

R. Radulić

**MANEVRI
BRODOM**

PROFIL

Sadržaj

Izdavač
Profil International d.o.o.
Kaptol 25, Zagreb

Za izdavača
Daniel Žderić

Glavni urednik
Zlatko Klanac

Izvršna urednica
Ivančica Knapić

Recenzenti
Mladen Russo
Klarin Maksim

Lektorica
Andrea Vlahović

Ilustracije
Ratko Radulić

Grafičko oblikovanje
Darko Matas

Naslovnica
Ideodizajn

Tisak
STAJER-GRAF, Zagreb

Ministarstvo prosvjete i športa Republike Hrvatske odobrilo je uporabu udžbenika
u srednjim strukovnim školama rješenjem
KLASA: UP/I-602-09-01-01/172, URBROJ: 532-02-03/1-01-1, od 6. travnja 2001.

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i sveučilišna knjižnica, Zagreb

UDK 372.865.661 (075.03)
ISBN 953-200-334-7

UVOD	7
1. MANEVARSKE POSEBNOSTI BRODA	8
1.1. Kormilo broda	8
1.1.1. Sile na kormilu	9
1.1.2. Moment okreta broda	10
a) Vožnja naprijed	10
b) Vožnja krmom	10
1.1.3. Točka okreta broda	10
1.1.4. Opterećenje na listu kormila, na rudi i na kormilarskom uređaju	12
1.1.5. Krug okreta broda	15
1.2. Djelovanje vijka	17
1.2.1. Općenito o vijku kao pozivnom sredstvu broda	17
1.2.2. Utjecaj vijka na manevriranje brodom	19
1.2.3. Poprečne (bočne) sile pri vožnji naprijed	19
a) Sila zapljuskivanja kormila	19
b) Sila otpora ili bočnog poriva	20
1.2.4. Poprečne (bočne) sile pri vožnji krmom	22
a) Sila zapljuskivanja krmenog dijela broda	22
b) Sila otpora ili bočnog poriva	22
1.2.5. Zajedničko djelovanje kormila i vijka	23
1.2.6. Okret broda s jednim vijkom na mjestu (košenje i piljenje)	24
1.2.7. Manevarske osobine broda s dva vijka	25
1.2.8. Razne tehničke izvedbe propulzora i kormila u svrhu boljeg manevriranja	27
• Potiskivač pramca i potiskivač krme	27
• Aktivno kormilo	28
• Okretljiva sapnica	28
• Pramčano kormilo	29
• Woith-Schneiderov porivnik	29
• Scilling-Vectwinovo kormilo	30
• Rotirajući potiskivači	30
1.3. Zaustavljanje i zalet broda	31
1.4. Vrijeme prebacivanja stroja iz vožnje naprijed u vožnju krmom	32
1.5. Sredstva za vez i djelovanje veznih konopa	32
1.5.1. Sredstva za vez	32
1.5.2. Djelovanje veznih konopa	33
1.6. Korištenje sidara pri manevriranju brodom	35
1.7. Utjecaj trima i nagiba na brzinu i okretljivost broda	36
1.8. Ostali čimbenici	37

1.8.1.	Sidreni uređaj	37	3.6.	Manevar pristajanja na plutaču	80
1.8.2.	Pritezna vitla i sredstva za vez	37	3.6.1.	Prilaženje plutači	80
1.8.3.	Sustav veze	38	3.6.2.	Vez broda na dvije plutače	81
1.8.4.	Korištenje brodskih brodica za izvlačenje konopa	38	3.6.3.	Isplovljavanje s plutače	82
1.8.5.	Zapovijedi za kormilarenje prilikom izvođenja manevra	38	3.7.	Manevar pristajanja u četverovez	82
2.	UTJECAJ VANJSKIH ČIMBENIKA		3.8.	Boravak i sigurnost broda na vezu	84
	NA MANEVRIRANJE BRODOM	42	4.	MANEVRIRANJE BRODOM U POSEBNIM UVJETIMA	87
2.1.	Utjecaj vjetra	42	4.1.	Manevriranje brodom u slučaju prodora požara	87
2.1.1.	Utjecaj vjetra na brod koji stoji	42	4.1.1.	Zaštitne mjere od požara za vrijeme boravka broda u luci	88
2.1.2.	Utjecaj vjetra na brod koji plovi	44	4.2.	Manevriranje brodom u slučaju prodora vode	89
2.2.	Utjecaj valova	45	4.3.	Manevriranje brodom u slučaju sudara na moru	92
2.2.1.	Plovidba s valovima u pramac	46	4.4.	Nasukavanje broda i manevar odsukavanja	93
2.2.2.	Plovidba s valovima u krmu	46	4.4.1.	Mjere koje treba poduzeti za odsukavanje broda	93
2.3.	Utjecaj struje	47	4.5.	Spašavanje ljudi na moru	95
2.4.	Utjecaj plitke vode	48	4.5.1.	Sredstva za spašavanje vlastitog broda	95
2.4.1.	Plovidba u plitkoj vodi	50	4.5.2.	Spašavanje pomoću drugih brodova	96
2.4.2.	Plovidba u uskim kanalima	52	4.5.3.	Čovjek u moru	97
	• Pretjecanje	54	4.6.	Raspored za uzburu i napuštanje broda	99
	• Mimoilaženje	55	4.6.1.	Raspored za uzburu	100
	• Okretanje i sposobnost kormilarenja u plitkoj vodi	56	4.6.2.	Vježbe za napuštanje broda	101
3.	IZVOĐENJE MANEVARA	59	4.6.3.	Priručnik za vježbe	101
3.1.	Manevar sidrenja	59	4.6.4.	Brodski alarmni sustav	102
3.1.1.	Sidreni uređaj trgovačkog broda	59	LITERATURA	105	
3.1.2.	Sidrište	59			
3.1.3.	Izbor točke sidrenja	62			
3.1.4.	Obaranje sidra	63			
3.1.5.	Boravak na sidru	63			
3.1.6.	Dizanje sidra	63			
3.1.7.	Manevar sidrenja s dva sidra	64			
3.2.	Manevar uplovljavanja u luku i pristajanje	65			
3.2.1.	Manevar pristajanja uz obalu	66			
3.2.1.1.	Pristajanje broda s jednim vijkom po lijepom vremenu i manevar isplavljanja	66			
3.2.1.2.	Pristajanje broda s jednim vijkom po vjetrovitom vremenu i manevar isplavljanja	69			
3.3.	Pristajanje broda s dva vijka i manevar isplavljanja	73			
3.4.	Manevar pristajanja pomoću tegljača	74			
3.4.1.	Manevar pristajanja pomoću jednog tegljača	75			
3.4.2.	Manevar pristajanja pomoću dvaju i više tegljača	76			
3.5.	Manevar pristajanja brodova velike tonaže	78			

Uvod

Pod pojmom manevriranja brodom se podrazumijeva vještina upravljanja brodom prilikom pristajanja uz obalu ili gat, prilikom veza u četverovez i na plutaču, prilikom sidrenja i u posebnim slučajevima kao što su manevri prilikom tegljenja, spašavanja, nasukavanja, prodora vode, požara, manevriranja pri nevremenu (zavlačenja) ili prilikom napuštanja broda. Da bi se manevar dobro izveo, potrebno je poznavati neke bitne čimbenike koji uvelike utječu na njegovu uspješnost.

Te čimbenike možemo podijeliti u tri skupine:

1. manevarske posebnosti broda (djelovanje kormila, vijka, veznih konopa, itd.)
2. utjecaj vanjskih sila i ograničenja (vjetar, struja, akvatorij, itd.)
3. znanje i sposobnosti osobe koja izvodi manevar

Iako uspješnost manevra ovisi o sva tri navedena čimbenika, ipak je kod svakog manevra najpresudniji čovjek sa svojim znanjem i iskustvom. Osim potrebnih teorijskih znanja i stečenog iskustva kroz praksu, neki će zapovjednici kod manevriranja biti uspješniji, dok će neki biti manje uspješni, što opet ovisi o psihofizičkim osobinama svakog pojedinca. Važno je napomenuti da se svaka vještina stječe vježbom, pa je logično da će svaki naredni manevar biti lakši i uspješniji. Budući da naši časnici stječu vještine na brodu za vrijeme kadeture i ukrcaja kao časnici palube, u ovom udžbeniku će se posvetiti pozornost izučavanju teorijskih znanja spomenutih čimbenika 1 i 2.

Svaki od navedenih čimbenika sadrži niz podčimbenika koje je potrebno znati. Stoga ih je potrebno svakog posebno analizirati, što će biti predmet narednih izlaganja.

