

Tablica 1

KARAKTERISTIKE PLOVNIH BAGERA

Tip plovnog bagera	Godina gradnje	Glavne dimenzije, m				Dubina bagerovanja, m		Pogonski uređaj		Brzina čv
		L	B	H	T	normalna	maksimalna	Tip	Snaga, KS	
Vedričar, bunar na pramcu	1960	47,24	9,75	3,66	2,57	15,2	18,0	dizel-hidraulički	740	9
Vedričar, bunar na pramcu	1956	58,0	11,2	4,4		12,0	14,0	parni	1000	10
Vedričar, bunar na krmi	1958	54,52	9,59		2,58	14,0	16,0	dizel-elektro	600	5,5
Bager s grabilicom	1962	29,26	7,77	2,59	2,50	—	—	dizel	200	8
Bager s grabilicom	1955	51,51	11,28	4,42		—	—	parni	800	10
Bager s grabilicom	1954	47,55	10,36	4,27	1,98	—	—	dizel	600	9
Usisni bager, bunar na krmi	1961	70,0	17,0	6,0	3,73	—	—	dizel	2310	11
Usisni bager, usisne cijevi na svakom boku	1961	85,0	14,6	7,	5,48	—	18	dizel		
Usisni bager, bunar u sredini trupa	1956	101,0	19,0	8,0	5,6	—	18	dizel-elektro	360	12,79
Usisni bager, usisne cijevi na svakom boku	1963	101,0	17,0	8,6	6,2	6,9	23	dizel-elektro	4080	12
Usisni bager, bunar na krmi	1957	95,7	15,22	7,14	5,6	5,6	18	parni	1125	11

izazanog velikom težinom materijala u spremnicima i zbog jakih udara koji nastaju kad se materijal naglo ispušta kroz vrata na dnu spremnika. Takav se oblik kobilice također dobro uklapa u ljevakasti oblik dna spremnika. Oplata dna broda uz vrata za pražnjenje je pojačana. Za otvaranje vrata služi mehanički ili hidraulički uređaj kojim se upravlja s palube iznad spremnika.

**Pogonski uređaji i oprema plovni bagera.** Plovni bager treba jednako snažan izvor energije i za vlastitu propulziju i za pogon bagerskih uređaja. Budući da plovni bager ne plovi i bageruje istovremeno, isti pogon može služiti i za jednu i drugu svrhu s time da se priključi ili na brodske vijke ili na bagerske uređaje. Danas se upotrebljavaju četiri sistema pogona: sporohodni dizel-motor, parni pogon, dizel-električni pogon i dizel-hidraulički pogon. Bez obzira na to koji se sistem primjenjuje — a svaki od njih ima svoje prednosti i nedostatke — pogonski uređaj mora biti izveden tako da odgovara za vrlo teške uvjete rada i da nije osjetljiv na velike promjene opterećenja koje nastaju za vrijeme bagerovanja.

Brodski oprema plovni bagera bitno se ne razlikuje od opreme teretnih brodova iste veličine, ali plovni bageri imaju više opreme za privez i sidrenje. Na plovnom bageru ima nekoliko priveznih i sidrenih vitala jer za vrijeme bagerovanja bager je usidren sa 4-6 sidara. Neki plovni bageri se sidre pomoću jednog ili dva vertikalna stupa koji se vitlima spuštaju niz posebne vodilice i zabiju u dno rijeke ili mora pa se tako brod fiksira na određenom mjestu. U novije vrijeme pojedini plovni bageri imaju duge samarice rešetkaste konstrukcije kojima mogu bez pomoći posebnog čamca spustiti

O opremi i uređajima za bagerovanje kao i o načinu bagerovanja vidi poglavlje Plovni bageri u članku *Bagerovanje*.

LIT: A. Roorda, J. J. Vreest, *Floating dredges*, Haarlem 1963.

### BROD ZA POLAGANJE PLUTAČA

Brod za polaganje plutača je specijalan tip broda koji služi za postavljanje i održavanje plutača i sličnih plovni oznaka.

