn. Voordeel van een diesel-electrische aandrijving is de geringe ruimte die nodig is voor de machines en voor de opslag van water en brandstof. Over de werkwijze van de emmerbaggermolen het volgende. In fig. 36 ziet men schematisch aangegeven op welke wijze de molen is verankerd, nl. door middel van een voor- of boeganker, een achteranker en twee x twee zijankers. Bovendien past men nog een tweede achteranker toe als men in bepaalde omstandigheden met de stroom mee moet baggeren. Door het opwinden van de zijkettingen aan de ene zijde en het vieren van de zijkettingen aan de andere zijde van de molen, beweegt men de molen loodrecht op zijn lengte-as heen en weer. Heeft men de kant van de te

baggeren geul bereikt, dan windt men de boegdraad iets op (onder gelijktijdig bijvieren van de achterdraad), waardoor de molen een nieuwe "snee" gaat baggeren. Dit zijdelings verhalen geschiedt met een snelheid welke, al naar gelang van de stugheid van de te baggeren grond, varieert tussen 0,5 en 4 m/min. De molen beschrijft dus cirkelbogen om het boeganker. De boegdraad en één zijketting moeten steeds strak staan om de emmers tegen de te baggeren snede te drukken. Om ongunstige belasting van de zijverankering te voorkomen, maakt men deze boegdraad zo lang mogelijk, liefst minimum 150 m. Om te voorkomen dat de boegdraad over de grond sleept en het draaipunt daardoor tot veel dichterbij de molen zou worden verplaatst, legt men halverwege de boegdraad het zgn. boegbakje, dat is een plaatstalen ponton dat dient ter ondersteuning van de boegdraad. Indien men enige malen met de molen heen en weer heeft gebaggerd, dienen de zijankers te worden verplaatst, omdat anders de boegdraad onnodig zwaar zou worden belast. Om het verplaatsen der zijankers zoveel mogelijk te beperken, is men geneigd om ook de zijankers zo lang mogelijk te maken. Dan zijn het echter dikwijls de belangen van de scheepvaart die hieraan paal en perk stellen. Voor het lichten van de ankers gebruikt men de ankerzaak, een roeiboort bemand met 3-4 man. Voor een molen met emmers van 400-800 l. bedraagt het gewicht der zijankers 300-600 kg, van het boeganker >1000 kg. Het lichten en verleggen van deze ankers moet daarbij met de sleepboot geschieden. In stilstaand water legt men de molen zoals dat voor het werk en voor de scheepvaart het beste uitkomt. In stromend water kiest men de baggerrichting tegen de stroom in, om reeds vermelde redenen. Dit geeft moeilijkheden in het geval dat men met getijstroom te maken heeft, die periodiek van richting veranderen. Theoretisch zou men de molens telkens om kunnen draaien, doch deze manoeuvre is tijdrovend en kostbaar. Daarom baggert men tegen de langstdurende stroom (op onze benedenrivieren de ebstroom) in. Met vloed baggert men nog even door, doch als deze sterk wordt legt men de molen tijdelijk stil (het zgn. "tijstoppen") of werkt men door met een tweede achteranker (vloedanker). Men dient er dan rekening mee te houden dat men veel grond morst. De breedte van de te baggeren geul bedraagt (als de scheepvaart dat toelaat) 60-80 m (voor een molen van 400-600 l). Grotere breedte is niet toelaatbaar wegens de dan optredende krachten in de zijverankering.

De diepte waarop men kan baggeren is in het algemeen.

theoretisch niet begrensd. Om praktische redenen is deze diepte echter beperkt omdat anders alles veel te zwaar zou moeten worden geconstrueerd, wat weer grote moeilijkheden geeft bij reparatie en vervanging van onderdelen. Practisch beperkt men de baggerdiepte tot 20 m. Voor bijzondere gevallen construeert men wel molens met een grotere baggerdiepte (Maastunnel 36 m). De **dikte** van de snee kiest men in de regel zo, dat het draaipunt van het zeskant iets boven de te baggeren grond reikt. Neemt men de snee dunner, dan vullen de emmers zich niet voldoende. Neemt men de snee dikker, dan valt er veel grond op de emmers en heeft men veel mors. In slappe grond wijkt men van deze regel af, zodat men voor grote molens wel werkt met een sneedikte van 3-4 m. De optredende mors heeft dan een dikte van 10-50 cm. De afstand waarover men de molen met de boegdraad telkens vooruittrekt wordt ongeveer gelijk genomen aan de straal van de ingeschreven cirkel van het zeskant. De snelheid van de emmerketting (aangegeven door het aantal emmers dat per minuut het vijfkant passeert) hangt samen met de samenstelling van de baggerspecie. Voor fijn zand rekent men op 17-19 emmers per minuut, voor klei op 14-15 emmers per minuut. Indien de waterstand zich tijdens het baggeren wijzigt (b.v. in sterke mate bij baggeren in zeehavens en benedenrivieren), dan moet men telkens de emmerladder in hoogte verstellen om een vlakke bodem te baggeren. In de regel plaatst men daartoe nabij de molen een hulppeilschaal, zodat men op elk ogenblik de waterstand kan aflezen. Het verstellen van de ladder krijgt men ook bij het baggeren van taluds. Men kiest daarbij een betrekkelijk kleine sneedikte en baggert trapjes. Door de stroom vormt zich dan langzamerhand het gewenste talud.

Voor het baggeren buitengaats dient men zeewaardige molens te gebruiken. Dit wil echter niet zeggen dat die molens onder alle omstandigheden kunnen baggeren. Zo is het baggeren bij een lange deining gevaarlijk omdat de op- en neerwaartse bewegingen van het schip grote belastingen op kunnen treden op de emmerladder, die te stijf aan het schip is geconstrueerd om deze te kunnen opnemen.

Een korte golfslag is voor het baggeren zelf niet zo erg, maar dan geeft het manoeuvreren met de bakken nogal moeilijkheden. Om beschadigingen te voorkomen kan men beter stoppen als de golven een hoogte verkrijgen van 70-100 cm.

grijper.

De grijper, die vroeger in hoofdzaak werd gebruikt voor de overslag van kolen, graan, e.d. in drukke havens, is later ook in de waterbouw een belangrijk werktuig geworden.

In verband met de t.o.v. baggermolen en zuiger lage capaciteit past men de grijper nooit toe voor het baggeren van vaargeulen e.d., echter wel op die plaatsen waar men met de baggermolen niet kan komen, waar men met de zuiger onderloopsheid zou kunnen veroorzaken, en waar de te ontgraven bodem een dusdanig ongelijk oppervlak heeft dat men met andere graafwerktuigen moeilijk aan te pas kan komen.

In de regel is de grijper opgehangen aan een kraan. Bij de kleine kranen, die in de regel verrijdbaar zijn gemonteerd op zolderbakken van 100-200 ton, past men grijpers toe met een inhoud van ca. $0,5 \text{ m}^3$.

Deze vaartuigen hebben een geringe diepgang, zodat men er allerlei moeilijk bereikbare plaatsen mee kan benaderen.

Bij de grote kranen, welke verrijdbaar zijn gemonteerd op speciale zeewaardige pontons met afmetingen van b.v. 14 m breedte en 40 m lengte, past men grijpers toe met een inhoud van $1,5 - 3,5 \text{ m}^3$ (fig. 37). Teneinde een starre verankering te verkrijgen legt men het vaartuig dikwijls vast door middel van een tweetal spudpalen. Op deze wijze van verankering wordt later nog teruggekomen. De kranen kunnen 360° draaien en hebben een verstelbare vlucht van 10-20 m.

Op grote schaal zijn deze grijperkranen bij de Zuiderzeewerken toegepast voor het lossen van keileem en klei uit elevatorbakken, en het deponeren daarvan in het toekomstig dijkslichaam. Omdat men op deze wijze de specie dikwijls nog niet geheel op zijn plaats kon krijgen, construeerde men eerst een zgn. lange-arm-kraan, waarbij een grijper met een inhoud van $1,5 \text{ m}^3$ aan een 27 m lange arm hangt; en daarna de zgn. kei-

leemtransporteur, waarbij een grijper met 3 m^3 inhoud aan een loopkat hangt, welke zich over een 35 m lange railbaan kan verplaatsen. De grijpers treft men aan in geklonken en in gelaste uitvoering. Deze laatste zijn bij eenzelfde inhoud aanmerkelijk lichter in gewicht.

Grijpers welke moeten werken in slappe grond zijn van dun plaatstaal geconstrueerd. Deze vullen zich nl. gemakkelijk. Moet er in vaste grond gegraven worden, dan kan de grijper zich alleen voldoende vullen als hij zo zwaar is dat hij door het vallen in de grond dringt. Deze grijpers worden van dik plaatstaal geconstrueerd.

~~Dipper-dred-er~~ De dipper-dredger (fig. 38) werkt op soortgelijke wijze als de lepelbagger. (zie par. 1 - 2.1 "mechanische schop"). Het vaartuig is ook weer verankerd door middel van twee spudpalen. Het graafwerktuig is een soort bak of lepel die met een steel langs een kraanarm voor- en achteruit wordt bewogen. Dit werktuig vindt hier te lande geen toepassing. In Amerika wordt het veelal gebruikt voor het verwijderen van rotsgrond, mergel en andere zeer harde grondsoorten. Men treft ze aan met een lepelinhoud van 15 m^3 .

~~Elevator~~ De elevator is een graafwerktuig dat veel gelijkenis vertoont met de emmerbaggermolen, en dat dikwijls als schakel fungeert in het transport van in den natte ontgraven grond.

Dit werktuig graaft nl. de grond uit bakken die door een baggermolen of een zuiger zijn gevuld, en brengt de grond via een vloeigoot of een transportband in de trechter, of zo mogelijk direct op zijn plaats. De elevator is soms vast of beweegbaar op rails op de wal opgesteld.

Dit kan alleen bij een vrij constante waterstand. Ook kan de elevator op een ponton zijn opgesteld met de graaf-richting loodrecht op de langsrichting van de te lossen bak.

Hij heet dan dwarselevator of Jacobs ladder. (fig 39).

Daarbij hangt de elevator ongeveer in het midden met een draaipunt in een hoofdbok, en de vloeigoot aan staaldraden aan de vloeigootbok.

In verband met de doorvaartbreedte kan men de elevator soms 90° draaien, zodat hij in de lengterichting van het ponton komt te staan. Deze dwarselevatoren hebben een

maximum emmerinhoud van 40 l., daar ze anders topzwaar dreigen te worden.

Meer modern is de langselevator (fig. 40), welke rust in een bok welke op een tweetal stalen pontons is opgesteld, waartussen de te lossen bak kan worden gemeerd. De graafrichting is hier dus evenwijdig aan de lengterichting van de te lossen bak. Dit werktuig is veel stabielier, zodat men emmerinhoud en ev. transportband groter afmetingen kan geven. (b.v. emmerinhoud 280 l en lengte transportband 25 m).

Ook hierbij zijn dikwijls voorzieningen aanwezig om doorvaarthoogte en -breedte te verkleinen. Van de emmerladder, waarop de emmerketting steunt, kan men het benedengedeelte optrekken om de te ontgraven bak eronder te laten varen. In tegenstelling met de baggermolen is hier het vijfkant aan de ladder zelf verbonden.

De vorm van de emmers is anders dan die van de emmerbaggermolen. Daarbij zijn de emmers van onderen smaller om te voorkomen dat de gehele zijkant van de emmer tegen de te ontgraven grond wordt gedrukt.

Bij de elevator gebeurt dat niet, zodat de emmer over de gehele hoogte dezelfde doorsnede heeft. De breedte is iets smaller dan de smalste elevatorbak welke in combinatie met de elevator wordt gebruikt.

De vorm van de elevatorbak is ook weer aangepast aan de soort elevator (rechthoekige bak voor langselevator; bak met schuine zijwanden voor dwarselevator).

Indien er een transportband aan de elevator is verbonden, dan wordt deze aangedreven via het vijfkant van de elevator.

Soms is een spoelinrichting aanwezig om de stortgoot door te spoelen met water.

Daar de elevator onderworpen is aan een vrij regelmatige belasting kan de constructie veel lichter zijn dan die van de baggermolen. Bovendien kan men daardoor de aandrijving doen geschieden door een verbrandingsmotor (meestal diesel), die lichter is en minder plaats inneemt dan een stoommachine. Men drijft de elevator ook wel electrisch aan. Voor het lossen van bakken met zand is de elevator verdrongen door de bakkenzuiger. Echter in alle gevallen dat de specie zo droog mogelijk moet blijven is

de elevator het aangewezen werktuig. De noodzaak om met zo droog mogelijke specie te werken komt bv. voor bij het opbrengen van een laag cultuurgrond, bij het uitvoeren van aanvullingen die in meer vloeibare vorm te zware belastingen zouden kunnen veroorzaken, bij aansluitend vervoer per as, enz.

Zuigwerktuigen

Indien de grond weinig samenhangend is, zoals b.v. zand en slib, gaat men over tot de toepassing van de zuigwerktuigen. Indien bijzondere voorzieningen getroffen worden is het echter ook mogelijk om meer samenhangende grondsoorten te zuigen, hetgeen ook uit het vervolg zal blijken. Het principe berust hierop dat men de grond, gemengd met water in een verhouding van 1 op 4 à 6 opzuigt doordat men een zuigbuis op of in de te ontgraven grondlaag laat hangen. Al zuigende, ontstaat bij de mond van de zuigbuis een drukverlaging, waardoor het water-grondmengsel toestroomt, en omhoog wordt gezogen. Hierdoor wordt het evenwicht in de grondlaag verstoord, de lagen schuiven af, vloeien bij en worden eveneens opgezogen. Langzamerhand ontstaat er een evenwichtstoestand, zodat geen nieuw water-grondmengsel meer toestroomt. De zuigbuis moet dan verplaatst worden. In verband met de bij het zuigen optredende afschuivingen is het niet zonder gevaar om te zuigen in de nabijheid van kademuren en steigers. Het opgezogen mengsel wordt bij de verschillende soorten zuigers op verschillende wijze afgevoerd. Daar de belasting bij de zuiger minder wisselend is dan bij de baggermolen is geen stoomaandrijving vereist. Behalve de dieselmotor en de stoommachine als aandrijvingsinrichting ziet men op de moderne zuigers ook wel een diesel-electrische installatie toegepast. De voordelen van de zuiger t.o.v. de baggermolen zijn: grote zuigdiepte; mogelijkheid van werken in beperkte ruimte; grotere productie bij lagere kosten; levert zuiverder zand dan baggermolen (zand wordt als 't ware gewassen); grotere transportmogelijkheden. (kan ev. persen). Nadelen zijn: de grondspecie moet meer aan bepaalde eisen voldoen dan bij de baggermolen; men zuigt geen vlakke bodem; het opgebrachte materiaal is natter (dus zwaarder, dus hogere transportkosten); niet economisch voor verwijdering van dunne lagen. Bekijken we achtereenvolgens

de diverse typen zuigers:

Bodem- of profielzuiger. De bodem- of profielzuiger (fig. 41) bestaat uit een schip dat veel gelijkenis vertoont met het schip van de baggermolen.