1. Manevarske posebnosti broda

Svaki brod ima svoju "ćud", tj. njemu karakteristična svojstva. Ovisno o vrsti, tipu i veličini broda, manevarska svojstva broda se znatno razlikuju. Čak i kod brodova istoga tipa se njihove osobine razlikuju. Osim toga, jedan te isti brod će se različito ponašati u pojedinim slučajevima. Tako će se isti brod kod manevriranja drugačije ponašati po mirnom moru nego po vjetrovitom i valovitom vremenu, drugačije pri plovidbi u struji, drugačije pri plovidbi u plitkoj vodi, u ograničenom akvatoriju, itd. Na ponašanje broda utječu slijedeći čimbenici:

1. kormilo broda, njegove karakteristike i djelovanje te okretljivost broda
2. vijak, njegove karakteristike i djelovanje
3. zaustavljanje i zalet broda
4. vrijeme prebacivanja stroja iz vožnje naprijed u vožnju krmom
5. djelovanje veznih konopa i ostalih sredstava za vez broda
6. korištenje i djelovanje sidara pri manevriranju
7. utjecaj trima i nagiba na brzinu i okretljivost broda
8. poznavanje i korištenje ostalih sredstava i uređaja potrebnih prilikom manevriranja brodom

1.1. Kormilo broda

Kormilo je vertikalna ploha određene površine koja je postavljena u uzdužnici broda (kod brodova s jednim vijkom), na podvodnom dijelu krme iza brodskog vijka, a može se okretati oko vertikalne osovine i otkloniti za željeni kut pomoću kormilarskog uređaja. Prema položaju osovine kormila, razlikujemo nebalansna, polubalansna i balansna kormila. Nebalansna kormila imaju cijelu površinu iza osovine kormila, dok balansna imaju od 10 do 30 % površine plohe ispred osovine kormila. Kod balansnih kormila dio površine ispred osovine kormila omogućava lakše okretanje kormila, tj. upotrebu manje sile za otklanjanje kormila.

Kormilom se zbog djelovanja tlaka struje vožnje i /ili struje vijka brod može skretati udesno ili ulijevo i na taj način upravljati u vožnji naprijed, odnosno krmom. Da bi kormilo uspješno djelovalo, mora imati određenu površinu i mogućnost otklanjanja iz uzdužnice broda preko sustava prijenosa za određeni kut od 0 do 45 stupnjeva udesno ili ulijevo. Površina lista kormila izračunava se za određeni brod po formuli:

$$F = \frac{L \times T}{K} \dots\dots\dots (1)$$

gdje je: L = dužina broda,
 T = gaz broda,
 K = koeficijent koji se kod trgovačkih brodova kreće između 50 i 65.

Odnos površine lista kormila prema odnosu duljine i gaza se kreće između 1,5% i 2%. Površina plohe kormila ne smije preći određenu veličinu da kormilo ne bi bilo previše veliko jer bi ga to izložilo većim

opterećenjima, a time i većim mogućnostima oštećenja, posebno pri jačim udarcima valova. Osim toga, za otklanjanje veće plohe kormila je potrebna i veća sila, što zahtijeva jači i skuplji kormilarski uređaj i veći utrošak energije.

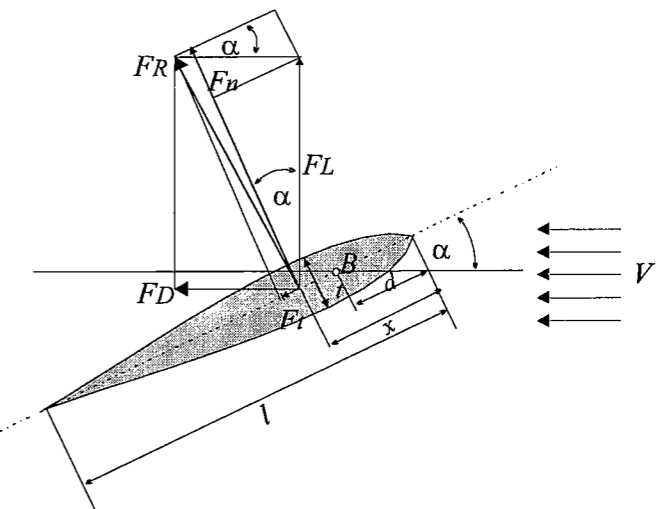
Kad brod u vožnji naprijed ima kormilo u sredini, strujanje vode ide usporedo niz obje plohe ne stvarajući nikakav otpor, zbog čega bi brod trebao zadržati pravac kretanja, tj. slijediti postojeći kurs kad ne bi bilo nikakvih drugih utjecaja (vjetar, struja, djelovanje vijka, nagib, i sl).

Međutim, ako se u vožnji naprijed kormilo postavi na desnu ili na lijevu stranu, na njegovoj će prednjoj plohi porasti tlak zbog struje kretanja broda i djelovanja struje vijka. Na suprotnoj strani će nastati podtlak. Tlak na prednjoj plohi i podtlak na suprotnoj strani nastoje kormilo vratiti u sredinu. Zbog sile kormilarskog stroja koji plohu kormila čvrsto drži u otklonjenom položaju, krma počinje izbijati lijevo, a pramac desno, i obratno, ako se kormilo otkloni u lijevu stranu.

U vožnji krmom struja kretanja djeluje suprotno, tj. ako se kormilo otkloni udesno, krma skreće desno, a kod otklona kormila ulijevo u vožnji krmom, krma skreće lijevo. Ipak, zbog utjecaja drugih čimbenika (prije svega vijka) je kormilarenje u vožnji krmom otežano, o čemu će biti govora kasnije.

1.1.1. Sile na kormilu

Okretanje lista kormila dok okolna voda miruje nema nikakva učinka. Ali, ako se brod giba, voda struji uz list kormila. Ako se list okrene iz središnjeg položaja za određeni kut α , javljaju se sile uslijed strujanja za koje se može pretpostaviti da se sastoje od translacijskog i cirkulacijskog. Ova dva sustava strujanja izazivaju na upadnoj strani porast tlaka, a na suprotnoj strani pad tlaka.



Slika 1 Sile na kormilu

Prema Bernoullijevom zakonu, na prednjoj strani dolazi do porasta tlaka i pada brzine strujanja, a na suprotnoj strani obratno. Razlika tlakova stvara silu kormila F_R (slika 1). Sila kormila F_R se može rastaviti na dvije komponente: na tangencionalnu silu trenja F_t i normalnu F_n . Sila kormila F_R se može rastaviti i na druge dvije komponente: na poprečnu ili korisnu F_L i na štetnu ili uzdužnu silu otpora F_D koja povećava ukupni otpor broda, tj smanjuje brzinu.

Sila kormila ovisi o kutu otklona i obliku kormila, površini lista, brzini gibanja kroz vodu i o gustoći medija kroz koji se giba. Ova se sila može izraziti jednadžbom:

$$F_R = C' \cdot f(A_R, V, \rho) \dots\dots\dots (2)$$

u kojoj je je C' bezdimenzionalni koeficijent sile kormila ovisan o kutu kormila i obliku lista, A_R je površina lista, V brzina gibanja i ρ gustoća tekućine.

Da bi se jednadžbom osim matematičke jednakosti izrazila i fizička jednakost, $f(A_R, V, \rho)$ ima dimenziju sile. Taj je uvjet ispunjen ako jednadžba glasi:

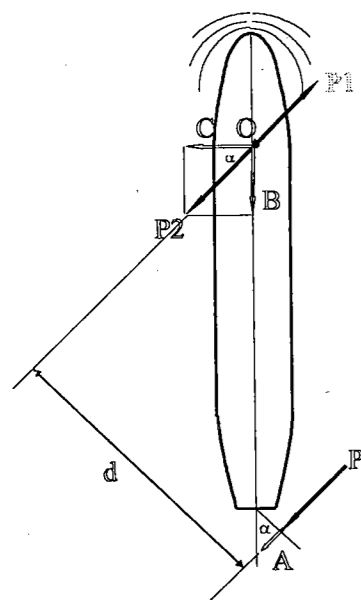
$$F_R = C' \cdot A_R \cdot V^2 \cdot \rho \dots\dots\dots (3)$$

S obzirom na to da je sila kormila proporcionalna razlici tlakova na različitim stranama lista kormila, najveću učinkovitost trebalo bi očekivati pri kutu kormila od 45°. Međutim, zbog kosog smjera strujnica, najveća učinkovitost pri gibanju naprijed na brodu s običnim kormilom se postiže pri odklonu od 30 do 35°. Povećanjem kuta odklona povećava se i krak na kojem djeluje sila kormila. Pri gibanju broda krmom, povećanjem kuta odklona se krak smanjuje, pa je pri gibanju krmom najveći učinak pri odklonu kormila od oko 20°. Zbog toga pri vožnji krmom nema svrhe okretati kormilo više od 20°. To se ne preporučuje i zbog toga što se većim odklonom povećavaju opterećenja na kormilu, rudi i kormilarskom stroju. Proizvodi učinka kormila na brodu određene duljine se mogu razmatrati kao momenti (sila kormila na kraku duljine od točke okreta do sile na kormilu).

1.1.2. Moment okreta broda

a) Vožnja naprijed

Objašnjenje momenta okreta zbog djelovanja kormila u vožnji naprijed je prikazano na slici 2.



$$M_{ok} = (A+P) \times d \dots\dots\dots (4)$$

Slika 2 Moment okreta pri vožnji naprijed

Sila P predstavlja silu tlaka na prednoj plohi lista kormila. Sila P_1 predstavlja silu u točki okreta i okreće pramac desno. U točki okreta djeluje i sila P_2 koja je po snazi jednaka sili P_1 , ali je suprotnog smjera i djeluje dvojako, komponentom $B = P_2 \sin \alpha$ i komponentom $C = P_2 \cos \alpha$. Sila A predstavlja silu podtlaka koja potpomaže okretanju i utječe na izbijanje krme lijevo.