Prvi specijalni brodovi namijenjeni isključivo postavljanju i održavanju plutača i drugih plovni oznaka počeli su se graditi koncem XIX st. To su bili mali, relativno spori i jednostavno opremljeni brodovi. S vremenom su se ti brodovi usavršavali, naročito njihova navigacijska oprema i uređaji za rukovanje plutačama, njihove dimenzije su se povećavale, a pogonski uređaj je postao snažniji. Takav razvoj je bio rezultat kako općeg tehničkog napretka brodogradnje u posljednjih 50 godina tako i sve složenijih i opsežnijih zadataka koje je trebalo da ti brodovi obavljaju. Po svojoj konstrukciji i opremi današnji brodovi za polaganje plutača ubrajaju se među tehnički vrlo moderne tipove brodova.

Brodovi za polaganje plutača, osim svog osnovnog zadatka — održavanja plovni oznaka — mogu imati i neke druge sporedne namjene kao što su: opskrba svjetionika namirnicama, pitkom vodom i gorivom, opskrba malih izoliranih naselja na otocima i obali, priobalna inspeksijska služba, a ponekad služe i kao pomoćni tegljači. Zato projekt broda uvijek ovisi kako o uvjetima plovidbe na području za koje je brod određen tako i o eventualnim sporednim zadacima broda.

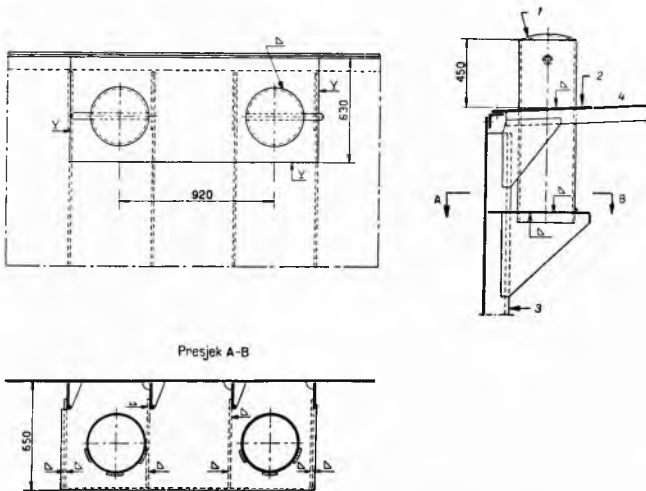
### Glavne dimenzije i oblik trupa broda za polaganje plutača.

Brodovi za polaganje plutača spadaju u grupu malih brodova. Dužina između okomica  $L_{PP}$  vrlo rijetko prelazi 50 m, a istisnina je obično ispod 1000 t. Često se zahtijeva da brod ima što manji gaz radi plovidbe po plićacima i radi lakšeg prilaganja sprudovima na kojima su plovne oznake ili svjetionici. Na širinu broda utječu prvenstveno zahtjevi stabiliteta. Obično se zahtijeva da stabilitet bude takav da pri najvećem bočnom opterećenju, kad dizalica diže plutaču, i pri minimalnom gazu broda, bočni nagib broda ne bude veći od 8°. S druge strane stabilitet ne smije biti prevelik, jer je onda zbog žestokog ljuljanja broda nemoguće na uzburkanom moru raditi s plutačama. Općenito, oblik trupa treba da osigurava što bolje ponašanje broda na valovima i period ljuljanja ne kraći od 8-10 sek, tako da se i pri vjetru od 6 Bf mogu polagati ili zamjenjivati plutače. Zato su ti brodovi po obliku trupa često vrlo slični ribarskim brodovima kočarima.

Zbog različitih uvjeta rada i zbog različitih sporednih namjena, omjeri glavnih dimenzija brodova za polaganje plutača kreću se u prilično širokim granicama:  $L/B = 3,3 \dots 5,5$ ;  $B/T = 2,5 \dots 4,5$ ;  $H/T \approx 1,5$ .