De voornaamste werktuigen zijn de zuigbuis, de zand- of modderpomp met aandrijfinrichting, en de persbuis. De zuigbuis, die in een middenbun of ook wel langs zij van het schip hangt, is van staal en heeft een diameter die, al naar gelang van de grootte van de zuiger, varieert tussen 0,20 en 0,75 m. Om verstopping te voorkomen is de mond van de zuigbuis voorzien van dwarsschotjes. De koppeling zuigbuis-zandpomp bestaat uit een manchet ter lengte van $2\frac{1}{2}$ x de buisdiameter. Die manchet bestaat uit verschillende lagen canvas en rubber, versterkt door stalen banden. Deze manchet laat enige beweging toe in de koppeling. Tussen dit manchet en de zandpomp zijn een afsluiter en een zgn. steenkist aangebracht (fig. 42). Die steenkist bestaat uit een verwijding in de zuigleiding, waarin stenen, boomwortels enz. die opgezogen zijn maar niet in de pomp mogen komen, neerslaan. Van tijd tot tijd worden deze voorwerpen uit de steenkist verwijderd door een luchtdicht afsluitbare deur.

De zuigbuis is nabij het vooreinde met kabels en een lier opgehangen aan een bok op het voorschip. Hiermede wordt de zuigdiepte geregeld, en kan de zuigbuis tijdens het varen of voor reparatie geheel boven water gehesen worden. Bij verandering van de helling van de zuigbuis rolt het boveinde van de ladder met een wagentje over rails welke zijn aangebracht op de binnenkant van de bun. De stand van deze rolwagen geeft dus een zuivere maat voor de diepte waarop de mond van de zuigbuis zich bevindt. Als de ladder verticaal hangt, dan is de maximum zuigdiepte bereikt. De zuigbuis helt dan gewoonlijk onder ca. 45° . Bij grote zuigers is de zuigbuis beschermd door een er omheengebouwd stalen ruimtevakwerk (zie ook bij "cutterzuiger"). De zand- of modderpomp wordt zo laag mogelijk opgesteld, zodat bij het aanzetten van de pomp geen vacuum behoeft te worden gezogen. De pomp bestaat uit een huis waarin een drie of vierbladige open of gesloten waaijer het water-grond-mengsel opzuigt. (fig. 43). Uiteraard zijn voering en bladen van huis en waaijer aan zware

slijtage onderhevig. Daartoe zijn deze voorzien van ver-
 vangbare gehardstalen platen. Van de pomp komt de specie
 in de persbuis, die een verticale stand heeft, zich van
 boven splitst in twee horizontale buizen met afsluiters,
 waardoor de specie naar verkiezing via bakboord en/of
 stuurboord kan worden afgevoerd naar de zand- of modderbak
 (fig.44). Om te voorkomen dat de specie de persbuis in een
 geconcentreerde straal verlaat (wat nadelig zou zijn voor
 de bezinking) voorziet men het einde van de persbuis van
 een T-vormig spruitstuk met aan de onderkant sleuven, waar-
 door het water-grondmengsel vrij rustig in de bak loopt.
 Inplaats van de specie in bakken of onderlossers te persen
 hebben deze zuigers ook wel eens een persleiding waarmede
 de specie direct naar de voor haar bestemde plaats wordt
 vervoerd. Zo'n persleiding heeft het voordeel dat de zui-
 ger permanent productief kan werken en dat men geen sleep-
 boten en bakken nodig heeft voor het transport van de op-
 gezogen specie.

In geval van sterke stroming, golfslag en getijbeweging
 treden allerlei bezwaren op, waarmede terdege rekening
 moet worden gehouden. Ook is een drijvende persleiding
 in vele gevallen hinderlijk voor de scheepvaart. Het
 principe van de werkwijze is hier voor reeds uiteengezet.
 De grond die door de profielzuiger kan worden gezogen
 moet bestaan uit zand of lichte grond. Het passeren van
 een dunne kleilaag levert over het algemeen ook geen be-
 zwaar op. Men zuigt dan het zand onder die kleilaag weg.
 Daarbij dient men er echter op te letten dat het inzakken
 van de kleilaag gevaar voor beschadiging van de zuigbuis
 met zich brengt.

Tijdens het zuigen wordt de zuiger aan een boegdraad
 tegen de stroom in langzaam vooruit getrokken, zodat er
 een voor in de bodem ontstaat. Is men aan het einde van
 zo'n voor gekomen, dan haalt men de zuiger terug en opzij,
 en zuigt een nieuwe voor naast de eerste, enz.

De verankering bestaat uit een voor- en een achteranker
 benevens enige zijankers die resp. aan de voor- en ach-
 terzijanten van het schip zijn bevestigd.

Voor de boegdraad (verbinding aan vooranker) is, i.v.m.
 de functie hiervan geen boegbakje nodig, zoals bij de bag-
 germolen. Aan de kleur van het water-zandmengsel en/of
 aan de vacuummeter welke is aangesloten op de zuigzijde

van de zandpomp ziet de molenbaas of de samenstelling van het mengsel goed is. Is de kleur te licht of het vacuum te laag, dan laat hij de zuigbuis zakken, of, als de diepte reeds groot genoeg is, haalt hij de zuiger iets vooruit, waardoor het mengsel weer rijker wordt. Wordt het vacuum daarentegen te hoog of de kleur te donker, dan haalt hij de zuiger meestal liever iets achteruit dan de zuigbuis te lichten, daar daardoor gevaar voor breuk van de zuigbuis zou kunnen ontstaan. In kanalen is het resultaat, een bodem met voren, weinig bevredigend. Men moet òf met een baggermolen het bodemoppervlak afwerken, òf met de zuiger zo diep zuigen, dat de ondiepste plaatsen nog diep genoeg zijn. Dit kan bezwaarlijk zijn voor de boordvoorzieningen van dat kanaal. In rivieren, of in 't algemeen in stromend water, wordt de bodem op de duur wel door de stroom afgevlakt. Een zuiger heeft minder last van golfslag en deining dan een baggermolen. Dit geeft echter weinig voordeel, omdat het moment van stoppen wordt bepaald door de mogelijkheid om zonder gevaar voor averij de bakken langs zij te krijgen. (golfhoogte 0.70 - 1 m.)

opperzuiger. Het is duidelijk dat dit stopliggen wegens deining zeer kostbaar is. Daarom heeft men voor het uitvoeren van zuigwerk buitengaats, de hopperzuiger geconstrueerd. Deze heeft een eigen laadruim (tot ca. 1500 m³), en voert en lost zijn eigen specie. Dat lossen vindt plaats òf door het openen van bodemkleppen, òf doordat de hopper zijn eigen laadruim leegzuigt. Eisen waaraan een hopperzuiger moet voldoen, zijn 1^o dat het schip zeewaardig is en 2^o dat een vrij grote vaarsnelheid kan worden ontwikkeld. Aangezien een middenbun de vorm van het schip ongunstig zou maken, heeft men de zuigbuis in de regel langs zij hangen. Als men vaart is de zuigbuis boven water getrokken, en kan dan soms in het gangboord worden gelegd.

In verband met deze bouw treft men geen zuigbuisladder aan. Daarom wordt de zuigbuis zwaarder geconstrueerd, en bovendien ook wel uitgevoerd in twee gedeelten (verbonden door gummizak) om de kans op breuk bij sterke deining te verminderen (fig.45).

Voor het lossen der specie in diep water door middel van

onderlossing opent men eenvoudig de bodemkleppen. In verband met het feit dat de hopperzuiger zijn eigen ruim leeg moet kunnen zuigen indien aangesloten wordt op een persleiding, zijn deze bodemkleppen dubbel uitgevoerd. (fig. 46). De bovenste kleppen (max.lengte 2 m) kan men met handwielen openen.

Tussen de bovenste en onderste kleppen worden twee kanalen gevormd, welke men in verbinding kan brengen met het buitenwater. Aan het achtereinde is een zandpomp opgesteld. Moet de lading opgezogen en weggeperst worden, dan opent men enige bovenkleppen. De lading zakt in het zuigkanaal, waaruit ze wordt opgezogen en weggeperst. Zo werkt men langzaam verder door steeds meer bovenkleppen te openen.

Voor zandwinning ziet men wel kleine hopperzuigers toepassen met een inhoud van 100-400 m³. Deze lossen hun zand in de regel met giek en emmer in een trechter. Daartoe moet het zand zo droog mogelijk zijn, wat men bereikt door het aanbrengen van een drainagesysteem in het schip. De werkwijze van de hopperzuiger is vrij eenvoudig. Het aantal ankers wordt zoveel mogelijk beperkt, omdat men de ankerdraden telkens los en vast zou moeten maken als de hopper wegvaart en terugkeert. In de regel werkt men met twee voorankers, terwijl men i.v.m. zijwind soms nog een zijanker toepast. De juiste richting houdt men met het roer van het schip. Ook hier werkt men tegen de stroom in. De lengte van de langssnede wordt zodanig gekozen dat deze overeenkomst met één lading. Door middel van een boei vindt men telkens de plaats van zuiging terug.

Slibzuiger.

In het buitenland ziet men op plaatsen waar de te zuigen specie zacht is, de slibzuiger wel toepassen. (fig. 47). Deze zuiger heeft een middenbun of de zuigbuis (buizen) aan één of twee kanten langs zij. Deze schepen hebben een eigen laadruim (tot ca. 1500 m³). De zuigkop van de zuigbuis wordt door de bovenste grondlaag getrokken. Het zuigen geschiedt geheel zonder verankering, al varende met een snelheid van 3-5 km/uur. Bij iets meer samenhangende grond is soms een apparaat aangebracht waarmede de grond voor de zuigkop losgewoeld wordt. Het voordeel van deze slibzuigers is de beweeglijkheid van het werktuig en het feit dat de scheepvaart niet gehinderd behoeft te worden met ankerdraden.

Cutterzuiger. Om ook sterk samenhangende grond als veen, klei en zelfs keileem te kunnen zuigen is men gekomen tot de cutterzuiger, die men in Amerika inplaats van de baggermolen ziet toepassen, doch die men ook hier te lande veel gebruikt. De werking van dit werktuig berust erop dat door middel van een snijkop (cutter) de grond wordt losgemaakt, die dan kan worden opgezogen. Die snijkop is gemonteerd op een draaiende as, die zijn steun vindt aan een kokerbalk, die om de zuigbuis heen is geconstrueerd (fig. 48). Men is tot deze stijve constructie gekomen omdat de normale slappe zuigbuis-ladder-constructie niet in staat is om de tijdens het zuigen optredende krachten op te nemen (zie werkwijze), en omdat de overbrenging van de beweging van de cutter ook een stijveligger vereist. De vorm van de snijkop is belangrijk; na allerlei experimenten heeft men enkele vormen (schoepen, messen, enz.) gevonden die elk voor een bepaalde grondsoort een goede opbrengst mogelijk maken. Uiteraard bestaat er grote kans op beschadiging van de snijkop als de bodem stenen bevat. (in dat geval kan men beter baggeren). De cutterzuiger werkt haast altijd in combinatie met een persleiding. De werkwijze van de cutterzuiger lijkt veel op die van de baggermolen. Hij zwaait op dezelfde wijze heen en weer. Verschillend is de wijze van voortbewegen. Dit geschiedt bij de cutterzuiger niet met behulp van de boegdraad, doch met behulp van spudpalen (fig. 49). Dit zijn holle plaatstalen palen met een diameter van 50-80 cm en met een gewicht van 8-16 ton, die men door hun eigen gewicht in de bodem kan laten zakken. Steeds is er één paal opgetrokken. Het schip draait dus om de vaste spudpaal, terwijl door middel van twee zijankers de zijwaartse beweging wordt beheerst. Het bezwaar van deze wijze van werken is dat er bij iedere "stap" een strook grond blijft zitten. Dit kan worden voorkomen door toepassing van de zgn. paalwagen (fig. 50). Men heeft daarbij een smalle bun in het achterschip. Hierin bevindt zich een paal, welke is verbonden aan een op wielen gemonteerde wagen, die over rails loopt. Eerst staat de wagen aan het dichte einde van de bun. Na iedere zwenking wordt de paal van de wagen losgemaakt en het schip iets vooruit gehaald, waarna de verbinding wordt

hersteld, en de volgende snede kan worden gezogen. Als de paalwagen aan het open einde van de bun is gekomen, moet de paal worden getrokken, en naar voren worden verplaatst over een afstand die ongeveer gelijk is aan de lengte van de bun, enz. Om het schip gedurende dat verplaatsen vast te zetten, gebruikt men een aparte spudpaal, die men dan zolang in de grond zet.

Het voordeel van de cutterzuiger is dat geen voren worden gezogen, maar een effen profiel, omdat de zuigbuis overal komt.

De dikte van de snede is in de regel ongeveer gelijk aan de straal van de snijkop (voor grote zuigers 1,50 à 2 m). Inplaats van het lossnijden van de grond met een snijkop past men tegenwoordig ook wel een graafwiel met emmers toe ter weerszijden van de zuigbuis. De snijkop heeft nl. een bezwaar. Als deze rechtsom draait, dan komt de specie goed voor de mond van de zuigbuis als men het schip van links naar rechts beweegt. Beweegt men het echter van rechts naar links, dan krijgt men een opbrengst die $\pm 40\%$ lager is. Bij de zgn. schepradzuiger zorgen de graafwielen voor een constante productie.

De bakkenzuiger is een werktuig, dat, evenals de elevator, in de regel een schakel vormt in het transport van de gebaggerde of gezogene specie. Deze zuiger zuigt de grond uit de bakken, en perst de specie, meestal via een persleiding, naar de daarvoor bestemde plaats. De zuigbuis is dus zeer kort, de persbuis dikwijls zeer lang (tot 6 km).

Om het op te zuigen materiaal los te maken perst men met een waterpomp een geconcentreerde waterstraal in de bak. Een of twee zeer sterke zandpompen doen dan de rest (fig.51.)

Par. II - 2.2 Capaciteit en verbruik.

De capaciteit van de baggermolen wordt bepaald door de inhoud van de emmers, door de draaisnelheid van de emmerketting, door de vullingsgraad van de emmers en door de aard van het object dat wordt gebaggerd (draai-coëfficiënt), en door de uitlevering van de te baggeren grond. Het grondverzet wordt gemeenlijk uitgedrukt in m^3 vaste grond. Men verrekent de hoeveelheid gebaggerde grond met de aannemer "in profiel van herkomst", door het bereke-

schepradzuiger.

Bakkenzuiger

Baggermolen

nen van de theoretische inhoud van de gebaggerde schijf grond, welke wordt afgeleid uit voor en na het baggeren te verrichten peilingen. Moet men voor een bepaald baggerwerk een raming maken van de grootte van de capaciteit welke men denkt te kunnen halen, dan dient men eerst het type molen te kiezen dat zich voor dat werk het meest eigent.

Men lette dus op de baggerdiepte, op de breedte van de te baggeren geul, maar ook op de bereikbaarheid van het object. Dikwijls wordt het type molen nl. beperkt door de aanwezigheid van vaste bruggen.

Sommige kleine molens kunnen gedeeltelijk gedemonteerd worden om deze obstakels te passeren, doch meestal is dat niet het geval. Heeft men zijn keuze van molen bepaald, dan is dus de emmerinhoud bekend.

De draaisnelheid van de emmerketting is afhankelijk van de hoedanigheid van de te baggeren grond, en variëert, zoals reeds hiervoor werd vermeld, tussen 14 en 19 emmerlossingen per minuut. De draaisnelheid moet men dus taxeren aan de hand van bij vorige werken verkregen ervaring.

De vullingsgraad is afhankelijk van de grondsoort en van de baggerdiepte, zodat deze in twee coëfficiënten uiteenvalt, nl. i.v.m. de grondsoort (0,60 - 0,80 voor zand en 0,80 - 0,90 voor klei) en in verband met de baggerdiepte van de stand van de ladder. Uitgaand van een horizontaal bovenvlak van de baggerspecie in de emmer, kan men uit de tekening van de molen bij de toe te passen stand van de emmerladder de tweede coëfficiënt afleiden (bij helling van 45° is deze coëfficiënt = 1). De draaicoëfficiënt (dat is de verhouding tussen draaiuren en werkuren) is afhankelijk van de aard van het object, dus van de baggerdiepte, de breedte der te baggeren geul, de last van de scheepvaart, mogelijkheden van verankering en van de organisatie van het werk. Normaal komt deze coëfficiënt op 0,70 à 0,75.