Sile A i P_1 djeluju na kraku d i čine spreg sile. Drugim riječima, te sile stvaraju moment okretanja broda. Okretanju pramca udesno suprotstavlja se sila P_2 . Sile P_1 i P_2 , kako je već rečeno, jednake su po jačini, ali su suprotnog smjera. Djelovanje sile P_2 objašnjava djelovanje njenih komponenti: komponenta B djeluje u uzdužnici broda u suprotnom smjeru kretanja broda utječe na smanjenje brzine, a komponenta C je

¹Vidi točka 1.4.

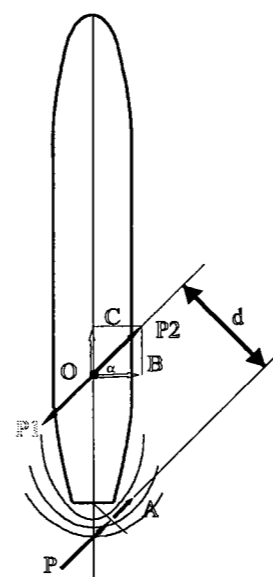
okomita na uzdužnicu broda čije djelovanje uzrokuje zanošenje i naginjanje broda.

Točka okreta u vožnji naprijed je pomaknuta ispred sustavnog težišta i nalazi se na oko 1/4 dužine broda od pramčane statve, pa je krak d poprilično velik. Ako je brod pretežan, točka okreta se pomiče još više naprijed, i obratno ako je brod zatežan. Zbog toga je kod pretežnog broda u vožnji naprijed okretljivost bolja, ali je slabija stabilnost kursa.

Budući da je stabilnost kursa od veće važnosti, naročito na dugim preoceanskim vožnjama, brod se uvijek drži više zatežanim da bi bolje stajao u kursu.

b) Vožnja krmom

Objašnjenje momenta okreta zbog djelovanja kormila u vožnji krmom prikazano je slikom 3.



$$M_{ok} = (A+P) \times d \dots\dots\dots (5)$$

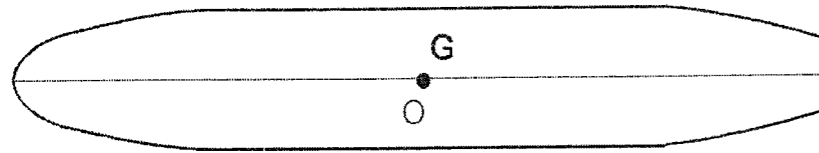
Slika 3 Moment okreta u vožnji krmom

Pri vožnji krmom kormilo slabije djeluje. Zbog manjeg kraka d je manji i moment okreta. Posljedica toga je da kormilo u vožnji krmom mnogo slabije sluša. Pri vožnji naprijed i struja vožnje i struja vijka pozitivno djeluju na kormilo (zbrajaju se), dok pri vožnji krmom struja vijka vrlo negativno utječe (o čemu detaljnije u točki 1. 2. 4.), pa je kod nekih brodova gotovo nemoguće kormilariti pri vožnji krmom.

U samom početku, tek kad brod zaveze, krmom struja vijka djeluje negativno (zbog zapljuskivanja krme, vidi toč.2.4.a), a brzina krmom je neznatna, zbog čega je i struja vožnje neznatna. Kako se povećava brzina, krmom počinje djelovati struja vožnje (sila P) pa i kormilo počinje bolje slušati.

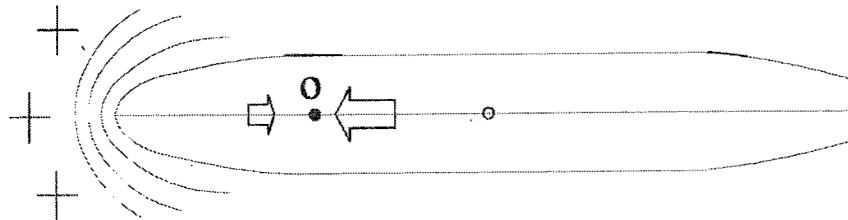
1.1.3. Točka okreta broda

Kad je brod na ravnoj kobilici u stanju mirovanja, pri mirnom vremenu i nikakve sile ne djeluju na njega, ova točka se nalazi u blizinu sustavnog težišta broda, odnosno negdje u sredini broda (slika 4).



Slika 4 Točka okreta kod broda u stanju mirovanja

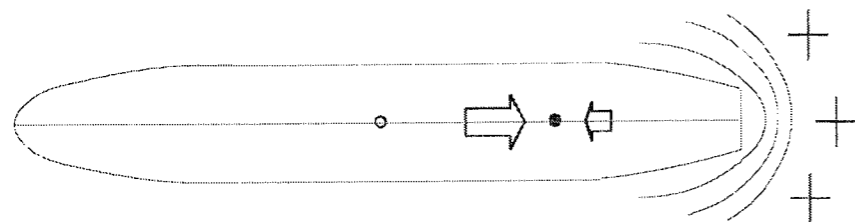
Pri vožnji naprijed djeluju dvije sile: sila kretanja broda prema naprijed (sila vožnje) i sila uzdužnog otpora na pramcu uzrokovana kretanjem prema naprijed (slika 5). Ove dvije sile se moraju naći u ravnoteži. Sila vožnje je jača (100:25), zbog čega se točka okreta pomiče prema naprijed. Po gruboj procjeni točka okreta u vožnji naprijed se nalazi na oko $\frac{1}{4}$ dužine broda od pramca.



← $\frac{1}{4} L$ →

Slika 5 Položaj točke okreta broda u vožnji naprijed

Pri vožnji krmom je situacija potpuno suprotna. Sila kretanja krmom mora se uravnotežiti s uzdužnim otporom koji se u ovom slučaju stvara na krmenom djelu broda. Točka okreta se radi toga pomiče prema krmu i nalazi se na oko $\frac{1}{4}$ dužine broda od krme (slika 6).



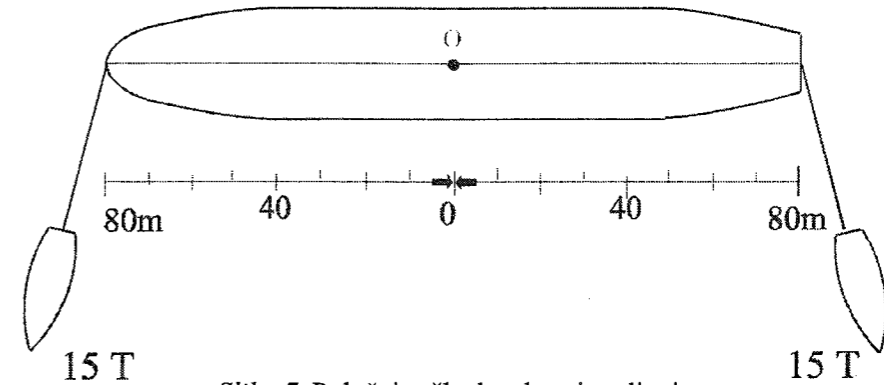
← $\frac{1}{4} L$ →

Slika 6 Položaj točke broda pri vožnji krmom

Ostali čimbenici koji utječu na položaj točke okreta su i sve druge sile koje utječu na kretanje broda, kao što su: sile na kormilu, bočne sile vijka, potiskivač pramca (krme), djelovanje tegljača, utjecaj vjetra, struje, valova itd. Djelovanje svih sila je veće što je krak na kojem te sile djeluju veći.

Sljedeći primjer pojašnjava zakretni moment koji na brod vrše tegljači.

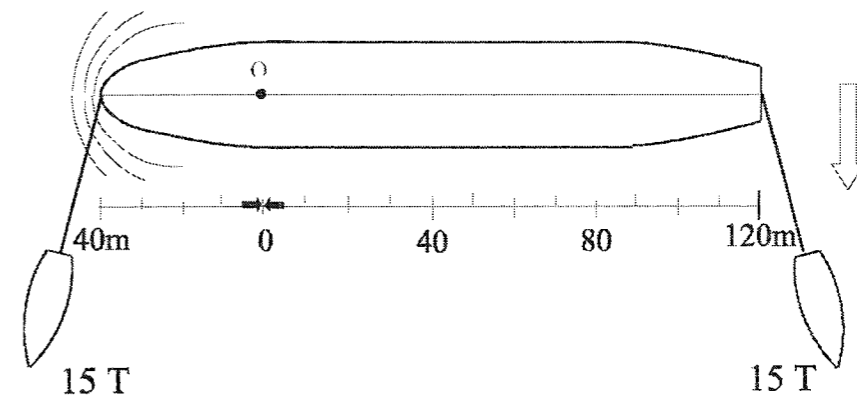
Uzmimo primjer da brod dužine 160 metara tegle dva tegljača, jedan po pramcu a jedan po krmu snagom od 15 tona na teglju (slika 7).