**Pogonski uređaji broda za polaganje plutača.** Iako nije naročito važno da brodovi za polaganje plutača imaju veliku apsolutnu brzinu, a ona obično ne prelazi 11 čv, ipak je njihova relativna brzina  $V/\sqrt{L}$  velika: kreće se od 0,8 do 1,1. Zato je i pogonski stroj relativno snažan.

Osnovni je zahtjev da pogonski uređaj mora omogućiti što bolje manevriranje brodom i fino reguliranje brzine, naročito u podru-



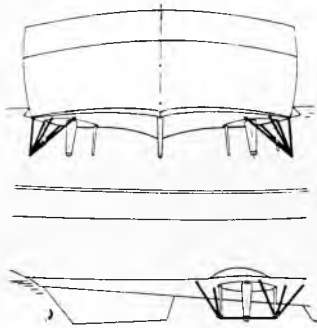
Sl. 10. Konstrukcija bitve na plovnom bageru. 1 bitva, 2 krovna proveza, 3 rebro, 4 paluba

bočna sidra daleko od broda. Na svakom boku broda nalaze se jake privezne bitve od čeličnog lima; one prolaze kroz lim palube i završavaju na posebnom sjedištu koje je pomoću jakog koljena učvršćeno na poprečno rebro broda (sl. 7).

čju vrlo malih brzina,  $V = 0 \dots 4$  čv. Taj bi zahtjev najbolje zadovoljio dizel-električni pogon, ali njegova visoka cijena i male dimenzije brodova za polaganje plutača obično ne dozvoljavaju primjenu tog pogonskog sistema. Moderni brodovi za polaganje plutača imaju u velikoj većini srednje brze ili brze pogonske dizel-motore i vijke s prekretnim krilima. Takav pogonski uređaj omogućava da se iz kormilarnice regulira položaj krila vijka i brzina broda, a sam vijak s prekretnim krilima osigurava potrebno precizno podešavanje brzine broda. Radi što boljeg manevriranja pri malim brzinama, veći brodovi često imaju dva vijka.

Izvršna manevrabilnost i jednostavno reguliranje brzine broda u čitavom području od najmanje do najveće brzine postiže se i pogonom s Voith-Schneiderovim propelerom. U novije vrijeme sagrađeno je nekoliko brodova za polaganje plutača čiji se pogonski uređaj sastoji od brzohodnih dizel-motora i dva Voith-Schneiderova propelera. S obzirom na to da ti brodovi često plove po plićacima, postoji opasnost da Voith-Schneiderov propeler zapne o dno i da se ošteti. Da se to spriječi, na krmi se u uzdužnoj simetrali broda postavlja visoka vertikalna peraja a propeleri se zaštitu posebnom rešetkastom konstrukcijom. Ako se brod na plićaku nasuše, glavni udarac i pritisak preuzimaju peraja i zaštitne rešetke, jer su niži od vrhova lopatica propelera (sl. 1). Zaštitna rešetka ujedno štiti propeler od plovećih komada leda.

U pojedinim izuzetnim slučajevima još se i danas na velike brodove ovog tipa (brodove duže od 50 m) ugrađuje parni pogonski stroj jer je u pogonu vrlo elastičan pa dozvoljava promjene opterećenja i broja okretaja vijka u vrlo širokom rasponu.