Is de situatie abnormaal, dan dient men deze coëfficiënt door taxatie vast te stellen.

De uitlevering van bepaalde grond zal men ook door ervaring ongeveer kennen.

Berekent men aan de hand van deze gegevens de gemiddelde capaciteit in "losse" m^3 , dan vindt men voor een 400 l molen onder normale omstandigheden in kleigrond

$$Q_{\text{gem.}} = 17 \times 60 \times 0,400 \times 0,85 \times 0,9 \times 0,75 = \pm 234 \text{ m}^3/\text{uur.}$$

\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow
 draai-coëfficiënt
 coëff. vullingsgraad i.v.m baggerdiepte
 coëff. vullingsgraad i.v.m grondsoort
 inhoud v/d emmers
 aantal minuten/uur
 aantal emmers/min

terwijl men de maximum Q vindt als de draai-coëfficiënt en de vullingsgraad 1 zijn, n.l.

$$Q_{\text{max}} = 19 \times 60 \times 0,400 = 456 \text{ m}^3/\text{uur.}$$

Indien men de vuistregel toepast dat de uuropbrengst in m^3 van een molen gelijk is aan de emmerinhoud in liters (dus capaciteit van een 400 l.molen = $400 \text{ m}^3/\text{uur}$, enz.), dan moet men daarbij wel bedenken dat men dan een cijfer krijgt dat alleen onder zeer gunstige voorwaarden gehaald kan worden, en dat bovendien de losse m^3 aangeeft. Ter verkrijging van de te verrekenen hoeveelheid grond dient men dit getal dus nog te delen door de uitleveringscoëfficiënt. Soms komt het wel eens voor dat men bij emmerbreuk een schalm tussenplaatst. Men dient er dan rekening mede te houden dat de capaciteit hierdoor daalt (minder emmerlossingen per tijdseenheid).

Enige praktische capaciteits- en verbruikscijfers (gemiddelden over lange tijdvakken) vindt men in onderstaande tabel.

Emmerinhoud in liters	Baggerdiepte in meters	Grondsoort	Soort van het werk	Uuropbrengst in m^3 (los)	Verbruik per m^3 grond in kg kolen
15	2	klei en zand	onderh.polderv.	10	1,8
60	2	veen	grondverbetering wegeaanleg	30	1,-
100	6	klei en zand	aanleg kanaal	75	1,7
125	5	harde leem	bovenrivier	90	3,1
200	6	zand	bovenrivier	180	0,9
350	8	klei en veen	havenaanleg	320	0,4
400	5	fijn zand	zeearm	100	2,7
600	10	veen	benedenrivier	600	0,8
650	8	klei en veen	rivieromlegging	400	0,9
800	16	klei en veen	havenaanleg	500	0,9
800	23	zand	Maastunnel	240	1,5

Moet men een kostenraming maken van een bepaald baggerwerk, dan dient men zich behalve over de capaciteit van de molen te oriënteren omtrent de grootte van de bemanning van de molen en ev. van de transportmiddelen, de daaraan uit te betalen lonen en premies, de sociale lasten, kostgeld, reis- en verblijfkosten, de huur en verzekering van het materiëel, het verbruik van kolen, water en smeermiddelen, het onderhoud en de reparatie van het materiëel, enz. Het maken van een dergelijke kostenraming dient te geschieden door een geroutineerde kracht. Daarbij maakt men tevens met vrucht gebruik van de nacalculatie van reeds uitgevoerde soortgelijke werken.

Wat betreft de grootte van de bemanning verschaft de volgende tabel een overzicht.

Molen met emmerinhoud:	100 l.	200 l.	300 l.	400 l.	.500 l.	600 l.
molenbaas	1	1	1	1	1	1
2e molenbaas	1	1	1	1	1	1
dekknechten	1	2	2	2	3	3
machinist	1	1	1	1	1	1
2e machinist	-	-	-	-		1
stoker	-	} 1	1	1	} 3	1
kok	-		1	1		1
Bemanning	4 man	6 man	7 man	7 man	8 man	9 man

Wat betreft de huur van deze baggerwerktuigen gaat men gewoonlijk uit van een huuropbrengst per jaar van 15% van de nieuwbouwwaarde, omgeslagen over een werktijd van 30 weken per jaar. Overigens gelden de daarvoor bestemde huurvoorschriften.

Grijper

De capaciteit van de grijper hangt af van de grootte van de grijper, van de vullingsgraad en van de duur van een handeling grijpen t/m lossen en terugzwaaien. Onder gunstige omstandigheden kan men rekenen op 40 - 60 lossingen per uur en op volle grijpers, zodat de uurcapaciteit dan voor een grijper van 3 m³. wordt 120 - 180 m³/uur. De vullingsgraad en de duur van de handeling zijn ook sterk afhankelijk van de bedrevenheid van de machinist.

Elevator

De capaciteit van de elevator kan men op dezelfde wijze berekenen als bij de emmerbaggermolen. Bij de elevator

is echter de vullingsgraad practisch 100%, terwijl de draaisnelheid van de emmerketting 33 à 35 emmerlossingen per minuut bedraagt, tegenover 14 à 19 bij de baggermolen. Hierdoor is de capaciteit van de elevator practisch 2 maal zo hoog als van de emmerbaggermolen. Als combinatie kan men b.v. een elevator met emmers van 125 l. toepassen in combinatie met een emmerbaggermolen met emmers van 250 l. De sterkte van de verbrandingsmotor bedraagt in de regel evenveel P.K. als de emmerinhoud liters bedraagt.

Zuigers.

De capaciteit van de zandpomp van de diverse soorten zuigers is niet alleen afhankelijk van de grootte van de aandrijfkracht van die pomp, maar vooral ook van de samenstelling van het water-grondmengsel. Deze samenstelling hangt weer nauw samen met de geaardheid van de grond en met de zuigdiepte. Bij grove benadering kan men onder normale omstandigheden aanhouden voor grof zand een verhouding van 1 zand op 8 water; voor fijn zand een verhouding van 1 op 6; voor slib van 1 op 3.

Gemengde grond zuigt moeilijker dan zuiver zand, dus geeft een ongunstiger verhouding van het mengsel.

De grootste zuigers kunnen per uur 1500 - 2000 m³, zand zuigen op een diepte van 12 - 36 m. Bij de cutterzuigers is de zuigdiepte beperkt door de stijfheid van de ladder en door de lengte van de spudpalen. (lengte spudpalen 20 m. dan max. zuigdiepte b.v. 15 m.)

Het geven van absolute cijfers is dus onmogelijk. Onderstaande tabel dient alleen om enig inzicht in capaciteit en verbruik te geven.

Diameter zuig- buis in m.	Vermo- gen mach. in p.k.	Grondsoort	Capaciteit in m ³ /uur				Verbruik per m ³ grond		
			Ladend in bakken	Persend op de wal		Cap.	Kolen in kg	Ruwolie in kg.	Electr. in kwh.
				afstand in m.	pers- hoogte				
0,20	55	rivierzand		200	3	65		0,13	
0,20	55	duinzand		150	1	70		0,14	
0,30	200	scherpzand	300						
0,30	200	fijn zand met kleibanken		180	3	40	2,5		
0,40	250	grof rivierz.	300				1		
0,40	450	fijn zand		1200	2	220			1,1
0,40	250	grof zand		300	2	200			1
0,50	350	fijn zand	480				1		
0,55	400	zand en klei (cutter)		400	5	250	2		
0,60	400	scherp zand	500				1		
0,65	900	fijn zand		3000	8	800			

T.a.v. capaciteit en verbruik van bakkenzuigers kan worden opgemerkt, dat de cijfers voor de capaciteit een ongeveer gelijk beeld vertonen als bij de zuigers, terwijl het brandstof-verbruik gemiddeld iets hoger ligt.

I.v.m. de kostenraming treffe men in onderstaande staat aan een overzicht van de grootte van de bemanning van zuigers van verschillende capaciteit.

Zuiger met zuigbuisdiam:	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm
zuigbaas	1	1	1	1	1
2e zuigbaas	1	1	1	1	1
dekknechten	1	1	2	2	3
machinist	1	1	1	1	1
2e machinist				1	1
kok	1	1	1	1	1
stokers	1	1	2	2	3
Bemanning	6 man	6 man	8 man	9 man	11 man

Wat betreft de huur zij verwezen naar de opmerking over de huur van baggermolens.

Par. II - 2.3 Transportmiddelen.

Achtereenvolgens zullen worden besproken de vlet of schouw, de zolderbak, de elevatorbak, de onderlosser, de onderoplosser, de kraanbak, de sleepboot en de persleiding.

Vlet. De vlet of schouw dient voor het vervoer van een kleine hoeveelheid grond (meestal met de hand gebaggerd) over een kleine afstand. De laadruimte bedraagt 2 - 5 m³ bij een geringe diepgang.

Zolderbak De zolderbak is een vaartuig met een hooggelegen vloer zonder gangboorden. Langs de kanten kunnen ev. kantplancken worden gezet.

Het lossen van deze zolderbakken kan uiterst gemakkelijk met de hand gebeuren (ev. met behulp van kruiwagens). Bij de Zuiderzeewerken heeft men de zelflossende zolderbak of kantelbak toegepast (fig. 52). Door de afsluiter van de tank te openen maakt de bok slagzij, waardoor de lading eraf kan glijden. In lege toestand komt de tank boven de waterspiegel, het water loopt eruit, en men sluit de afsluiter. Een gebruikelijke maat is die met 100 ton waterverplaatsing. Leeg heeft deze bak een diepgang van slechts 0,40 m; geladen van \pm 1 m.

Elevatorbak De elevatorbak treft men aan met een inhoud wisselend tussen 40 en 500 m³ (fig. 53). Het vaartuig heeft een laadruim, dat dikwijls een trapeziumvormige doorsnede heeft, met aan beide zijden luchtkisten.

De lediging geschiedt door middel van een elevator of van een bakkenzuiger. In combinatie met een langselevator worden wel elevatorbakken toegepast met een laadruim van rechthoekige doorsnede.

Onderlosser De onderlosser of klepbak heeft nagenoeg dezelfde vorm als de elevatorbak. Hierbij is de bodem voorzien van scharnierende kleppen (fig. 54). Door deze te openen kan men de inhoud van de bak in diep water zonder meer laten vallen (kleppen).

Onderoplosser De onderoplosser of oplosser is een variant van de onderlosser (fig. 55).

Doordat men de bodemkleppen hoger heeft aangebracht, waardoor ze in geopende stand niet beneden de bodem van het vaartuig uitsteken, kan men ook in ondieper water lossen. De wanden van onder- en onderoplosser zijn schuin om het gemakkelijk lossen van de specie te bevorderen.

Kraanbak

De kraanbak gebruikt men in combinatie met grijperwerk-
tuigen voor de lossing. Om beschadiging van de zijwanden
van het laadruim te voorkomen, maakt men deze verticaal,
zodat de kraanbak zich eigenlijk in niets onderscheidt
van de elevatorbak met rechthoekige doorsnede.

Sleepboot

Behalve de vlet (die gewoonlijk getrokken of voortgeboomd
wordt) worden de bovenvermelde transportbakken getrokken
door een sleepboot. Dit kan zijn een motor- of een stoom-
sleepboot. Deze sleepboten zijn van hetzelfde type als
die voor de gewone binnenscheepvaart. Het vermogen
wisselt al naar gelang van de taak van 100 tot 300 p.k.
De gemiddelde transportsnelheid kan men in stilstaand
water op ongeveer 10 km.per uur stellen.

In stromend water variëert de snelheid naar mate de
kracht van die stroom.

Het brandstofverbruik is ongeveer 0,75 kg. kolen per uur
per i.p.k.

Het laden van de elevatorbak, de onder- of de onderop-
losser door middel van een zuigwerktuig gaat als volgt.
Het water-grondmengsel perst men aan het ene einde in de
bak. De vaste delen bezinken dan aan het andere einde om-
dat daar de meeste rust heerst. Hierdoor gaat de bak
langzamerhand hellen in de langsrichting, waardoor het
overtollige water met de nog erin zwevende fijne delen
over de rand van de bak kan afvloeien. Als de bak haast
vol is draait men de afsluiter van de persleiding gedeel-
telijk dicht, zodat de rest van de bak in een langzamer
tempo wordt gevuld, en de vaste delen toch gelegenheid
krijgen om te bezinken. Tegelijkertijd kan men dan aan
de andere zijde van de zuiger beginnen met het volper-
sen van een tweede bak. Uit het bovenstaande volgt:

- 1e. hoe groter de bak is, hoe beter, omdat er dan meer
gelegenheid is tot bezinking.
- 2e. indien de grondslag uit fijn materiaal bestaat is
vervoeren per bak niet meer goed mogelijk, omdat bij
het volpersen van de bak te weinig vaste delen zou-
den bezinken en er dus te veel vaste delen over de
rand van de bak met het water weer zouden afvloeien.
Transport door middel van een persleiding, of laden
in eigen ruim (hopper) schijnt hier de aangewezen
manier.

3e. het laden van een schip door middel van een zuiger is niet mogelijk, omdat de mogelijkheid van afvloeiing van water ontbreekt.

Persleiding

De persleiding bestaat uit dunne stalen buizen met een diameter variërend tussen 0,25 en 0,80 m., ter lengte van 5 of 7.50 m.

Ze zijn aan de einden voorzien van flenzen. Door met jute of jijntouw omwikkelde hoepels met spanboutjes tussen de flenzen te klemmen, wordt een vrij starre verbinding verkregen, die kan worden toegepast voor de verbindingen in het vaste gedeelte van de persleiding.

Op de pontons die het drijvende gedeelte van de persleiding ondersteunen, dient een soepeler verbinding in die leiding te worden gemaakt om de onderlinge beweging van de pontons door golfslag toe te laten.

Men verkrijgt deze soepele verbinding door middel van 1 m lange verbindingsstukken van rubber of leer, of door toepassing van stalen kogelscharnieren.

Door de beweging van de zuiger is het nodig om in de persleiding een scharnierpunt aan te brengen, meestal direct achter de zuiger (fig. 56).

Het vaste gedeelte van de persleiding vindt zijn steun op de vaste of reeds opgespoten grondslag, of, in het geval dit niet mogelijk is, op of aan eenvoudige jukken die onderling geschoord zijn. (fig. 57).

Het is noodzakelijk om de persleiding, ter vermindering van verstopping, naar het stort geleidelijk te laten aflopen en om in het hoogste punt van de leiding een luchtklep of snuifklep aan te brengen. Deze snuifklep dient om bij afslaan van de machine van de zuiger, lucht toe te laten in de persleiding, waardoor geen luchtverdunning kan ontstaan, die rampzalige gevolgen zou kunnen hebben voor de dunwandige perspijpen.

In het geval de persleiding gedeeltelijk drijvend is, heeft men het nadeel dat voor dat gedeelte niet aan de eis van een aflopende helling naar het stort kan worden voldaan.

Tussen de zuiger en het hoge beginpunt van het vaste gedeelte van de leiding ontstaat steeds een zak. Men dient dan nadat men ophoudt met grondzuigen nog enige tijd alleen water door de leiding te persen om de ev. nog in dat gedeelte aanwezige vaste stoffen te verwijde-

ren en zodoende verstopping te voorkomen.