Slika 7 Položaj točke broda pri tegljenju

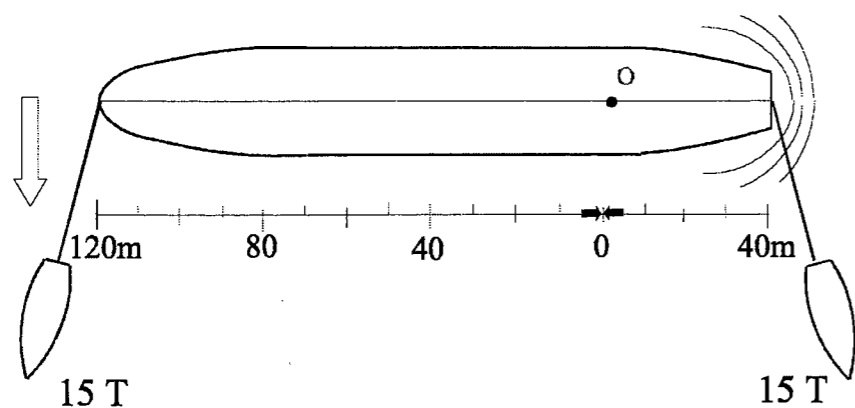
Svaki tegljač stvara zakretni moment od $80\text{m} \times 15\text{t}$ (1200tm). Ovakvo djelovanje uzrokuje bočno pomicanje broda bez zakretnog momenta jer iste sile djeluju na suprotnim stranama.

Pri vožnji naprijed, kako je od ranije poznato, točka okreta se nalazi na $\frac{1}{4}$ od pramca (u našem primjeru 40m od pramca). Zbog toga će prednji tegljač djelovati snagom od $40\text{m} \times 15\text{t}$ (600tm), dok će krmeni tegljač djelovati daleko većom snagom, tj. sa $120\text{m} \times 15\text{t}$ (1800tm). Ovo će uzrokovati skretanje broda udesno (slika 8).



Slika 8 Položaj točke okreta broda pri tegljenju u vožnji naprijed

Pri vožnji krmom će učinak tegljača biti obrnut jer se u vožnji krmom točka okreta nalazi na oko 40m od krmene statve. Tegljač na pramcu ima veći učinak: $120\text{m} \times 15\text{t}$ (1800tm), a tegljač samo $40\text{m} \times 15\text{t}$ (600tm). To će uzrokovati skretanje broda ulijevo (slika 9).



Slika 9 Položaj točke okreta pri tegljenju u vožnji krmom

Po ovom načelu će slične zakretne momente i djelovanje na brod polučiti i ostali, već navedeni čimbenici.

1.1.4. Opterećenje na listu kormila, na rudi i na kormilarskom uređaju

Sila tlaka koju stvaraju struje vode (struja kretanja broda i struja vijka) na plohi kormila je data izrazom :

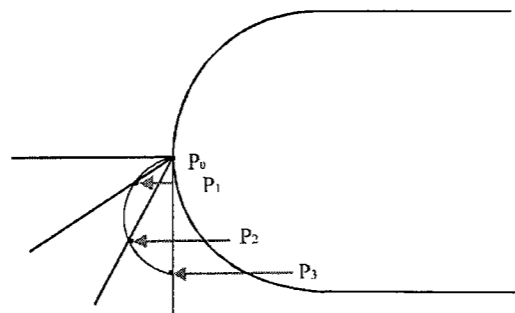
$$F = A v^2 K \sin \alpha \dots\dots\dots (6)$$

U formuli: A = površina plohe kormila
 V = brzina struje čestica vode na plohi kormila
 K = koeficijent koji ovisi o podvodnom obliku broda
 α = kut otklona kormila

Tlak što ga na kormilo vrši struja vožnje je prvi proračunao Eulerⁱⁱ. Na osnovu njegovih istraživanja mnogi su se naučnici bavili ovim problemom (Rankin, Middendorf, Weisbach, Josel) i dali uglavnom empirijske formule za različite tipove brodova i vrste kormila. Midenddorf je, na primjer, najviše istraživao kormila jedrenjaka, a Josel pravokutna kormila. Rankinova formula ($F = 11 A v^2 \sin \alpha$) je približna jer za različite kutove "upada" struje vode u velikoj mjeri ovisi o omjeru visine i širine kormila, presjeku kormila, njegovu smještaju na brodu, itd. U Rankinovoj formuli koeficijent podvodnog oblika broda iznosi 11.

Opterećenje na plohi kormila, rudi i kormilarskom stroju ovisi o momentu kormila. Ovaj moment je produkt sile tlaka na kormilo P i udaljenosti težišta kormila od osovine kormila - kraka (d), tj. $M = Pd$. (slika 10 i 11).

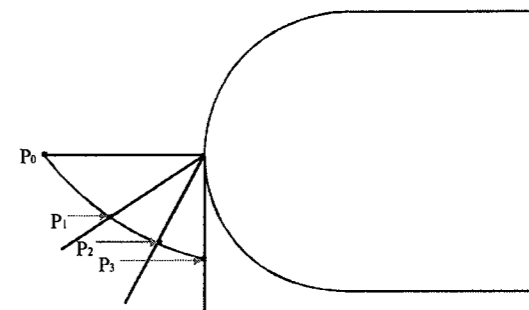
Slika 10 Opterećenje na kormilu pri vožnji naprijed



ⁱⁱLeonhard Euler, Švicarski fizičar i matematičar (1707-1783) jedan je od najvećih fizičara i matematičara svog vremena. Iz područja brodogradnje važna su njegova istraživanja u hidrodinamici ("Opći princip gibanja fluida" - 1755).

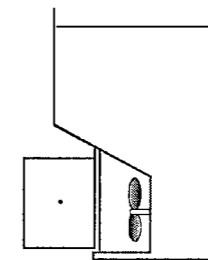
Hvatište sile struje koja djeluje na kormilo nije stalno u istoj točki, već se pomiče u pravcu nadolazeće vode (slično kao kod jedara kad vjetar dolazi pod kosim kutem).

Pri vožnji naprijed se ova točka premješta iz položaja osovine P_0 kad je kormilo u sredini do položaja P_3 kad je kormilo pod kutem od 90° (slika 10). Iz slike se vidi da se hvatište premješta po polukružnoj krivulji. Kako se povećava kut otklona, povećava se i krak, a time i sila na plohi kormila koja nastoji kormilo vratiti u sredinu.

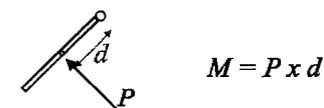


Slika 11 Opterećenje na kormilu pri vožnji krmom

Pri vožnji krmom sila struje koja djeluje na kormilo se kreće od točke $P_0 - P_3$, ali sada nastoji zaokrenuti kormilo za još veći kut, pri tome djelujući stalno na velikom kraku (slika 11). Osim toga, tako snažna sila koja se javlja u vožnji krmom ne vraća kormilo u sredinu, već ga nastoji okrenuti za još veći kut, čime ga izlaže većem naprezanju i mogućem oštećenju. Radi toga su kod vožnje krmom opterećenja na listu, rudi i kormilarskom stroju veoma velika i potrebno je kormilo okretati polagano da ta opterećenja budu što blaža.



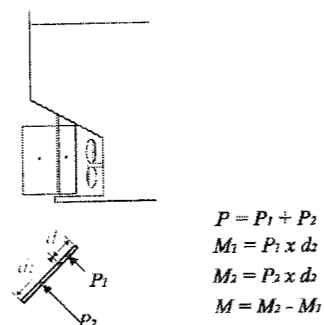
Slika 12 Sila potrebna za okretanje običnog kormila



Tlak struje na kormilo, kako je poznato, ovisi o veličini kormila, brzini broda (i jačini struje vijka) i o kutu otklona kormila. Iz izloženog slijedi da se ta sila pri zadanoj veličini kormila, brzini strujanja i kutu otklona kormila ne može smanjiti. Ako se uz spomenute uvjete ne može smanjiti sila tlaka na kormilo P , može se smanjiti udaljenost težišta plohe kormila od osovine, tj. krak d .

Upravo zato da bi se opterećenja na rudi kormila i kormilarskom uređaju smanjila što više, danas se ne koriste obična kormila (slika 12), već tzv. balansna ili ravnotežna kormila (slika 13). Kod balansnih kormila se sile na plohi kormila ispred i iza osovine oduzimaju, tj. djelomično se poništavaju. Ostaje samo dio jače sile, one na dužem kraku P_2 , čime ne samo da se smanjuju opterećenja, već se za otklanjanje kormila koristi daleko manja sila.