Sl. 1. Zaštita Voith-Schneiderova propelera na krmi broda za polaganje plutača

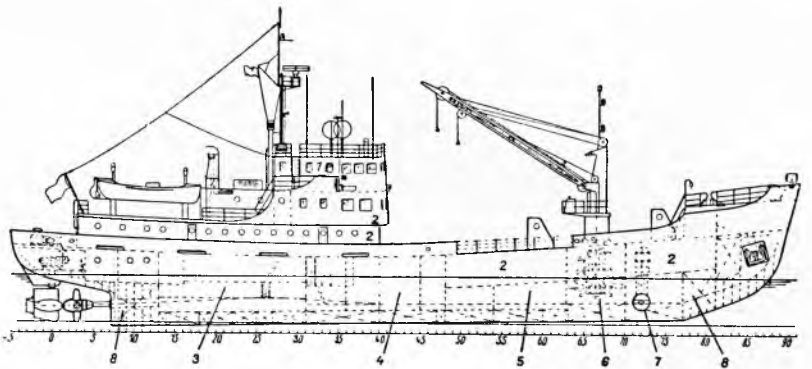
**Uređaji za kormilarenje i navigaciju broda za polaganje plutača.** Izvršna manevrabilnost je primarni zahtjev koji mora zadovoljiti svaki brod za polaganje plutača. Brod treba da je u stanju održavati svoj položaj na mjestu ili kurs plovitbe i kad na njega djeluju iz različitih smjerova i različitim intenzitetom morski valovi, vjetar i morska struja. Kormilarski i pogonski uređaji broda treba da omogućuju vrlo precizno manevriranje i pri stanju mora od 4 Bf i vjetru jačine 6 Bf, da bi se i u tim uvjetima mogle polagati plutače na tačno određenom mjestu.

Radi što boljeg kormilarenja, brodovi za polaganje plutača imaju velik kut kormila, po  $90^\circ$  na svaku stranu, i relativno veliku brzinu prebacivanja kormila, pa im je i kormilarski stroj vrlo snažan. Moderni brodovi često imaju aktivno kormilo i pramčano mlazno kormilo.

Navigacijska oprema brodova za polaganje plutača, naročito na brodovima određenim za rad van užeg obalnog područja, mora omogućavati vrlo preciznu plovitbu i tačno određivanje položaja pojedinih plovnih oznaka. Zato su moderni brodovi opremljeni, osim standardnim navigacijskim uređajima, i Decca- ili Loran-navigacijama, girokompasima, ultrazvučnim dubinomjerima, radiolokatorima itd.

**Konstrukcija trupa i raspored prostorija broda za polaganje plutača.** Brodovi za polaganje plutača imaju vrlo sličnu konstrukciju trupa kao obalni teretni brodovi ili kao obalni tegljači. Dimenzije pojedinih građevnih dijelova trupa određuju se prema propisima klasifikacionih društava. Brodovi koji prevoze plutače na palubi obično imaju taj dio palube posebno pojačan. Konstrukcija je pojačana i ispod dizalice za plutače.

Brodovi za polaganje plutača redovito imaju na krmenom dijelu strojarnicu, nadgrađe ili palubnu kućicu s nastambama posade i kormilarnicom. Kormilarnica mora biti smještena tako da se iz nje ima dobar pregled preko rada dizalice za plutače. Na pramčanom dijelu broda je skladište plutača, a ako su plutače smještene samo



Sl. 2. Generalni plan broda za polaganje plutača »Walter Körtes«. 1 kormilarnica i radio-kabina, 2 nastambe, 3 strojarnica, 4 skladište, 5 tankovi goriva i vode, 6 pogon dizalice, 7 mlazno kormilo, 8 balastni tank

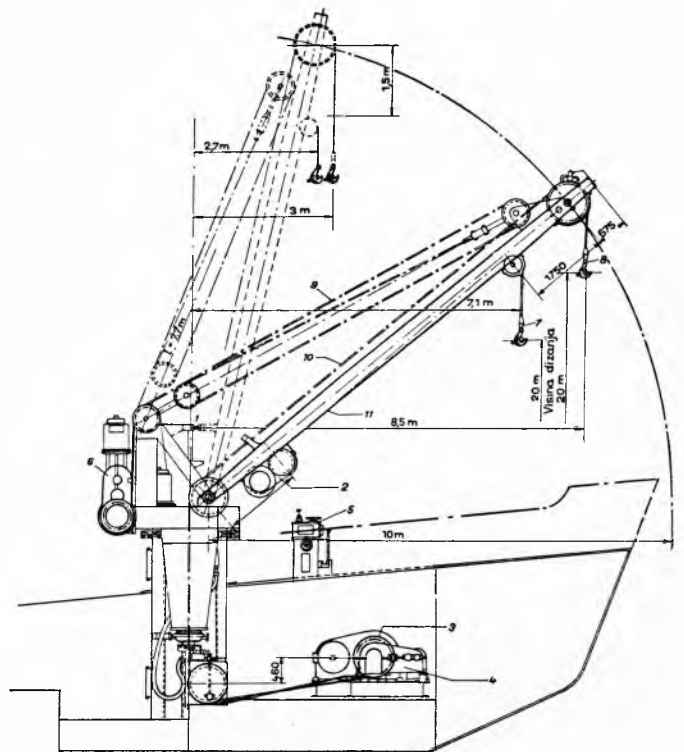
na palubi, u pramčanom potpalublju su nastambe posade i spremišta sitnog materijala. U jednom dijelu pramčanog potpalublja često su smješteni pogonski uređaji dizalice za plutače i pogonsko postrojenje pramčano mlaznog kormila.