Indien de lengte van de persleiding te lang zou worden, dan plaatst men een zgn. opjaagstation in de persleiding. Dit opjaagstation bestaat uit een zandpomp die de druk in de leiding weer zo hoog opvoert als noodzakelijk is (max. 4 atm. overdruk).

Ter voorkoming van oponthoud maakt men op stort een aftakking in de leiding. Op de splitsing plaatst men afsluiters, zodat men naar believen door de ene of andere uitmonding kan persen. Daar de snelheid van het watergrondmengsel vrij groot is (2 - 5 m/sec) ontstaat er voor de mond van de persleiding dikwijls een kuil, waardoor de ondersteuning van de laatste buis gevaar loopt. Men heft dit bezwaar op door het aanbrengen van een zgn. pershoed, een kort verticaal bochtstuk, of door de straal op te vangen op een voor de mond van de buis drijvend houten vlotje.

De helling van het stort hangt af van de samenstelling van de specie. Deze variëert van 1 : 3 à 5, voor grof zand; tot 1:5 à 10 voor fijn zand.

Het terrein waarbinnen men de vaste delen wil laten bezinken dient men te begrenzen met perskaden, die van zand of met grond van het terrein kunnen worden opgeworpen.

Met het toenemen van de hoogte van het stort zal men telkens nieuwe perskaden moeten maken. In het gunstigste geval van grof materiaal kan men die kaden eenvoudig opspuiten, in andere gevallen, dient men deze apart op te werpen.

Ter bescherming van de perskaden manoeuvreert men op stort met houten schotten, waarmee men de richting van de afstroming regelt.

Fig. 58 geeft een indruk van de wijze van opspuiten tussen perskaden van een zanddijk. Teneinde het overtollige water te kunnen lozen, brengt men zo ver mogelijk van de persleiding een overstort aan door middel van een klein kunstwerkje in de perskade (fig. 59).

Teneinde onder- en achterloopsheid te voorkomen brengt men eenvoudige schermwandjes aan.

De gegevens voor dit dictaat zijn grotendeels ontleend aan:

- | | |
|-------------------------------|--|
| J.A. Visser | - Bagger- en Grondwerken. |
| A.Woudenberg | - Buiten de bandijken. |
| Ir L.G.Volker | - Baggermateriëel. |
| P.J.Colijn en
ir J.Potma) | - Weg- en Waterbouwkunde, deel I |
| C.W.J.Schorteldoek | - Het uitvoeren van gebouwen |
| J.W.Portier | - Aanleg van wegen en vliegvelden met behulp van zwaar mechanisch gereedschap. |

(Voordracht voor het Koninklijk instituut van Ingenieurs op 4 Maart 1949).

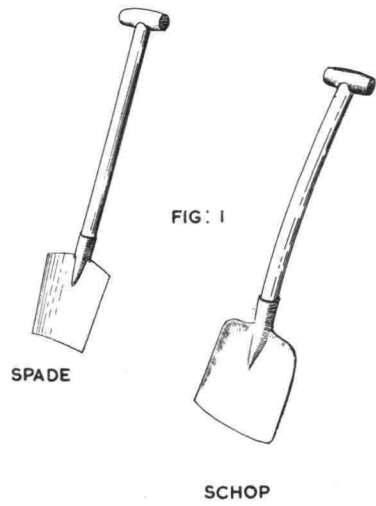


FIG. 1

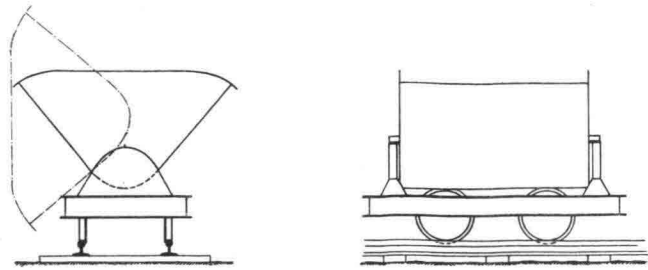


FIG. 4 3/4 M³ KIPKAR

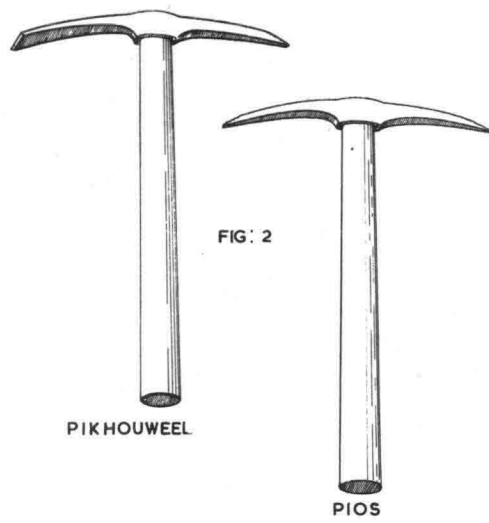


FIG. 2

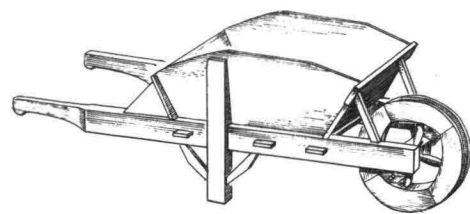


FIG. 3 KRUIWAGEN

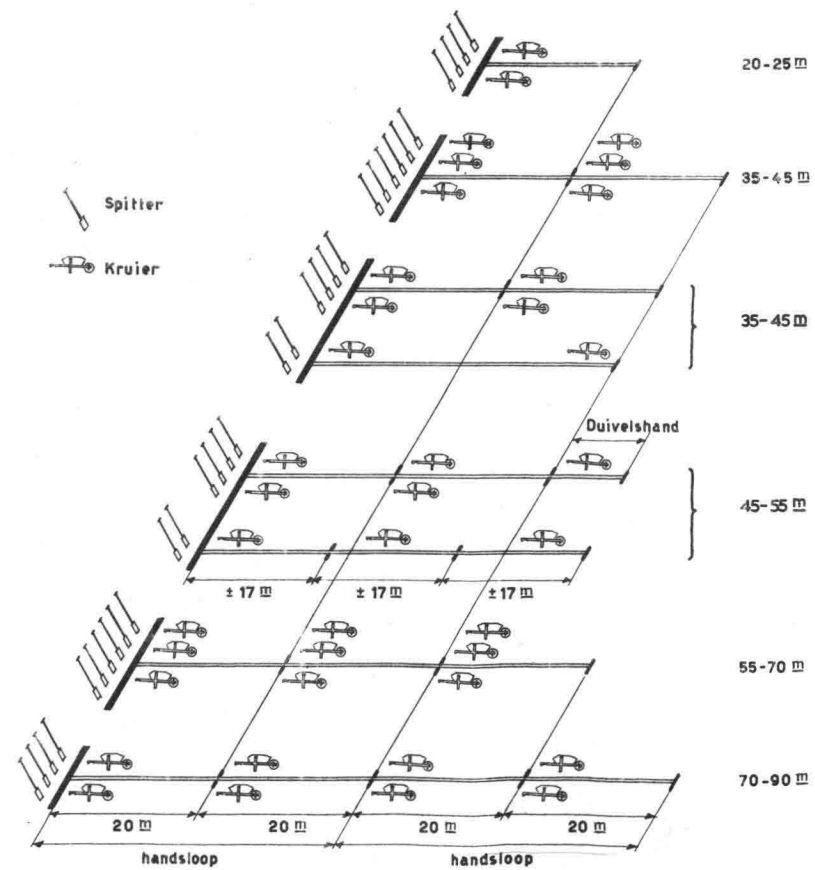


FIG. 5 SCHEMA KRUIWERK OVER DIVERSE AFSTANDEN

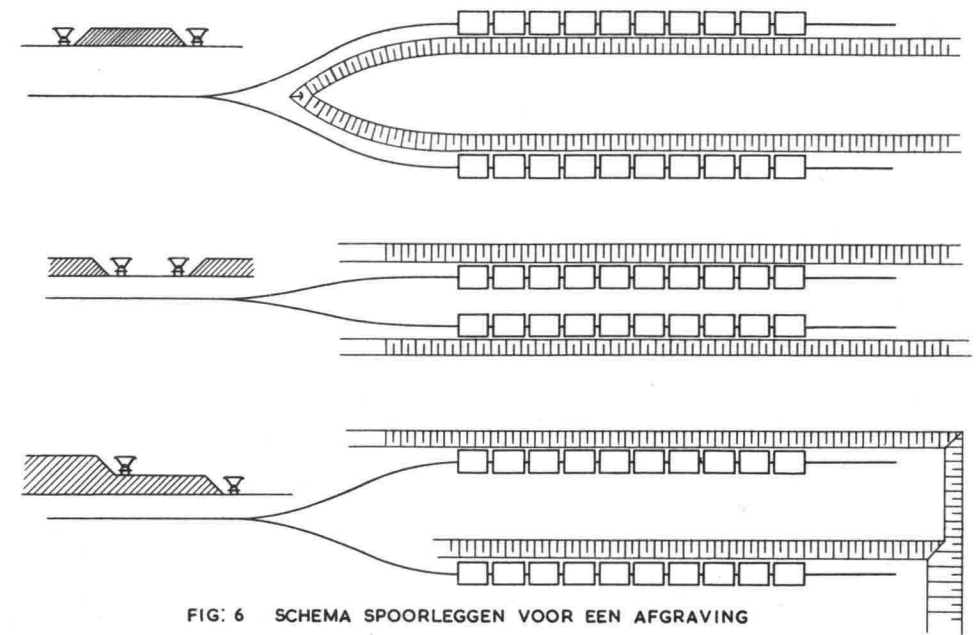


FIG. 6 SCHEMA SPOORLEGGEN VOOR EEN AFGRAVING

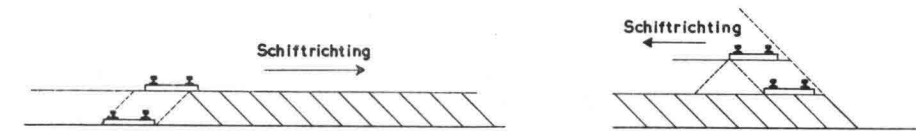


FIG. 7 SCHEMA SPOORLEGGEN VOOR EEN OPHOGING



□ Lege trein ■ geladen trein ▽ wisselplaats

FIG. 8 SCHEMA WISSELPLAATSEN IN SPOOR

Gangbaar type { emmerinhoud 300-800 L.
 { gielengte 9- - 12.- m.