Slika 13 Sila potrebna za okretanje balansnog kormila

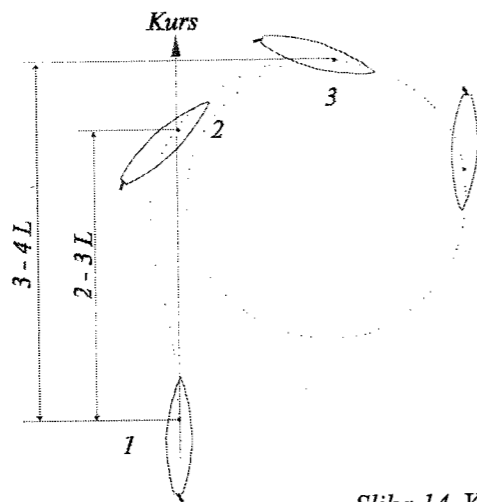


Primjenom ovakvih kormila je znatno smanjena snaga kormilarskog stroja. Osim ove pogodnosti, korištenjem balansnih kormila smanjen je i moment naprezanja koji izvija osovinu i plohu kormila (torzija), čime se smanjuju i moguća oštećenja kormila, osovine i cjelokupnog kormilarskog uređaja.

1.1.5. Krug okreta broda

Pod krugom okreta podrazumijeva se krug koji brod učini pri konstantnoj brzini uz isti kut otklona kormila.

Različiti brodovi imaju različit krug okreta. Osim što veličina kruga okreta ovisi o kutu otklona kormila, brzini i gasu, on je uvijek i u funkciji dužine broda. Točka oko koje se brod okreće po kružnici se zove točka okreta. Čim se kormilo počne otklanjati, u našem slučaju udesno, krma broda vrši izboj ulijevo (slika 14) zbog jake sile P koja djeluje na samoj krmi.

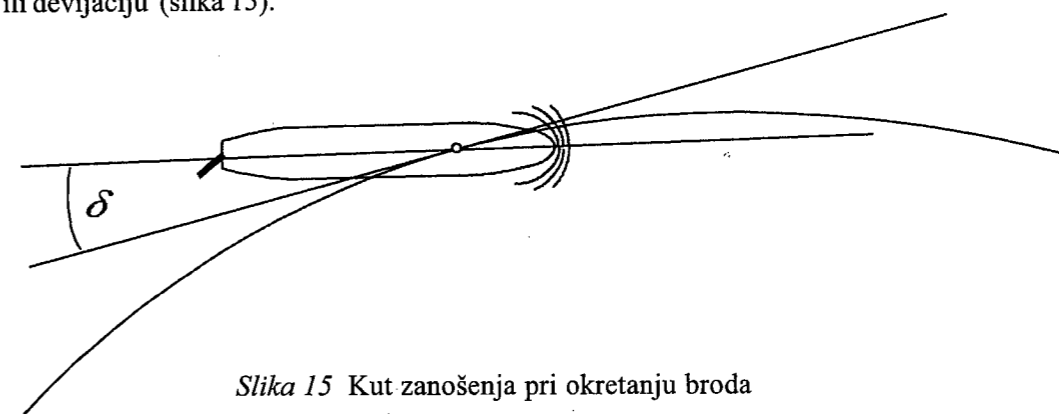


Slika 14 Krug okreta broda

Ovaj izboj je sve jači jer pramac nastoji zadržati prvobitno kretanje radi ustrajnosti i tromosti mase broda. U početku okreta, tj. na dijelu putanje od 1 do 2 se brod zanosi bočno na suprotnu stranu otklona kormila. To je tzv. prva faza pri okretanju broda. U ovoj fazi dolazi do poprečnog pomicanja broda, naročito njegove krme. Pomicanje može biti znatno i neugodno, pogotovo kod širokih brodova s malim gazom. Prije nego što

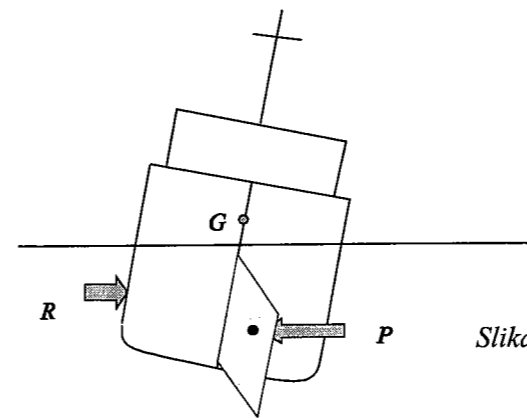
se brod stvarno počne kretati na stranu otklonjenog kormila (u našem slučaju udesno), on prevali otprilike 2 do 3 dužine, a iz takve blizine se ne može izbjeći sudar. Iz toga slijedi da se poprečno pomicanje broda u prvoj fazi mora imati u vidu jer u protivnom može doći do sudara, a pri plovidbi uz obalu i u uskim kanalima do udara krme u obalu ili nasukavanja broda. U početku brzina broda opada, a raste kutna brzina, tj. raste brzina okretanja dok ne postigne određenu vrijednost.

Druga faza počinje okretanjem broskog pramca u željenom smjeru, a to je trenutak kad sila kormila nadvlada moment tromosti mase broda. U drugoj fazi brzina okretanja postepeno raste. Porastom brzine smanjuje se krug okreta, nakon čega se brod nastavlja ravnomjerno okretati. Dio putanje 1-2-3 je razvučen i nepravilan. Za vrijeme prelaza ovog dijela, brod se okrene za otprilike 90°. Ostali dio putanje (nakon točke 3) približno se podudara s kružnicom. Na ovom dijelu i u daljnjoj fazi (trećoj fazi) je krug okreta pravilan i brod se nastavlja okretati jednolično (ukoliko nema struje ili vjetra, kada prelazi u krivulju)ⁱⁱⁱ. Za sve vrijeme okretanja broda, pramac broda se okreće po znatno manjem krugu nego krma, tj. pramac se nalazi unutar, a krma izvan kruga tako da uzdužnica broda s tangentom na kružnicu zatvara kut - kut zanošenja ili devijaciju (slika 15).



Slika 15 Kut zanošenja pri okretanju broda

Pramac je okrenut unutra, a krma se snažno zanosi k vanjskoj strani. Na vanjskoj strani krme je visok tlak, a na unutarnjoj nizak, što uzrokuje jake vrtložne struje ispod podvodnog dijela krme. Sve to utječe i na smanjenje brzine koje može iznositi od 20% do 40%. Smanjenje brzine pri okretu s punim otklonom kormila za nakrcane brodove velike tonaže (preko 50.000 DWT-a) obično iznosi 60 do 70% početne brzine. Kad kormilo okrenemo na jednu stranu, brod će se najprije nagnuti na stranu otklona kormila (slika 16). Taj nagib je posljedica tlaka struje na otklonjenom kormilu.



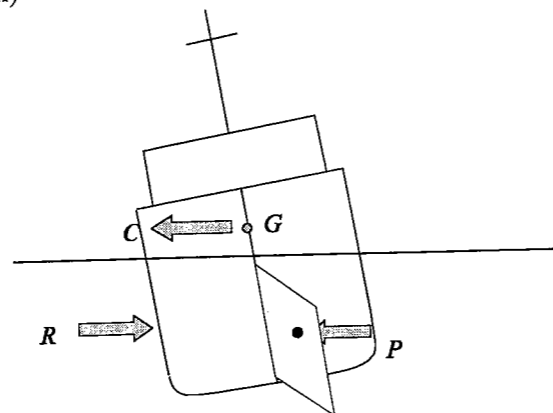
Slika 16 Nagib broda u prvoj fazi okreta

ⁱⁱⁱVidi utjecaj struje i vjetra.

Kako raste kutna brzina, narasta i postepeno postaje sve jača centrifugalna sila koja djeluje u sustavnom težištu G, a koja ranije nije djelovala. Podvodnom dijelu broda se suprotstavlja otpor vode R, a nadvodnom dijelu otpor zraka. Otpor zraka je neznatan, dok je otpor vode zbog znatno gušćeg medija mnogo veći pa će se brod (kad se počne kružno kretati) nagnuti na suprotnu stranu (slika 17).

Koliko će se brod nagnuti ovisi o:

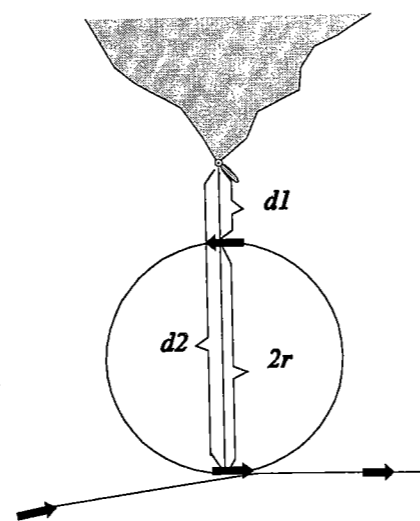
- veličini kuta otklona kormila
- površini lista kormila
- brzini broda
- gazu broda
- položaju sustavnog težišta (metacentarskoj visini)



Slika 17 Nagib broda u drugoj fazi okreta

Potrebno je poznavati veličinu promjera kruga okreta radi uspješnog manevriranja brodom; zaobilaznja rtova, plovidbe u uskim kanalima, okretanja na uskom prostoru, i sl. te da bi se moglo pravilno procijeniti na kojoj udaljenosti je potrebno započeti manevar okreta. Promjer kruga okreta može se odrediti na više načina, a jedan od najjednostavnijih načina je da se na obali odabere neka markantna točka od koje će se za vrijeme okretanja mjeriti udaljenost pomoću radara (slika 18). Udaljenost se mjeri kad je brod najbliže objektu d1 i u trenutku kad je brod najudaljeniji od objekta d2.

$$2r = d_2 - d_1 \dots \dots \dots (7)$$



Slika 18 Određivanje kruga okreta broda

1.2. Djelovanje vijka

1.2.1. Općenito o vijku kao porivnom sredstvu broda

Na suvremenim brodovima je vijak najrašireniji tip brodskog propulzora i gotovo jedino sredstvo poriva. Možemo ga predočiti kao vijak koji brodski stroj okreće na osovini i tako se okrećući u vodi kao matici snagu brodskog stroja pretvara u kretanje, tj. ostvaruje poriv. Potisna snaga brodskog vijka se prenosi preko osovine grebenastog ležaja na brodski trup, a ne izravno na stroj, čime je osigurana zaštita brodskog pogonskog stroja. Sastoji se od glavine i 2, 3, 4, 5, 6 listova, a kod podmornica i 7 listova. Oni s glavinom čine jedno tijelo.