Osim skladišta za plutače brod može imati posebna skladišta za opremu svjetlećih i zvučnih plutača. U tu opremu spadaju električki akumulatori i boce s propan-plinom, koji snabdijevaju potrebnom energijom svjetlosne i zvučne signalne uređaje plutača. Spremište akumulatora se obično nalazi u krmenom nadgrađu, a skladište boca s plinom u pramčanom potpalublju.

Tankovi goriva i maziva su redovito u dvodnu. Balastni tankovi su u pramcu i krmi, a brod može imati i bočne balastne tanke na sredini broda da bi se smanjio nagib broda kad se preko boka diže ili spušta teška plutača.

Tipičan raspored prostorija na modernom brodu za polaganje plutača prikazan je na sl. 2.

**Specijalna oprema broda za polaganje plutača.** Brodovi za polaganje plutača, osim što postavljaju nove i uklanjaju oštećene plutače, moraju u određenim vremenskim intervalima na svjetlećim i zvučnim plutačama obnavljati izvore energije. Sve su

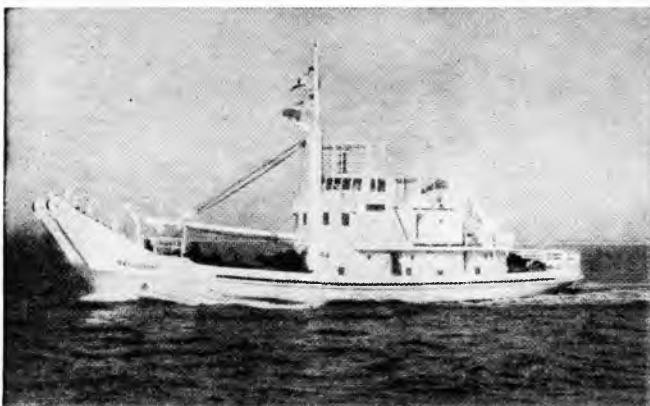


Sl. 3. Specijalna dizalica za plutače. 1 odbojnik, 2 pomoćno vitlo ( $V = 40$  m/min), 3 glavno vitlo ( $V = 30$  m/min), 4 uređaj za održavanje konstantnog napona užeta, 5 upravljačko mjesto, 6 vitlo kraka (23 kW), 7 pomoćna kuka (3 Mp), 8 glavna kuka (9 Mp), 9 čelo  $\varnothing 22$  mm, 10 čelo  $\varnothing 30$  mm, 11 čelo  $\varnothing 18$  mm

te operacije skopčane s dizanjem i spuštanjem plutača. Velike plutače sa sidrima i lancima teške su nekoliko tona, a potrebna je i dodatna sila da se iz morskog dna izvuku sidra plutača. Za dizanje i spuštanje plutača brod ima snažnu dizalicu kapaciteta 10...20 Mp.

Brod može dizati plutače ili preko boka ili preko pramca. Velika većina brodova diže plutače preko boka. Dizalica za plutače je obično na pramcu ispred spremišta plutača. Moderni brodovi imaju okretne dizalice s električkim pogonom, kojima je brzina dizanja 15...20 m/min (sl. 3). Pogonski motor je često smješten ispod palube. Poseban uređaj drži užu kuke dizalice stalno napeto da se kuka ne otkvači kad se brod ljulja na valovima. Ponekad brodovi za polaganje plutača, naročito manji, nemaju okretnu dizalicu, već pomoću samarica rukuju plutačama. Takvi brodovi imaju obično po dva jarbola sa samaricama; jedan jarbol je ispred nadgrađa a drugi ispred spremišta plutača.