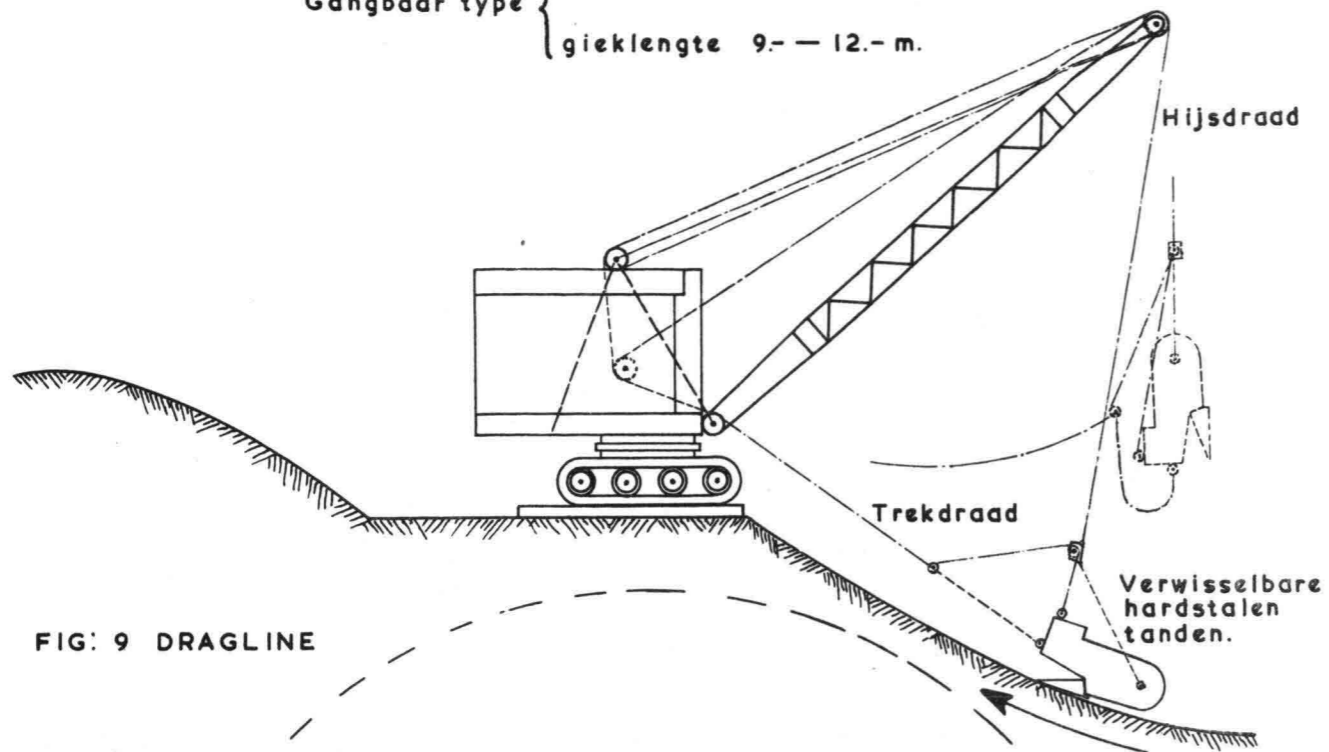
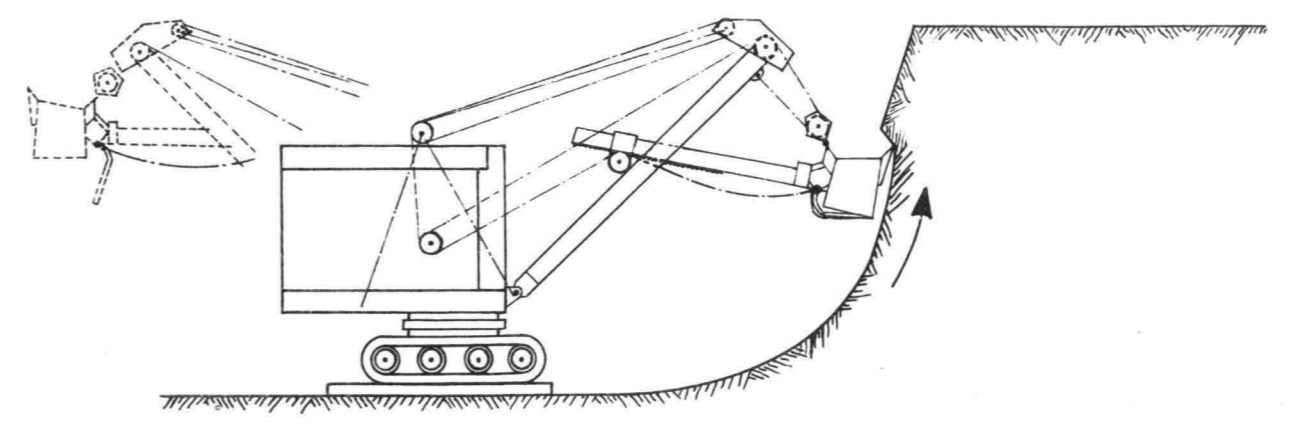
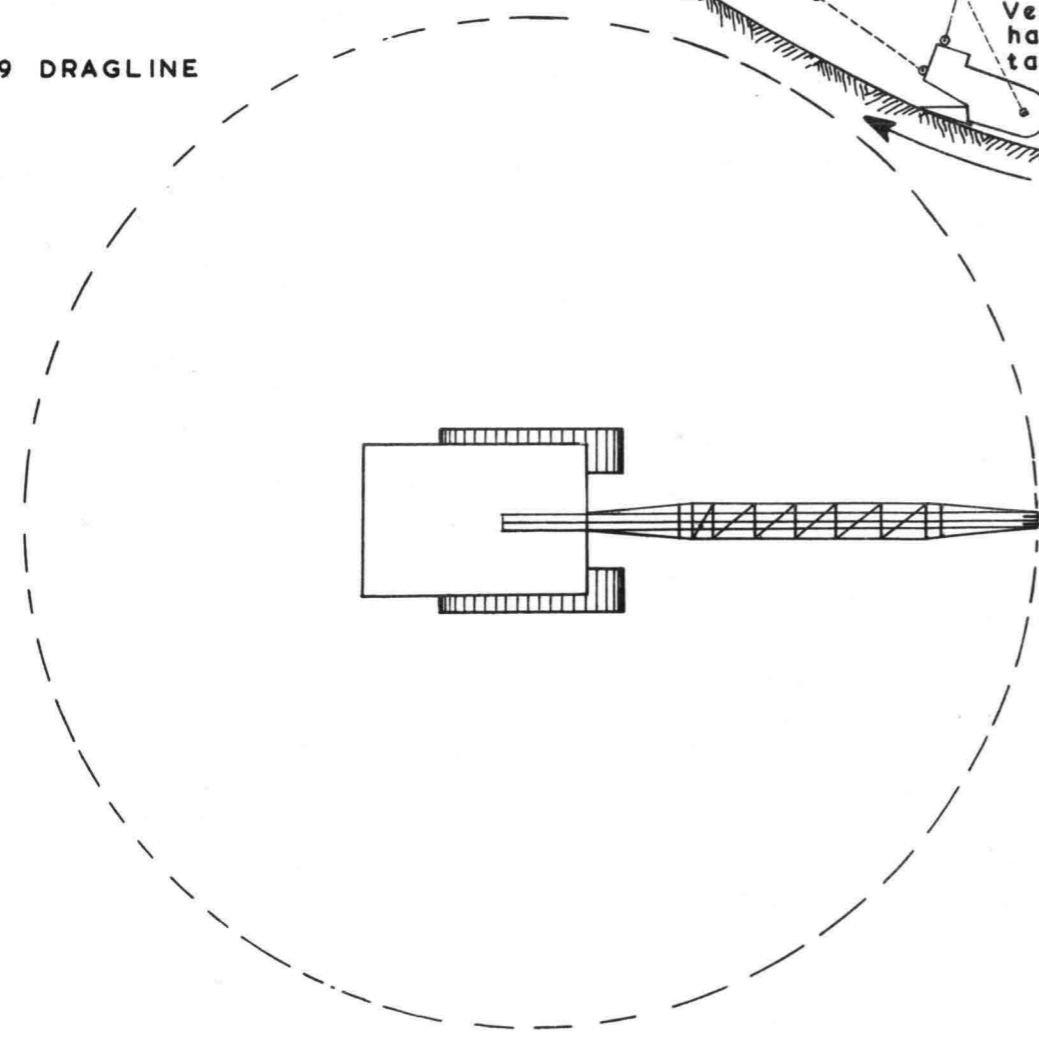
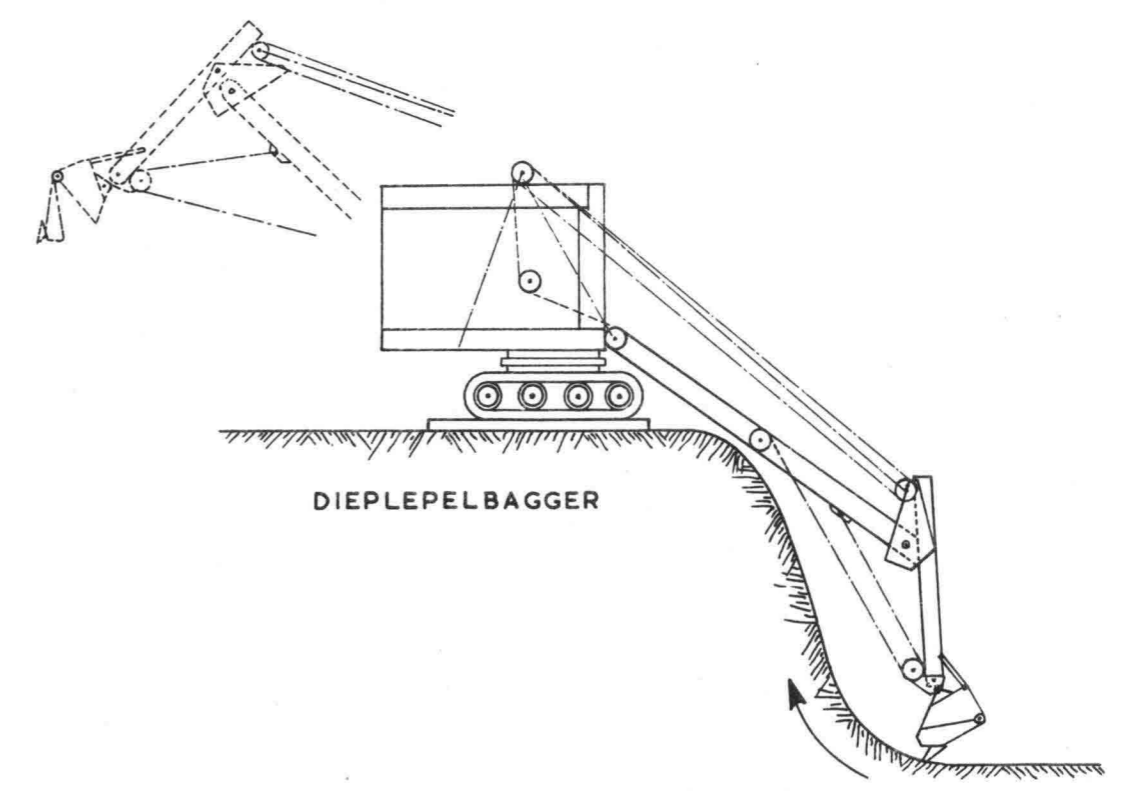