Prema tehničkoj izvedbi danas susrećemo:

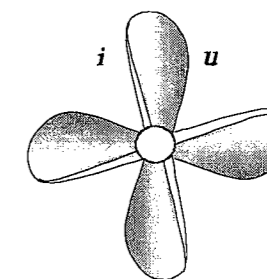
- vijke kod kojih su krila izlivena zajedno s glavinom. To su tzv. vijci s fiksnim krilima.
- vijke s prekretnim krilima ili tzv. vijke s upravljivim usponom. Ovakvim se vijcima može mijenjati uspon zakretanjem krila za željeni kut
- vijke s pokretnim (skidljivim) krilima kod kojih je krilo pomoću vijaka pričvršćeno za glavinu

Svaki od navedenih vijaka ima svoje prednosti i nedostatke. Vijak s fiksnim krilima se najviše upotrebljava, najjeftiniji je, najmanje podložan kvarovima i ima najveći stupanj iskoristivosti. Vijak s prekretnim krilima ima prednost što se s pomoću takvog vijka može jednostavnije upravljati sa strojem izravno sa zapovjedničkog mosta. Premda danas na suvremenim brodovima i s vijcima stalnog koraka susrećemo sustav za izravno upravljanje s mosta, glavna prednost vijaka s upravljivim korakom je u trenutnoj promjeni poriva s mogućnošću kontinuiranog rada s minimalnim porivom (engl. steering minimum), dok se s vijcima stalnog uspona ne može ići ispod 30 do 35 o/min. Osim toga, ugradnjom ovakvih vijaka otpada sustav za prekretanje stroja iz vožnje naprijed u vožnju krmom i obratno jer se osovina okreće uvijek u istom smjeru, a vožnja krmom se ostvaruje prekretanjem krila pomoću hidrauličnog uređaja u osovini i glavini vijka. Ovakvi vijci i uređaji su dosta skuplji od običnih vijaka. Nedostatak im je i taj što se kod ovakvih vijaka zbog lakšeg prekretanja krila konstrukcijski redovito ide na krila s manjom površinom, a većim brojem okretaja vijka. Zbog toga po valovitom moru ovakvi brodovi više gube na brzini. Za vijke s promjenjivim usponom umjesto izraza desnokretni/lijevokretni treba rabiti izraze desnorotirajući i lijevorotirajući (engl. right turning/left turning). Pri tome se desnorotirajući u vožnji krmom ponaša kao lijevookretni, i obratno.

Prednost vijaka s krilima pričvršćenim na glavinu je jedino u tome što se u slučaju oštećenja jednog krila ono može jednostavnije zamijeniti, ali mu je nedostatak manji stupanj iskoristivosti. Ovakvi vijci se veoma rijetko koriste.

Razlikujemo desnookretne i lijevookretne vijke. Desnookretni vijak je onaj koji se u vožnji naprijed okreće desno, tj. u smjeru kazaljke na satu gledano s krme prema pramcu.

Svako krilo vijka ima ulazni (u) i izlazni (i) brid. Ulazni brid je onaj koji zahvaća vodu te je preko tlačne plohe lista potiskuje prema izlaznom bridu (slika 19).



Slika 19 Brodski vijak

Razlikujemo također *usisnu* i *tlačnu* stranu lista. Usisna strana je prednja strana lista (okrenuta prema pramcu). Na njoj se pri vožnji naprijed stvara razrjeđenje, tj. podtlak. Strana vijka okrenuta prema krmi se naziva tlačnom stranom. Ona zahvaćenoj vodi daje ubrzanje i potiskuje je prema krmi. Na njoj je područje visokog tlaka.

Korak vijka je linearni pomak koji vijak pređe u jednom punom okretu od 360° . Korak ovisi o usponu krila^{iv}. Za veći korak je potreban i veći uspon. Brodski vijak nikad nema učinak punog koraka. Kad bi voda bila "čvrsti" medij, korak bi bio potpun, tj. prevaljeni put broda bi bio jednak koraku pomnoženom s brojem okretaja vijka. Međutim, u vodi koja nije "čvrst" medij već fluid, korak nema punu vrijednost. Gubitak u koraku se zove skliz ili slip. On iznosi od 10% naviše. Skliz je najveći u početku kad stroj tek zaveze, a brod još uvijek stoji. Tada iznosi 100%. Kako brzina raste, skliz se postepeno smanjuje, a najmanji je kod optimalne brzine pri mirnom vremenu. Skliz uglavnom ovisi o brzini, broju okretaja vijka, podvodnom obliku broda (uglavnom o otporu broda), usponu vijka, itd. Skliz je manji kod manjeg broja okretaja vijka. Kod naročito opterećenih vijaka, na primjer kod tegljača, poželjno je da broj okretaja vijka bude manji, a površina krila veća. Osim toga, brodovi s većom površinom krila i manjim brojem okretaja manje gube na brzini pri nevremenu. Takvi brodovi se bolje zaustavljaju vozeći krmom, tj. imaju kraći zalet. To je stoga što se veći vijak u moru "oslanja" na veću površinu krila, a s većom površinom krila zahvaća veću količinu vode. Pored navedenog, kod vijaka s velikim brojem okretaja uvijek postoji bojazan od tzv. kavitacije. Pod kavitacijom se podrazumijeva promjena strujnog toka vode uzrokovane padom tlaka do tlaka isparavanja tekućine. Takav pad tlaka nastaje na pojedinim mjestima oko vijka. Zbog nedovoljno brzog pritjecanja tekućine tlak padne ispod tlaka koji omogućava stvaranja vodene pare te dolazi do tzv. "hladnog vrenja". Zbog te pojave strujanje više nije homogeno pa se mijenjaju karakteristike djelovanja vijka i nastaje pad u porivu. Osim toga, na mjestima gdje dolazi do stvaranja vodene pare nastaju mjehurići koji eksplodiraju na površini krila vijka te tako nastaju oštećenja na krilima u obliku rupica (engl. cavities), a može doći i do loma. Prije nego dođe do kavitacije, javljaju se šumovi i vibracije. Tlak je najmanji kad se krilo nalazi u gornjem vertikalnom položaju na obodu krila gdje su kutne brzine najveće. Vrlo razvijena kavitacija stvara jak šum koji se dobro čuje na krmi broda.

Kad će se upotrijebiti koji tip vijka i hoće li se upotrijebiti vijak manjih ili većih dimenzija, većeg ili manjeg uspona, većeg ili manjeg broja okretaja ovisi o nizu čimbenika, a prije svega o tipu i veličini broda, njegovoj namjeni, zahtjevnoj brzini te o području u kojem će brod ploviti. Tako, na primjer, u zatvorenom akvatoriju na kratkim relacijama gdje nema valovitog mora, a zbog smanjenja broja posade, nadzor i upravljanje strojem se vrši sa zapovjedničkog mosta. Zbog toga će se kod takvih brodova često koristiti vijci s prekretnim krilima manjih dimenzija, a većeg broja okretaja (zbog lakšeg preokretanja krila ide se na manji vijak). Danas se grade brodovi točno određene namjene i za točno određene relacije, pa će upravo analiza svih čimbenika biti odlučujuća. Pored ostalog i izbor vijka.

1.2.2. Utjecaj vijka na manevriranje brodom

Okretanjem vijka u vodi, a zbog blizine broskog trupa i kormila te zbog činjenice da se vijak okreće u slojevima različite gustoće i tlaka, pojavljuje se osim korisne sile poriva još nekoliko sila različite jakosti i smjera. Sile koje vijak ostvaruje svojim okretanjem u vodi su:

- sila poriva
- sila zapljuskivanja plohe kormila
- sila otpora ili bočnog poriva
- sila zapljuskivanja krme pri vožnji krmom

^{iv}Uspon vijka je put što ga prijeđe točka uzduž ravnalice za pun okret od 360° . Uspon vijka najčešće je promjenjiv tj. različit je u pojedinim radijalnim točkama.