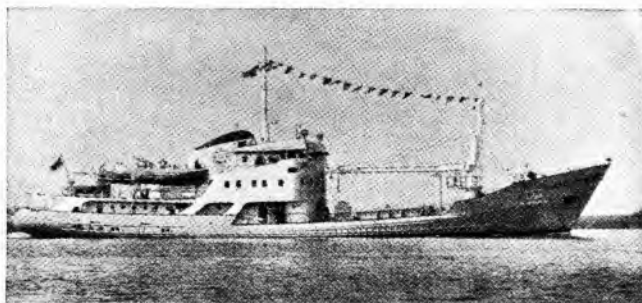
Brodovi koji dižu plutače preko pramca imaju jako povišen i izbačen pramac (sl. 4). Za dizanje plutača služi vitlo i koloturivodilice raspoređeni duž palube i na vrhu pramca; preko njih prelazi čelik-čelo sa kukom na kraju.



Sl. 4. Brod za dizanje plutača preko pramca

Svi brodovi obično preko pramca izvlače sidra plutača ako su se ona dublje zarila u morsko dno. U tu im svrhu služi sidreno vitlo i poseban kolotur na vrhu pramca. Zato su sidrena vitla brodova za polaganje plutača snažnija nego na drugim brodovima slične veličine i mogu razviti vlačnu silu i preko 50 Mp.

Plutače moraju biti dobro usidrene. Da bi se mogla sidra plutača što bolje učvrstiti, neki brodovi za polaganje plutača imaju specijalni uređaj koji pomoću komprimiranog zraka u mor-



Sl. 5. Brod za polaganje plutača »Al-Waleed«;  $L_{pp} = 51,82$  m,  $B = 10,5$  m,  $T = 2,44$  m, snaga pogonskog motora 800 KS, brzina 12 čv

skom dnu buši rupe za sidra. Radi kontrole sidrenja plutača brod je često opremljen i ronilačkom opremom.

Glavne karakteristike modernih velikih brodova za polaganje plutača prikazane su u tablici 1.

### TEGLJAČ

Tegljač (remorker) je specijalan tip broda određen za tegljenje (ili guranje) i spasavanje brodova i ostalih plovnih objekata na morima i rijekama i za obavljanje različitih pomoćnih poslova u pristaništima.

Prvi tegljači se pojavljuju početkom XIX st. Prije toga vremena na rijekama i kanalima brodove su teglili ljudi ili konji krećući se po obali, a u lukama su brodovima pomagali pri manevriranju obični veći čamci na vesla. Primiernom parnog stroja za pogon broda stvorena je mogućnost gradnje specijalnih brodova određenih samo za tegljenje. Prvim tegljačem može se smatrati engleski parobrod »Charlotte Dundas«, koji je na prvoj vožnji kanalom Forth-Clyde 1802 teglio dvije teglenice po 70 tona, ali nakon te prve vožnje vlasti su zabranile takav način vuče zbog straha da valovi oštete obale kanala. »Charlotte Dundas« je bio prvi brod opremljen parnim strojem specijalno građenim za brodsku službu. Oko 1832 javljaju se u USA prvi parobrodi koji na rijekama tegle jednu ili više teglenica, a nakon 1840 počinje u Evropi gradnja brodova sa parnim pogonom namijenjenih isključivo službi tegljenja. Već 1870 u USA se osim tegljenja počinje primjenjivati i guranje flotile teglenica. Te je godine izgrađen prvi veliki riječni parobrod-gurač »John A. Woods«, koji je imao pogon kotačem na krmu. Poslije 1900 grade se prvi motorni tegljači s pogonom na semi-dizel ili teški, sporohodni dizel-motor. 1925 sagrađen je u Njemačkoj prvi veliki motorni oceanski tegljač »Seefalke« sa dva pogonska dizel-motora po 900 KS, ali sve do 1935 na tegljačima prevladava je parni pogon. Prednosti dizel-motora i dizel-elektro-pogona pred parnim pogonom došle su do punog izražaja koncem tridesetih godina ovog stoljeća, pa se od tog vremena gotovo potpuno prestaju graditi parni tegljači i prelazi se na motorni pogon. Motorni pogon je omogućio ugradnju većih snaga i većih akcijskih radijus, pa danas već postoje tegljači s pogonskim motorima od preko 5000 KS i s akcijskim radijusom do 1000 sati vožnje. Nakon Drugoga svjetskog rata na evropskim rijekama se počinje pored tegljenja primjenjivati i sistem guranja teglenica, pa se poslije 1950 i u Evropi grade specijalni riječni brodovi-gurači.