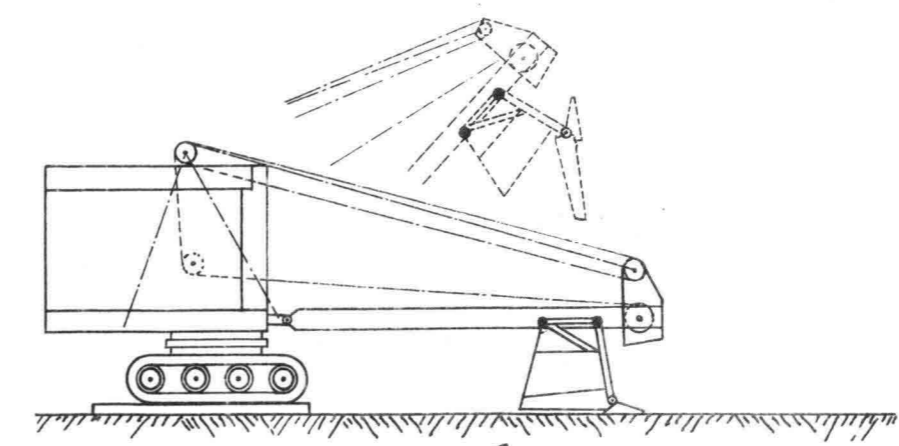
FIG: 9 DRAGLINE



LEPEL BAGGER



DIEPELEPELBAGGER



SCHRAPER

FIG: 10

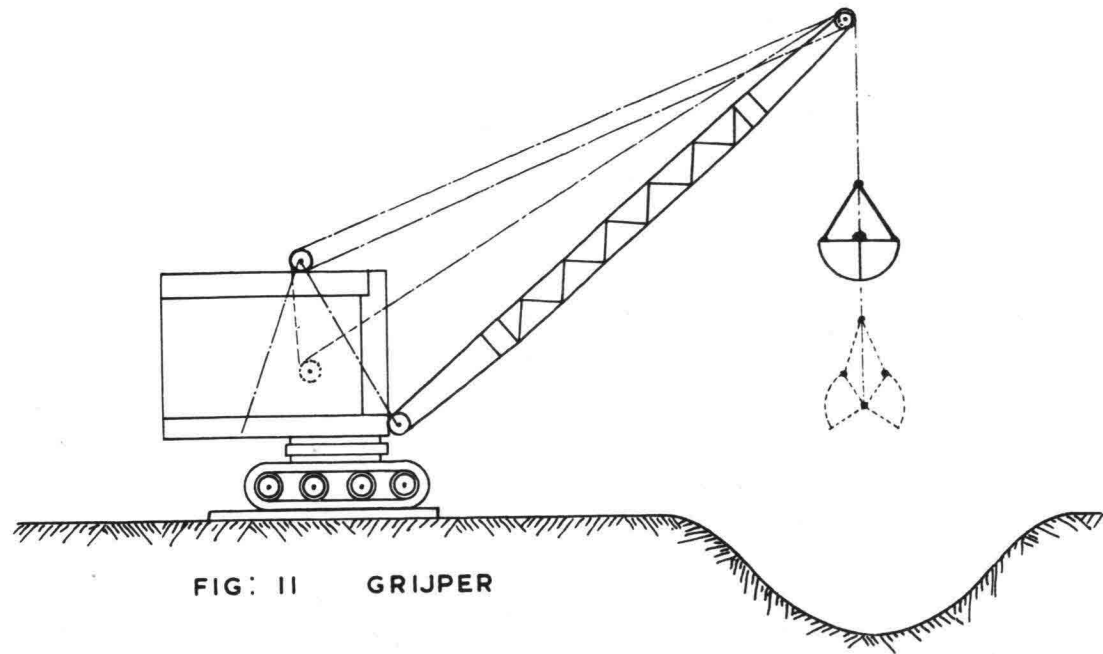


FIG: 11 GRIJPER

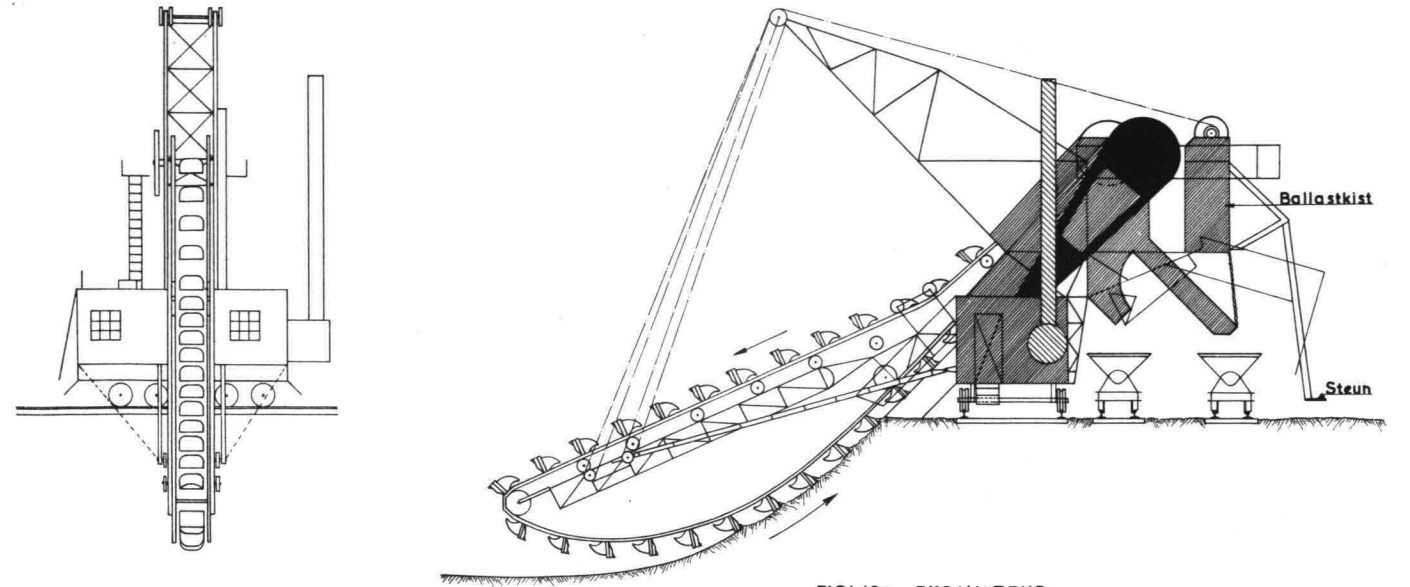


FIG: 13a EXCAVATEUR

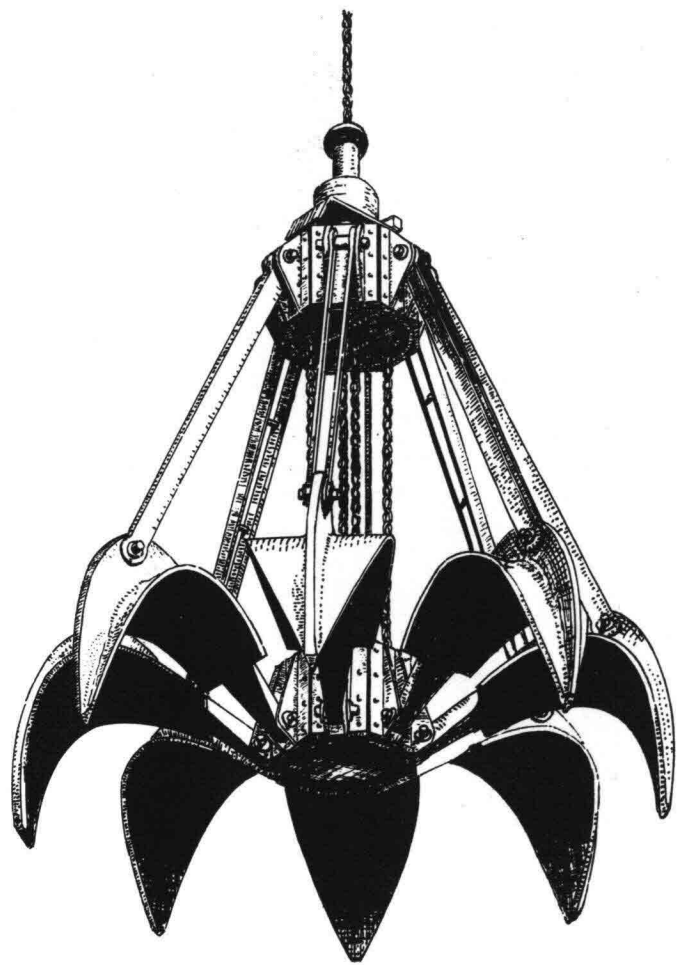


FIG: 12 POLIEPGRIJPER

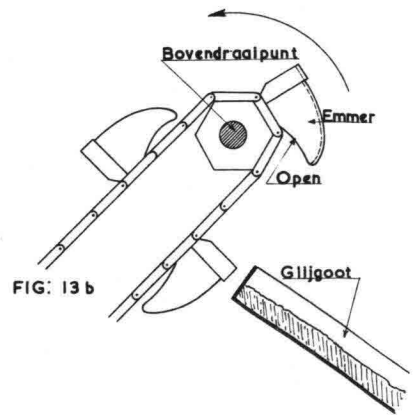


FIG: 13b

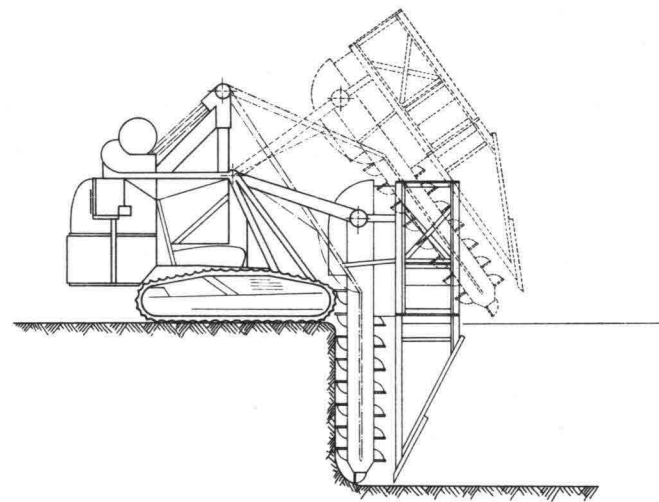


FIG: 14 LOOPGRAAFMACHINE

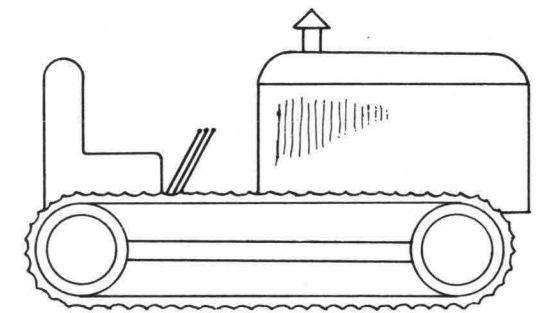


FIG: 16 TRACTOR

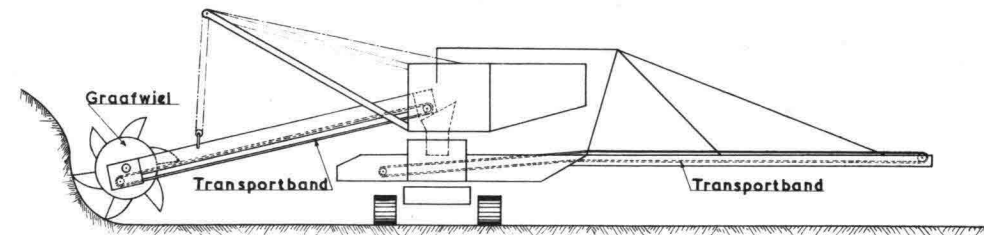


FIG: 15 SCHAUFELRADBAGGER

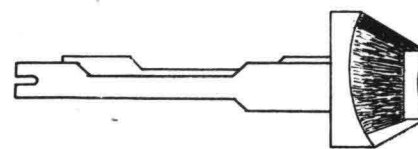


FIG: 17 BULLDOZER

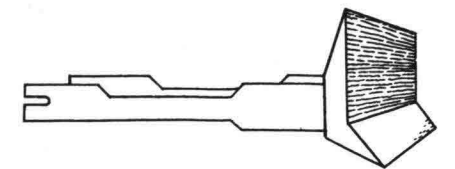


FIG: 18 ANGLEDOZER

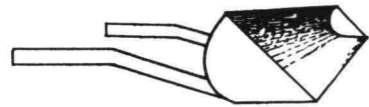


FIG: 19 TRAXCAVATOR

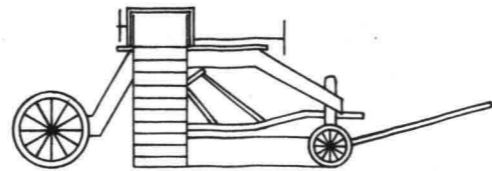


FIG: 24 ELEVATOR GRADER

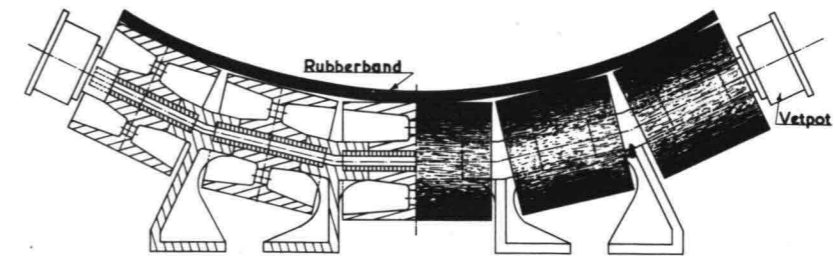


FIG: 26 DWARSDOORSNEDE TRANSPORTBAND

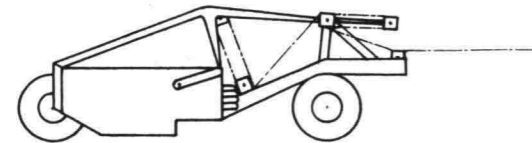


FIG: 20 SCRAPER

FIG: 25a TABEL GRONDHERLEIDINGSFACTOR

Grondsoort:	Bestaande vorm:	Te herleiden tot		
		Ongeroerd:	Geroerd:	Aangestampt:
Zand	Ongeroerd	1.00	1.11	0.95
	Geroerd	0.90	1.00	0.86
	Aangestampt	1.05	1.17	1.00
Klei	Ongeroerd	1.00	1.43	0.90
	Geroerd	0.70	1.00	0.63
	Aangestampt	1.11	1.59	1.00
Overige normale grondsoorten	Ongeroerd	1.00	1.25	0.90
	Geroerd	0.80	1.00	0.72
	Aangestampt	1.11	1.39	1.00

FIG: 25b TABEL NUTTIG RENDEMENTSFACTOR VAN EMMER OF SCHOP

Soort materialen	Lepel- of trekschop	Dragline
A. Zand of fijn grint. Geroerde aarde. Modder en veen. In kleine stukken gesprongen materiaal.	95-100 %	95-100 %
B. Droge- of natte klei. Vaste aarde. Grof grint.	85-90 %	85-90 %
C. Zware klei. Grint met grote stenen. In grote brokken gesprongen rotsstenen.	70-80 %	65-75 %
D. Overige rotssoorten in grote ruwe blokken gesprongen.	50-70 %	40-65 %

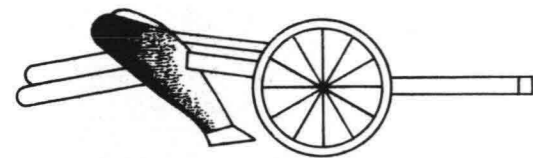


FIG: 21 V-PLOEG

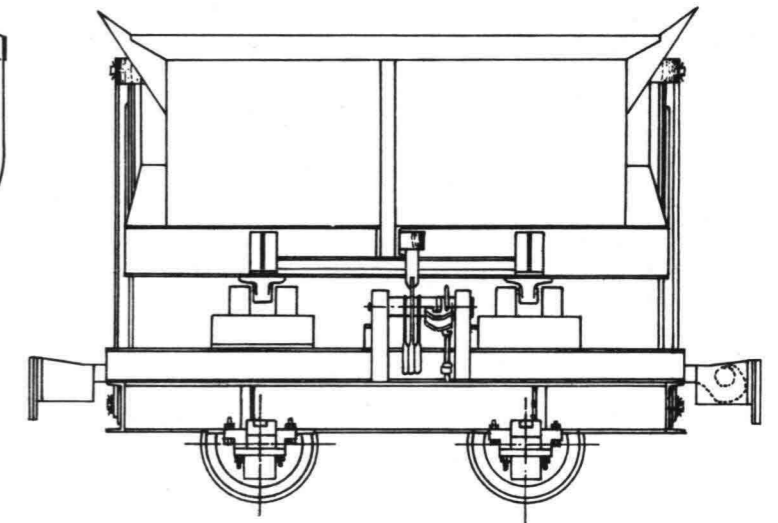
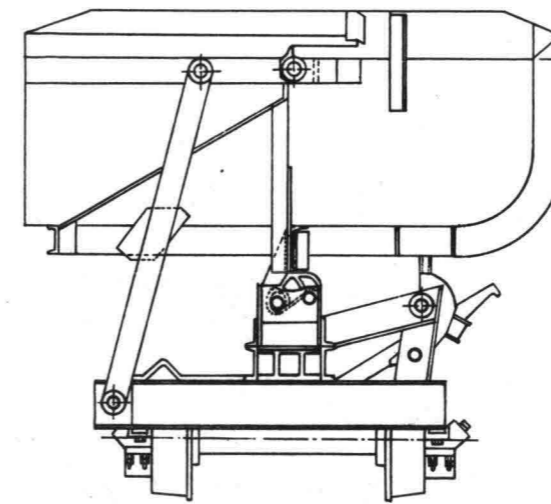


FIG: 27
KIPKAR MET RECHTHOEGIGE
DOORSNEDE
INHOUD > 2.5 M³

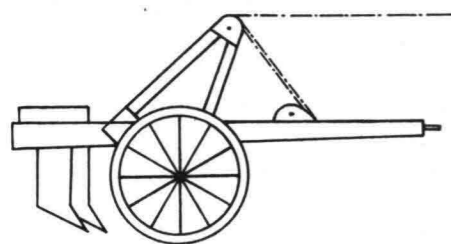


FIG: 22 WROETER

FIG: 25c TABEL BENODIGDE TIJDEN VOOR ÉÉN COMPLETE HANDELING

Soort machine	Emmerinh. (cu.yd) 1)	Tm in seconden voor materialen:		
		A	B	C
Lepel- en trekschop (zwaai van 90°)	1/2	15	18	24
	3/4	18	20	26
	1	18	20	26
	1 1/4	18	20	26
	1 1/2	18	20	26
	2	18	20	26
	2 1/2	20	22	28
	3	22	24	30
Dragline (zwaai van 110°)	1/2	20	24	30
	3/4	22	26	32
	1	24	28	35
	1 1/4	24	28	35
	1 1/2	24	28	35
	2	28	33	40
	2 1/2	28	34	41
	3	30	35	42
4	32	38	45	

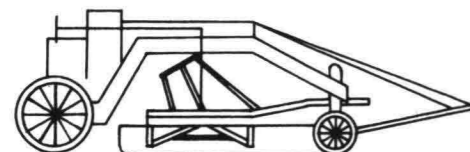


FIG: 23 GRADER

1) 1 cu.yd = 765 liter

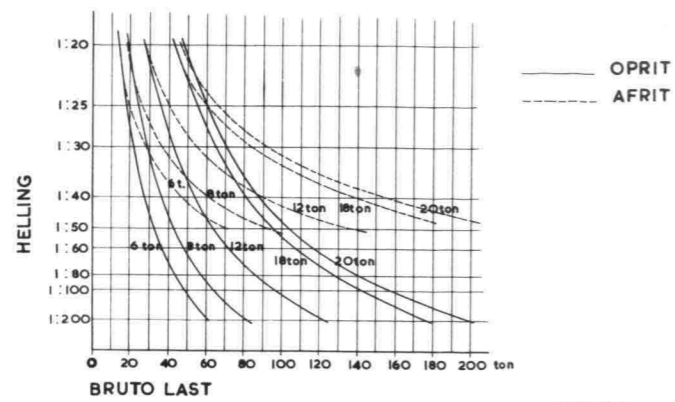


FIG: 28

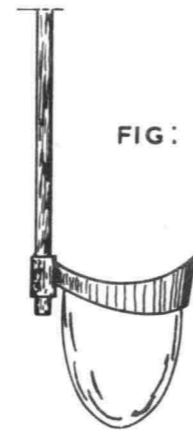
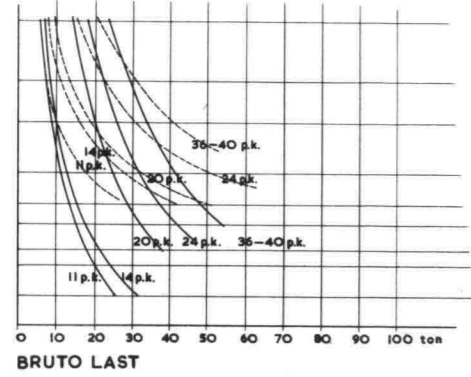