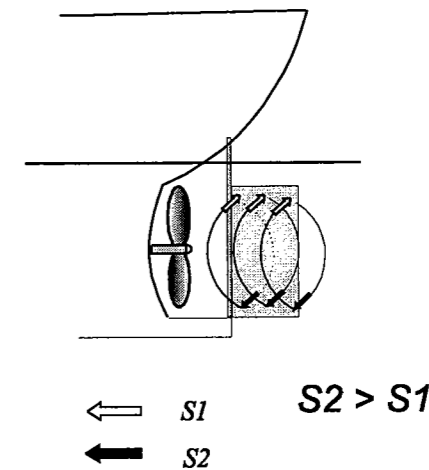
Sila poriva je jedina korisna sila koju stvara vijak. Ona je po snazi najjača i čini više od 95% energije koju proizvodi vijak. Djeluje u smjeru osi vijka (uzdužnice broda) i omogućuje vožnju broda. Dok se vijak okreće na prednjoj plohi lista dolazi do snažnog pada tlaka, a na stražnjoj plohi dolazi do povećanja tlaka. Pad tlaka na usisnoj strani je veći od povećanja tlaka na tlačnoj strani, radi čega veći dio poriva ostvaruje usisna strana vijka.

Osim ove najjače i jedine korisne sile, okretanjem vijka na brod djeluju i ostale ranije spomenute sile. Da bi se brodom moglo uspješno manevrirati, potrebno je znati i njihovo djelovanje (smjer i jačinu), kako pri vožnji naprijed, tako i pri vožnji krmom.

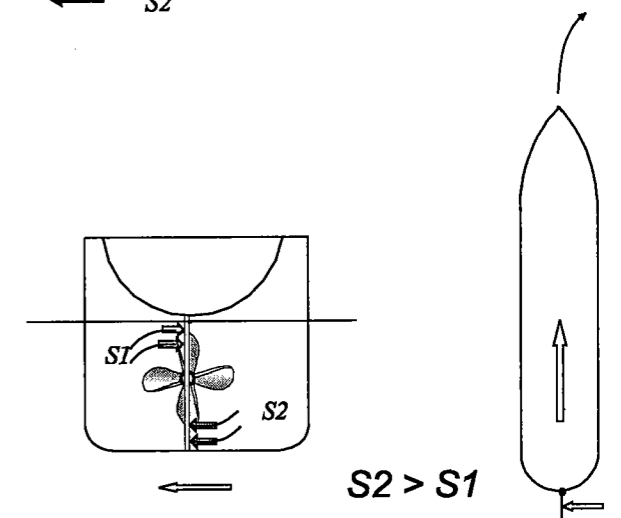
1.2.3. Poprečne (bočne) sile pri vožnji naprijed

a) Sila zapljuskivanja kormila

Svojim okretanjem vijak uzrokuje kružno, odnosno spiralno gibanje čestica vode koje snažno izbačene udaraju i na gornju i na donju plohu kormila (slika 20 i 21). Čestice vode koje udaraju u donju plohu kormila djeluju jače jer je na većoj dubini veći tlak. Osim toga, u gornjem položaju voda se lako izdiže i odbacuje u obliku pjene. Posljedica djelovanja ove sile je da kod desnookretnog vijka krma izbija ulijevo, a pramac udesno (slika 21). Kod lijevookretnog vijka je situacija obratna.



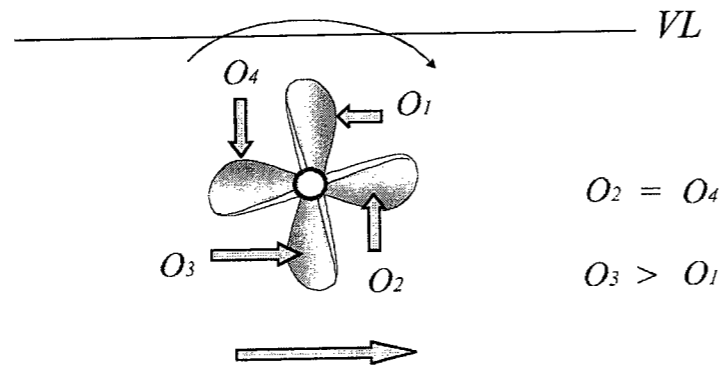
Slika 20 Sila zapljuskivanje kormila



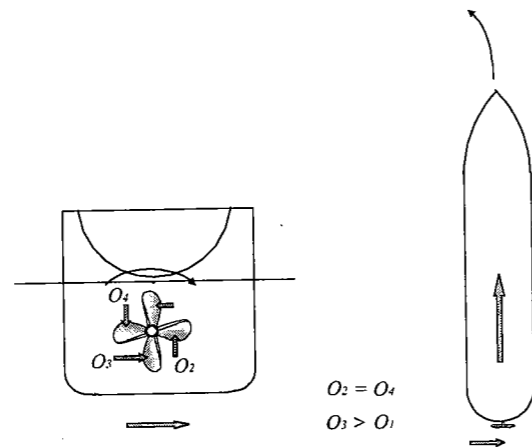
Slika 21 Utjecaj sile zapljuskivanja kormila na izbor krme

b) Sila otpora ili bočni poriv

Sila otpora ili bočni poriv nastaje zbog toga što pojedina krila vijka rade istovremeno na različitim dubinama, pa se kao posljedica toga javljaju i različiti otpori na svakom pojedinom krilu. Donje krilo je najdublje uronjeno i ono mora savladati najveću silu otpora jer radi u području najgušće vode (najvećeg tlaka). Gornje krilo može vodu lako izdizati i odbaciti prema površini. Osim toga, kod donjeg krila se potisnuta voda lako i brzo nadomiješta jer tu zbog užeg podvodnog oblika broda lakše pritječe voda, dok na gornjoj strani na kojoj je krma široka voda sporije pritječe. Posljedica toga je veći otpor na krilu 3 od otpora na krilu 1, pa će kod desnookretnog vijka zbog sile otpora (bočnog poriva) krma izbijati desno, a pramac lijevo (slika 22 i 23). Kod lijevookretnog vijka situacija je obrnuta.



Slika 22 Sile otpora na listovima vijka u vožnji naprijed



Slika 23 Djelovanje sile otpora na izboj krme u vožnji naprijed

Otpor na krilu 2 jednak je po snazi otpora na krilu 4, ali suprotnog smjera te se oni međusobno poništavaju i ne djeluju na izboj. Krilo 2 nastoji krmu izroniti, a krilo 4 uroniti. Kao posljedica toga se javljaju vibracije krme.

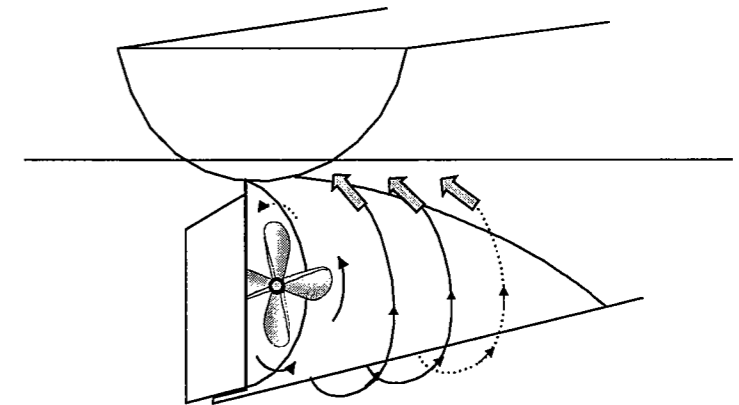
Uspoređujući učinak sile zapljuskivanja kormila i sile otpora (bočnog poriva) prvi vožnji naprijed, vidimo da je njihovo djelovanje suprotnog smjera. Po snazi su te dvije sile različite, pa će radi toga krma broda izbijati desno ili lijevo, ovisno o tome koja je od njih u određenom trenutku jača. Općenito je poznato da je sila otpora (bočnog poriva) veća u samom početku (kad brod tek zaveze). Kako brod

postepeno dobiva na brzini, tako postepeno raste sila zapljuskivanja, samo što je sila bočnog poriva redovito veća te većina brodova zbog ovakve sile skreće ulijevo. Zbog ove pojave brodograditelj redovito definira kut od 1 do 2° (engl. rudder angle for neutral effect) da bi neutralizirao tendenciju broda da pramac skrene ulijevo. Brodograditelj označi takav položaj kormila kao sredinu na indikatoru odklona.

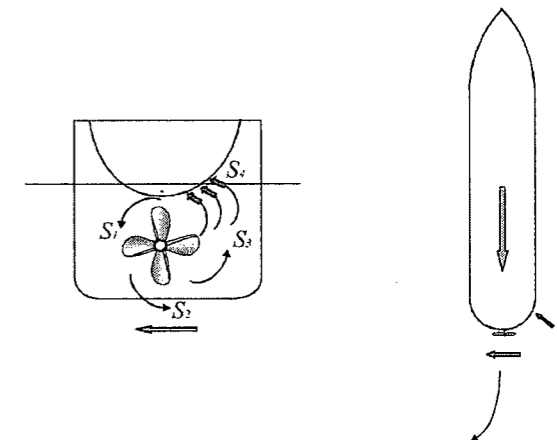
Brod s desnookretnim vijkom pri vožnji naprijed (ukoliko brodograditelj tehnički ne izvede neutralan, nulti položaj kormila) krmom izbija UDESNO, a pramac ULIJEVO.