Tegljači se mogu podijeliti na morske i riječne. Morski tegljači su mali lučki tegljači i pomoćni tegljači dužine od 20 m, veliki lučki i obalni tegljači dužine od 20 do 38 m, oceanski tegljači i tegljači za spasavanje, dužine preko 35 m. Riječni su tegljači i gurači neograničenog gaza dužine od 12 do 30 m, tegljači ograničenog gaza dužine preko 30 m.

Svaki od tih tipova tegljača ima specifične karakteristike da bi udovoljio svojim specijalnim uvjetima rada. Ali svi tegljači, bez obzira na tip, imaju i određene opće karakteristike, koje ih razlikuju od ostalih vrsta brodova.

Osnovna je karakteristika tegljača da je to jedini tip broda projektiran prvenstveno za to da nosi snažan propulzivni uređaj. Tegljač je u stvari plovceći izvor energije, kojemu je zadatak da pomaže ostalim brodovima pri manevriranju u ograničenom prostoru ili da ih tegli do njihova odredišta. Prema tome, veći dio raspoložive snage tegljač troši na tegljenje, a samo manji dio na vlastiti pogon.

Tegljač mora imati izvrsna manevarska svojstva da bi mogao raditi u često vrlo skućenom prostoru luke i da bi mogao na rijekama, kanalima, uskim prolazima i na uzburkanom moru upravljati tegljem (plovilima koje tegli), čija je dužina i težina često i stotinu puta veća od dužine i težine tegljača.

Tegljači moraju imati dovoljno veliku metacentarsku visinu i velik opseg stabilnosti. Uže za tegljenje je vezano za tegljač uvijek iznad plovne vodne linije, tj. hvatište vučne sile je relativno visoko, pa u izvjesnim uvjetima može doći do prevrtanja tegljača samo uslijed djelovanja vučne sile.

Relativna brzina  $V/\sqrt{L}$  tegljača u slobodnoj vožnji iznosi 1,0...1,4, jednaka je, dakle, relativnoj brzini brzih putničkih brodova, a znatno je veća od relativne brzine običnih teretnih

Tablica 1  
BRODOVI ZA POLAGANJE PLUTAČA

Ime broda	»Walter Körtes«	»Nordens«	»Luceros«	»Rashidahs«	»Majangs«
Zemlja	Njemačka	Njemačka	Venezuela	Iran	Indonezija
Godina gradnje	1958	1953	1959	1962	1963
Glavne dimenzije:					
Dužina preko svega $L_{QA}$ , m	54,8	40,75	45,72	38,4	77,97
Dužina između okomica $L_{pp}$ , m	49,8	37,55	42,67	32,0	71,0
Širina $B$ , m	9,04	8,0	12,8	9,75	13,5
Gaz $T$ , m	3,5	1,95	2,74	2,90	4,50
Bočna visina $H$ , m	—	2,8	4,57	3,35	5,8
Istisnina, m <sup>3</sup>	900	—	—	—	2470
Pogonski uređaj:					
Tip	dizel	dizel	dizel	dizel	parni stroj
Snaga na propellerskoj osovini, KS	1800	650	1600	675	1800
Broj vijaka	1	2	2	2	1
Tip vijaka	prekretna krila	Voith-Schneider	prekretna krila	prekretna krila	normalni
Brzina, čv	14	11	12	9,5	13