FIG: 29
BAGGERBEUGEL

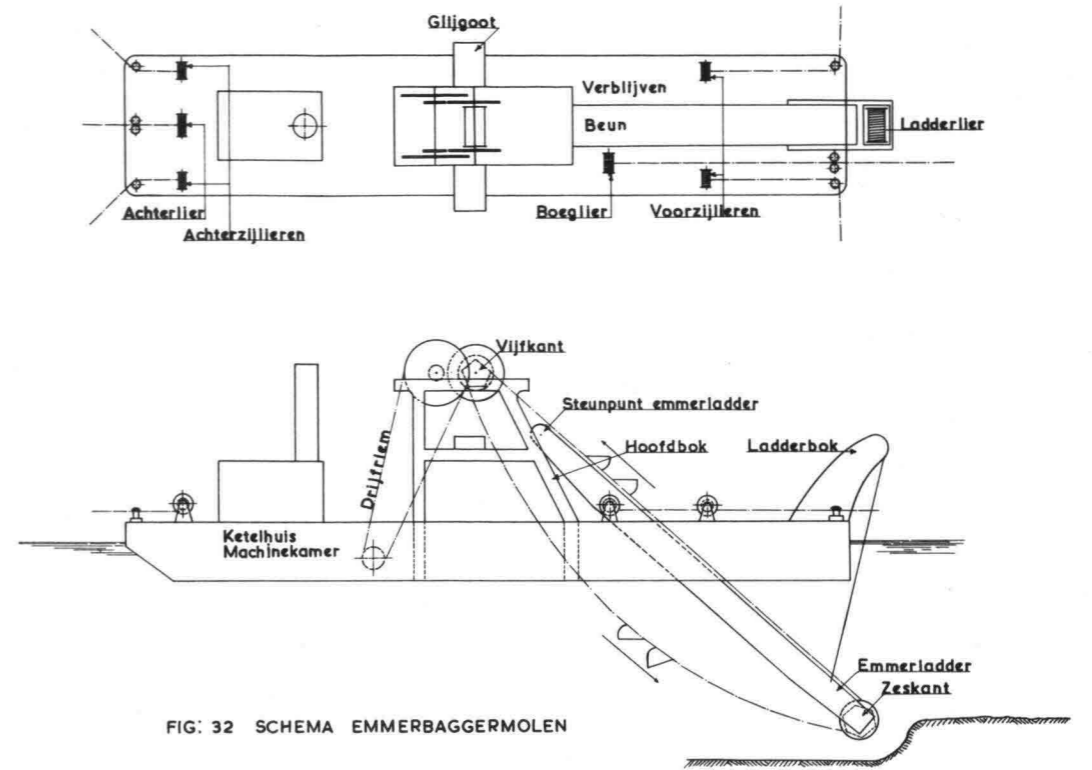


FIG: 32 SCHEMA EMMERBAGGERMOLEN

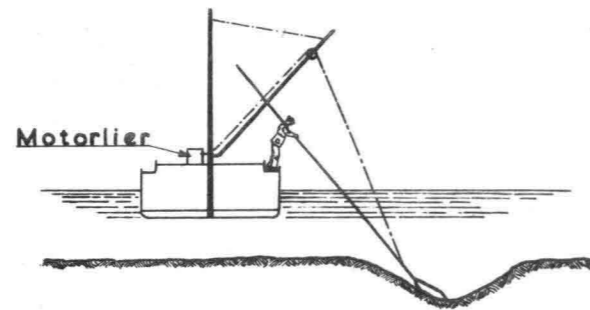


FIG: 30 BAGGERSCHOP

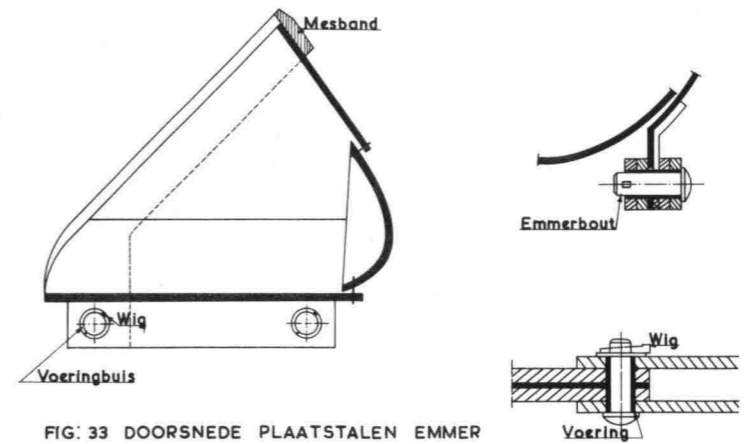


FIG: 33 DOORSNEDE PLAATSTALEN EMMER

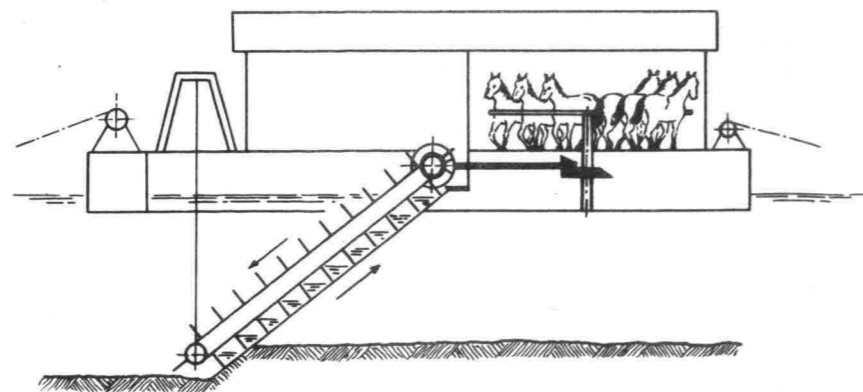


FIG: 31 SCHEMA 17^e EEUWSE MODDERMOLEN

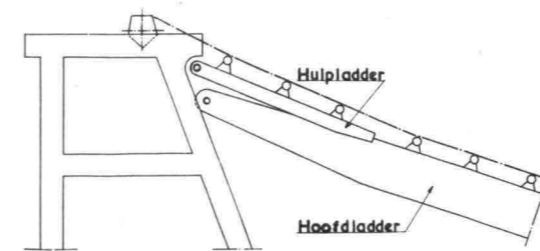


FIG: 34 SCHEMA HULPLADDER

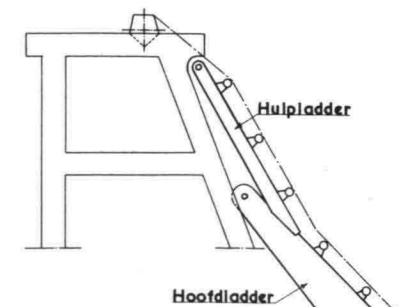


FIG: 35 SCHEMA HULPLADDER

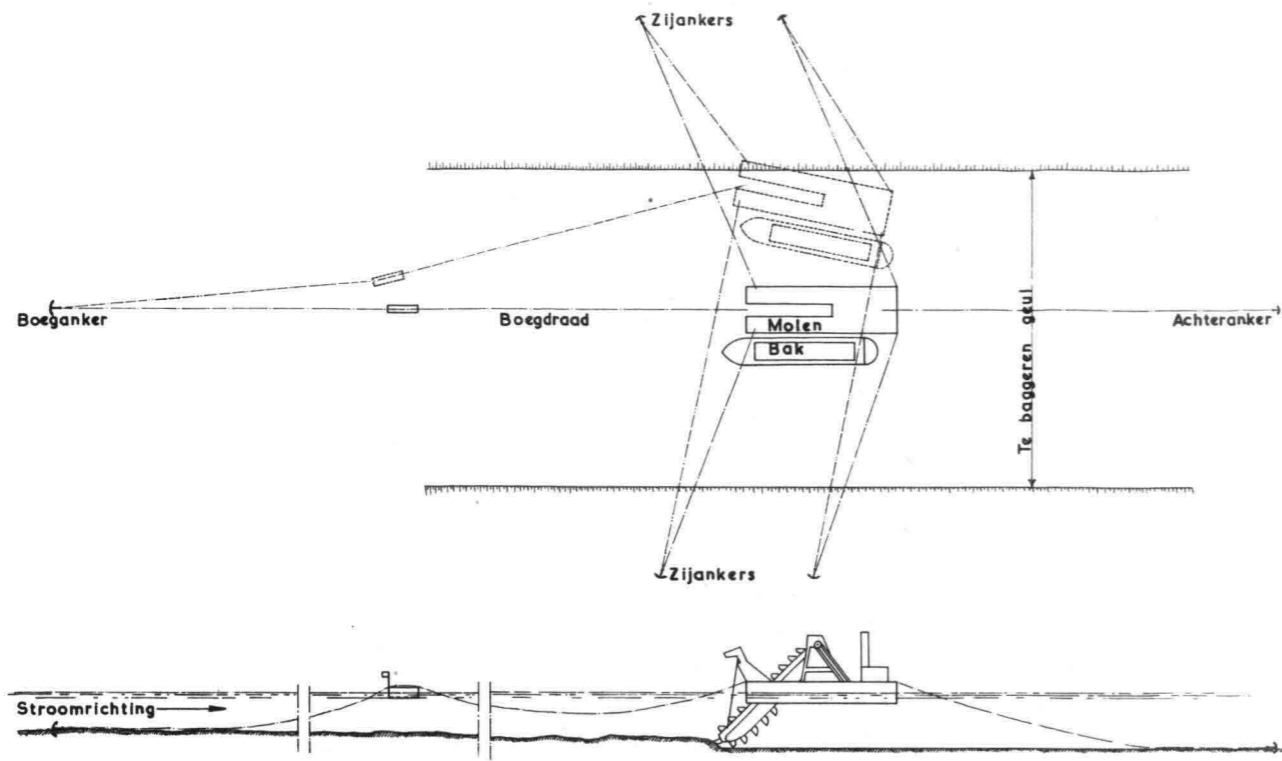


FIG: 36 SCHEMA VERANKERING VAN EMMERBAGGERMOLEN

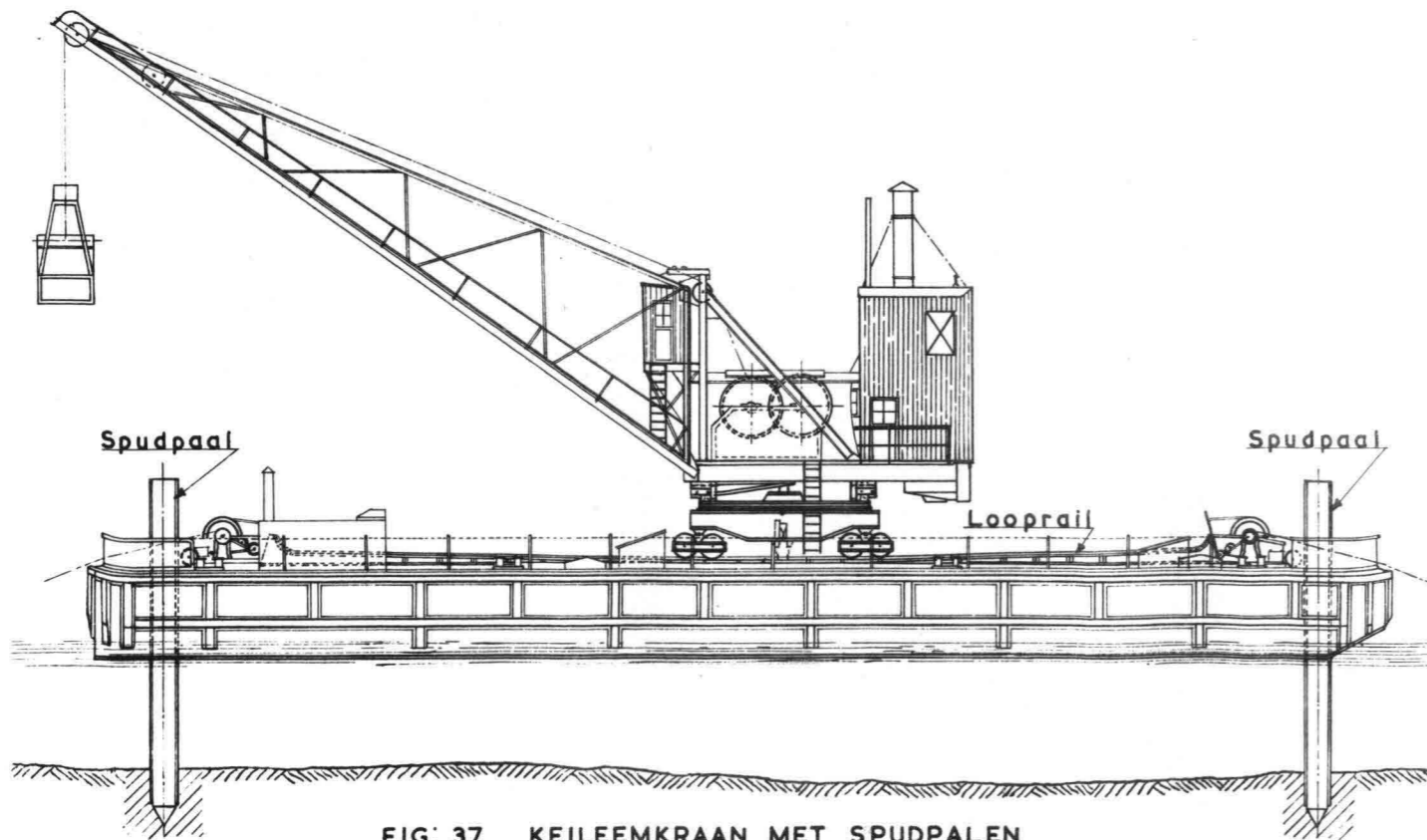


FIG: 37 KEILEEMKRAAN MET SPUDPALEN

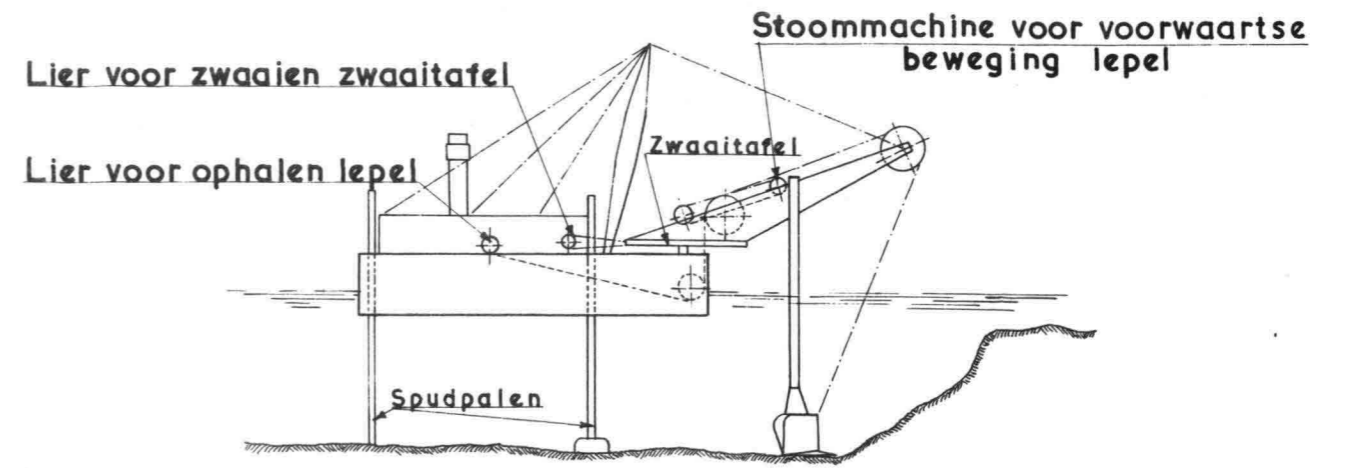


FIG: 38 SCHEMA DIPPER-DREDGER

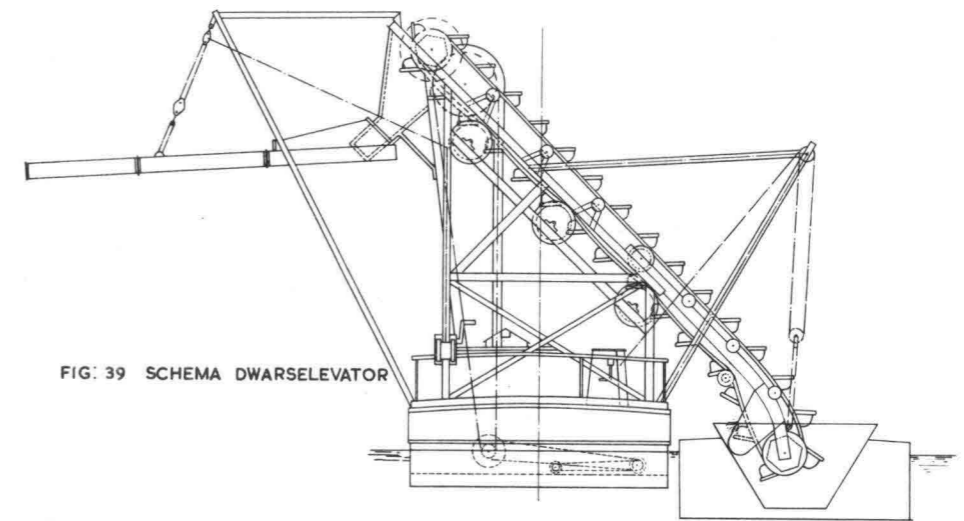


FIG: 39 SCHEMA DWARSELEVATOR

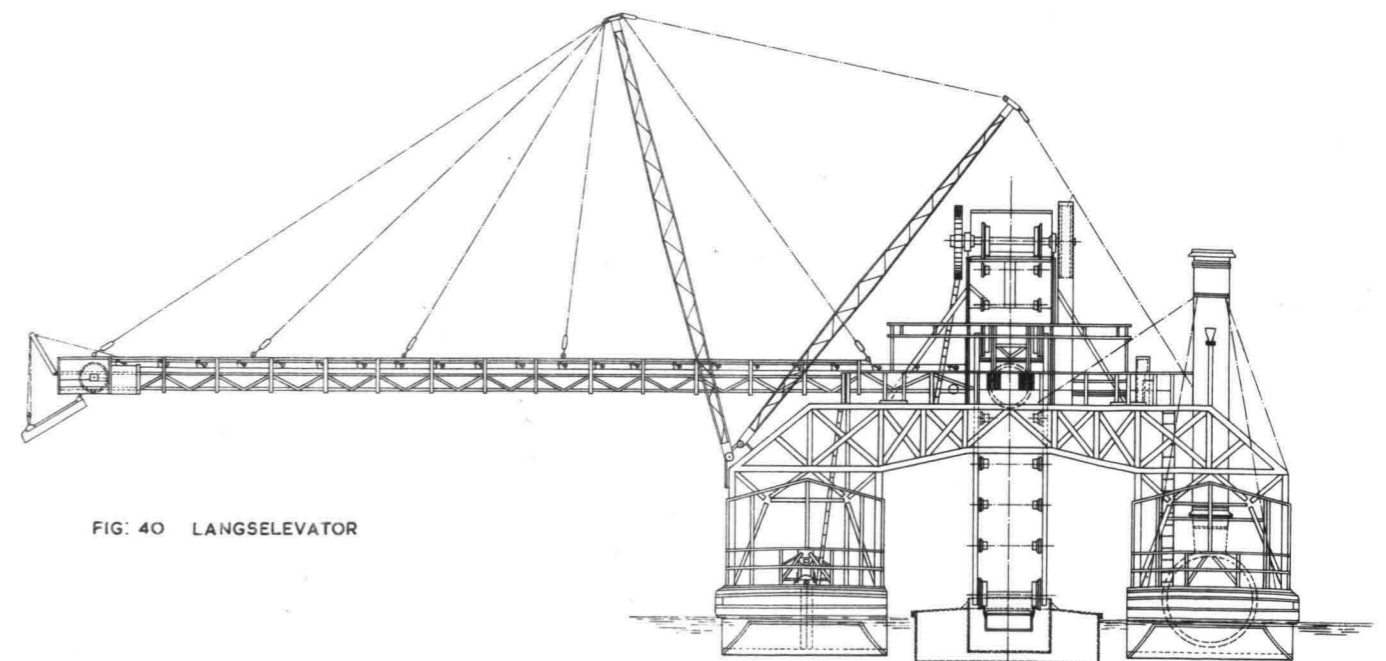


FIG: 40 LANGSELEVATOR

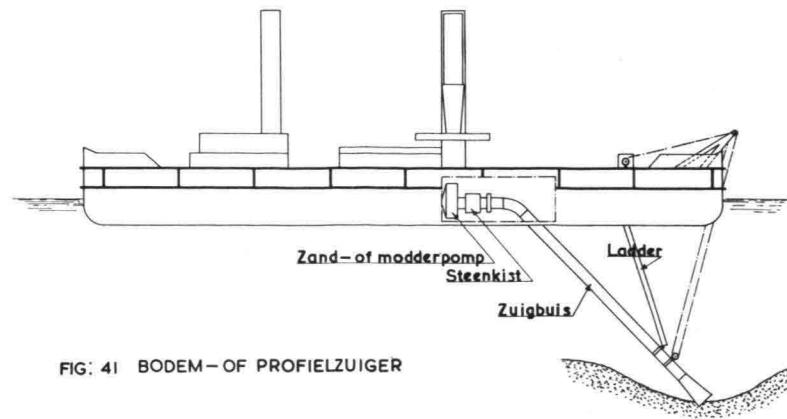


FIG: 41 BODEM-OF PROFIELZUIGER

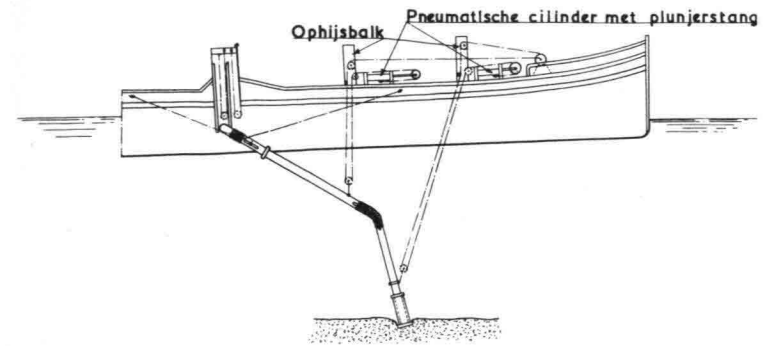


FIG: 45 ZUIGBUIS HOPPERZUIGER IN TWEE GEDEELTEN

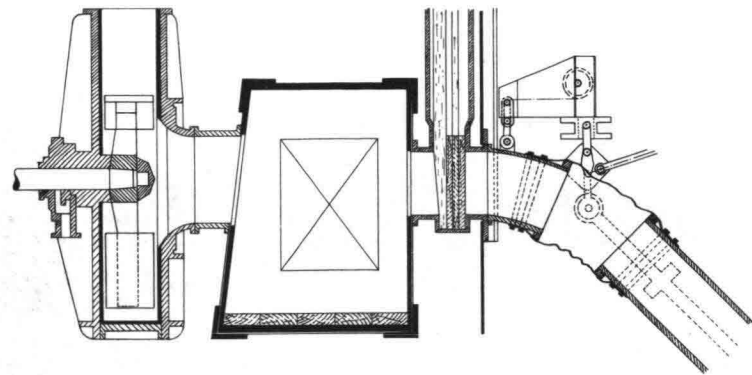


FIG: 42 POMP, STEENKIST, AFSLUITER, ZUIGBUIS

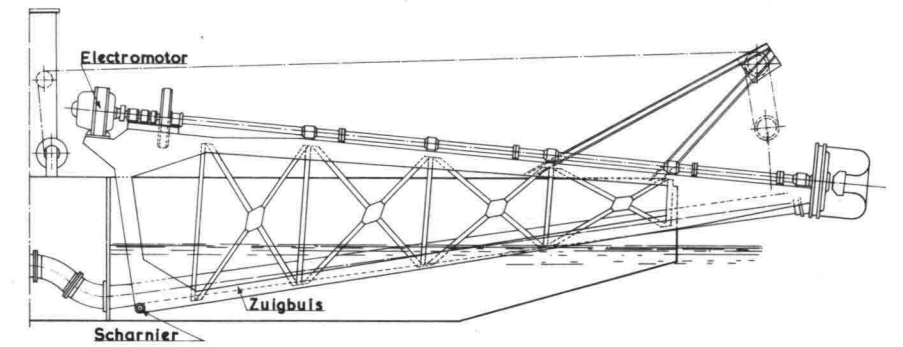


FIG: 48 KOKERBALK OM ZUIGBUIS MET CUTTERAS

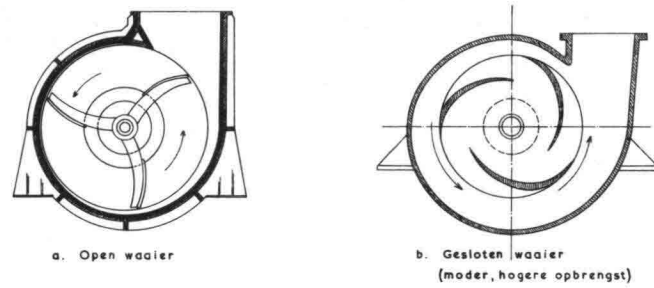


FIG: 43 SCHEMA ZAND- OF MODDERPOMP

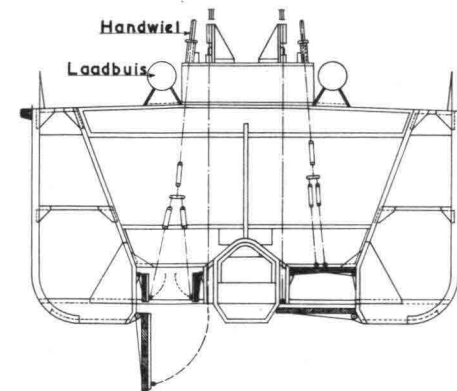


FIG: 46 DUBBELE BODEMKLEPPEN VAN HOPPERZUIGER

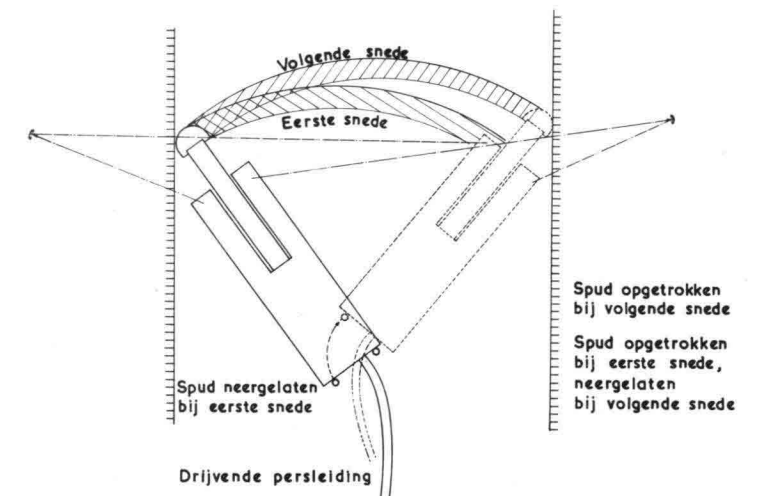


FIG: 49 SPUDPALEN CUTTERZUIGER

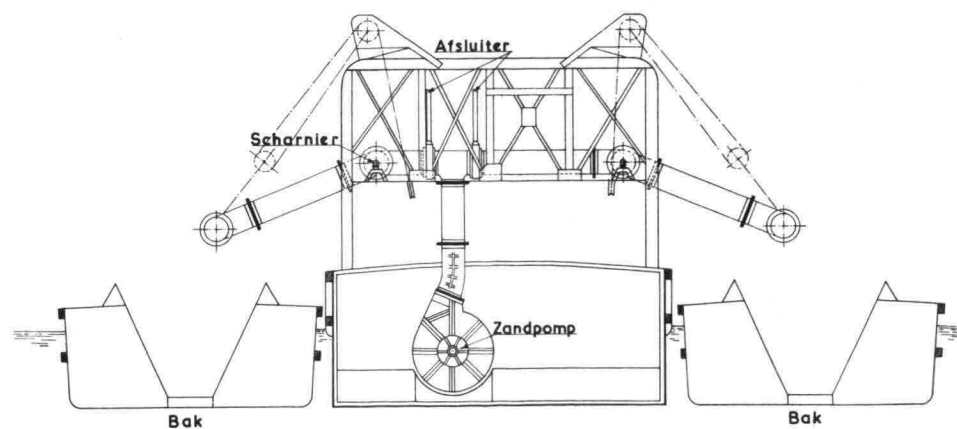


FIG: 44 PERSBUIS

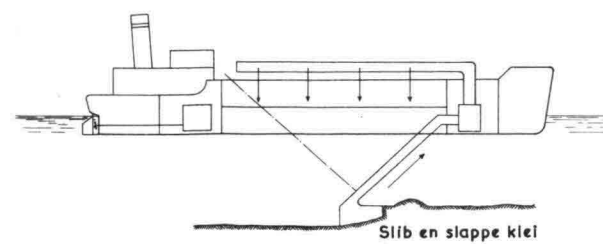


FIG: 47 SCHEMA SLIBZUIGER

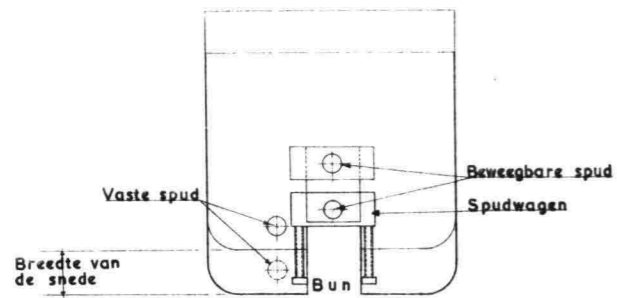


FIG: 50 PAALWAGEN SPUDS CUTTERZUIGER

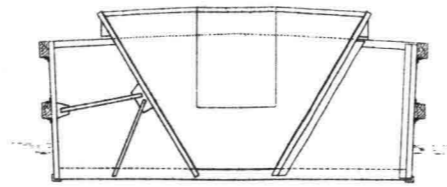


FIG: 53 ELEVATORBAK

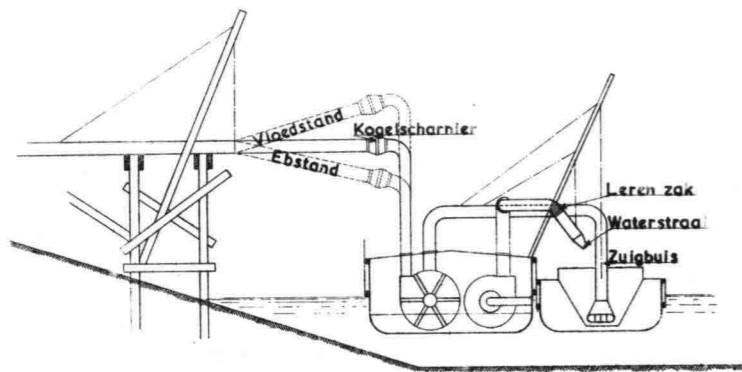


FIG: 51 SCHEMA BAKKENZUIGER

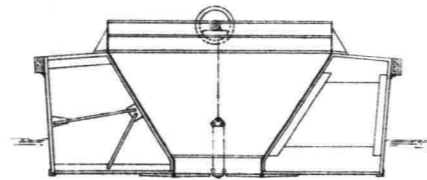


FIG: 54 ONDERLOSSER

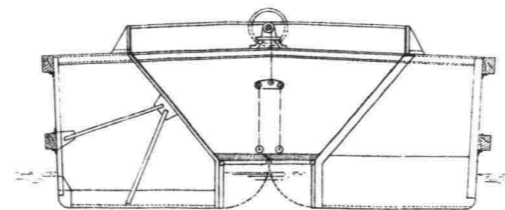


FIG: 55 ONDERPLOSSER



FIG: 52 ZELFLOSSENDE ZOLDERBAK OF KANTELBAK

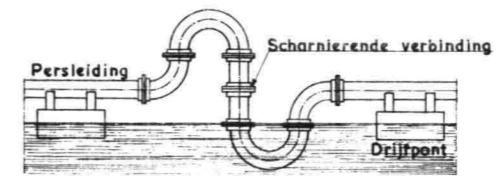


FIG: 56 DRIJVENDE PERSLEIDING VAN CUTTERZUIGER MET ZWANENHALS

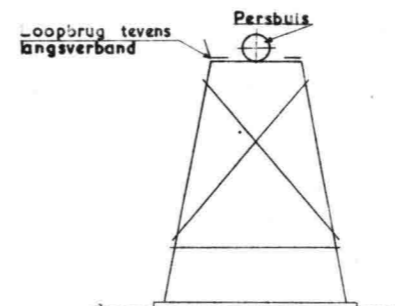
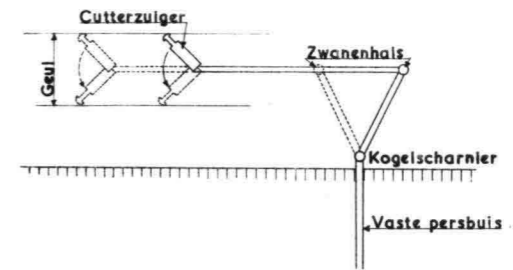


FIG: 57 JUK STEIGERWERK

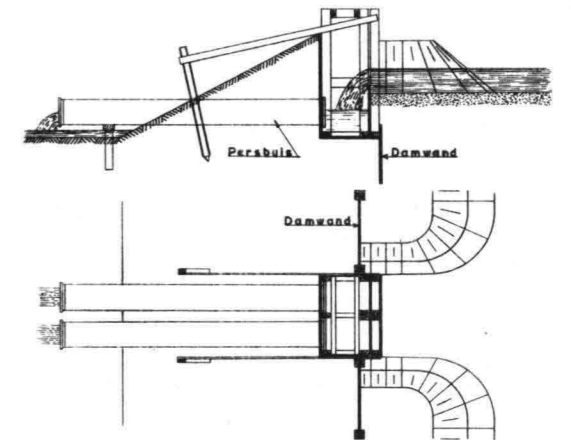


FIG: 59 OVERSTORT IN PERSKADE

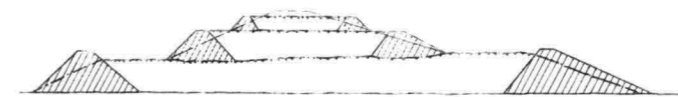


FIG: 58 OPSPUITEN ZANDDIJK TUSSEN PERSKADEN