1.2.4. Poprečne (bočne) sile pri vožnji krmom

a) Sila zapljuskivanja krmene strane broda



Slika 24 Sile zapljuskivanja krme u vožnji krmom

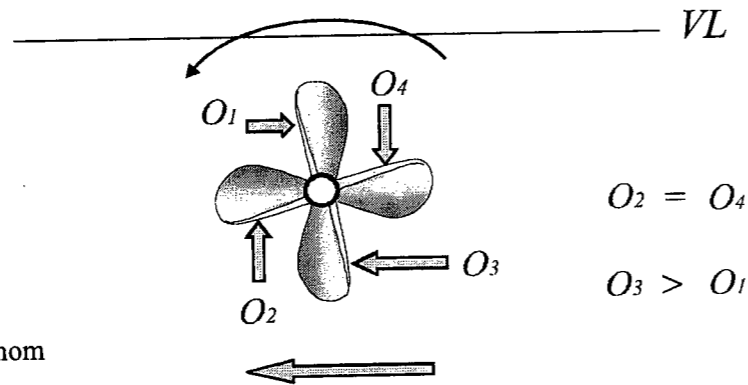


Slika 25 Utjecaj sile zapljuskivanja krme na izboj

Pri vožnji krmom vijak "usisava" vodu s krmene strane i snažno je spiralno potiskuje naprijed (prema pramcu). Desnookretni vijak se pri vožnji krmom okreće u protivnom smjeru kazaljke na satu gledano s krme. Krilo 2 potiskuje vodu ispod kobilice, dok krilo 3, a naročito krilo 4 velikom snagom bacaju vodu u desni krmeni bok broda stvarajući tako vrlo jak izboj krme u lijevu stranu (slika 24 i 25). Kod lijevookretnog vijka je situacija obrnuta.

b) Sila otpora ili bočni poriv

Budući da se pri vožnji krmom vijak okreće u suprotnom smjeru od onoga pri vožnji naprijed, logično je zbog toga zaključiti da će sila otpora (sila koja se suprotstavlja okretanju vijka) na krilima biti suprotnog smjera od smjera pri vožnji naprijed, tj. kod desnookretnog vijka otpor na krilu 3 je veći nego na krilu 1. Radi toga krilo 3 "vuče" jače krmu nego krilo 1, zbog čega krma izbija ulijevo (slika 26).



Slika 26 Sile otpora na listovima vijka u vožnji krmom

Iz izloženog možemo zaključiti da u vožnji krmom obje sile (sila zapljuskivanja i sila otpora, tj. bočni poriv) stvaraju izboj krme u lijevu stranu, pa kao zaključak slijedi:

Brod s desnookretnim vijkom pri vožnji krmom ima vrlo jako izbijanje krme u lijevu stranu. Kod lijevookretnog vijka situacija je suprotna.

1.2.5. Zajedničko djelovanje kormila i vijka

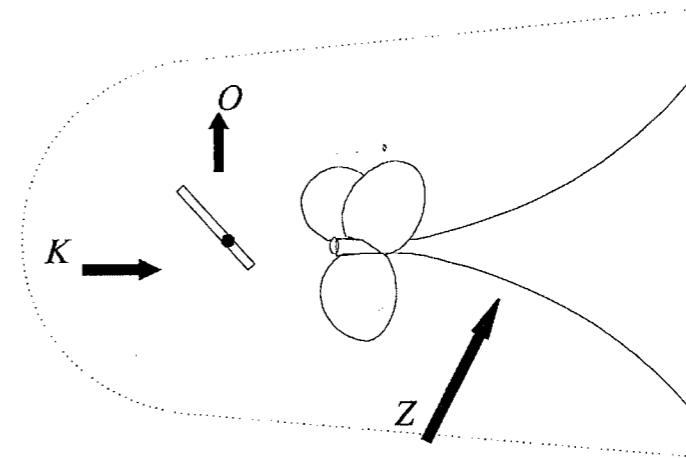
Ako se zaustavljenom brodu kormilo postavi sasvim na jednu stranu i zaveze strojem naprijed, brod će se, iako nema brzine, početi okretati. Ovo okretanje nastaje zbog jake struje koju vijak baca na kormilo i tromosti broda da krene naprijed. Zbog toga, kad se želi brod okrenuti na malom prostoru, zaustavljenom se brodu kormilo postavi na jednu stranu te naglo zaveze strojem svom snagom naprijed, a onda se zaustavi stroj da brod ne dobije brzinu. Ako okret nije dovoljan, možemo to ponoviti nekoliko puta. Zakretni moment je veći što je trenutna brzina manja, kut odklona kormila veći, a vožnja strojem jača.

Ako brodu koji vozi svom snagom naprijed s kormilom otklonjenim sasvim na jednu stranu zaustavimo stroj, primijetit ćemo da će se početi slabije okretati. To se događa zbog toga što na list djeluje samo struja vožnje, a ne i struja vijka. Brod, prema tome, bolje "sluša" ako mu na kormilo djeluju obje struje, i struja vožnje i struja vijka, od kojih je ipak struja vijka snažnija.

Upravo radi toga, pri vožnji krmom, gdje nema djelovanja struje vijka na kormilo, ono slabije sluša. Struja pritjecanja vode na kormilo u vožnji krmom je nešto pojačana radi usisavanja vode koju stvara vijak, ali ta je dopunska struja dosta slaba da bi bitnije utjecala.

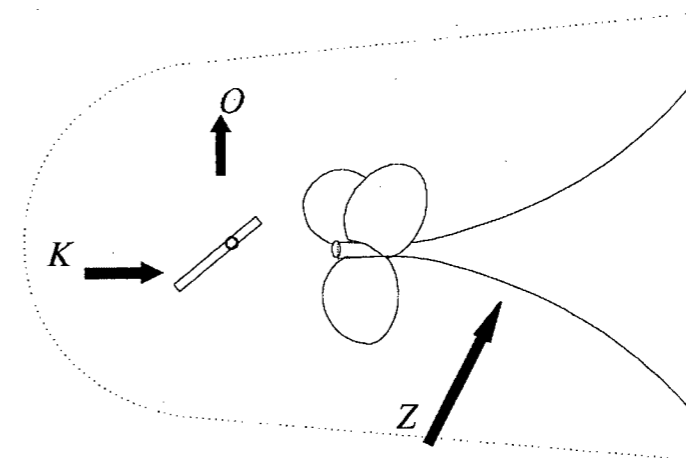
Dakle, u vožnji krmom na kormilo će u početku djelovati slaba sila koju vijak stvara sisom (i struja vožnje koja će se postepeno povećati kako brod dobiva na brzini) i vrlo jake bočne sile. Slaba sila koju stvara vijak sisom i vrlo jake bočne sile (sila zapljuskivanja krme i sila otpora krmom) su uzrok snažnog i negativnog izboja, kod desnookretnog vijka **ulijevo** i obratno kod lijevookretnog.

Prema tome, kad brod s desnookretnim vijkom zaveze svom snagom krmom s kormilom položenim ulijevo, djeluju sve tri sile u lijevu stranu (slika 27). Zbog toga se brod s desnookretnim vijkom dosta lako okreće.



Slika 27 Bočne sile pri vožnji krmom s položajem kormila ulijevo

Međutim, okret brodom preko krme u desnu stranu je veoma teško izvesti, a često i nemoguće. Iz slike 28 vidimo da udesno djeluje jedino struja vožnje, dok bočne sile, tj. sila zapljuskivanja krme K i sila otpora O snažno djeluju, naročito u početku, nadvladavajući silu na kormilo K koja tek počinje djelovati kad brod dobije brzinu krmom.

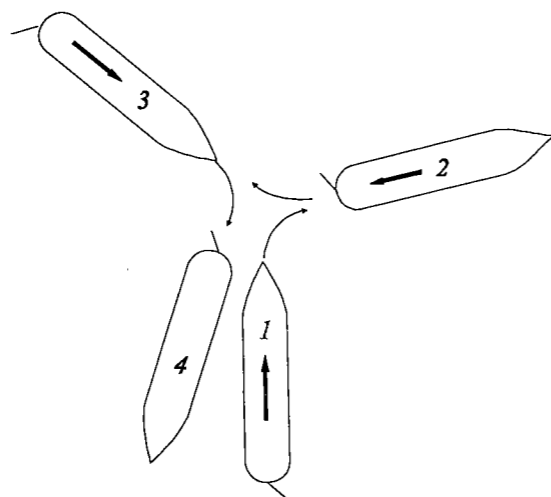


Slika 28 Bočne sile pri vožnji krmom s položajem kormila udesno

U početku će krma ići ulijevo. Kad brzina krmom naraste toliko da struja vožnje nadvlada sile zapljuskivanja krme i silu otpora, brod će početi ići najprije ravno, zatim postepeno krmom udesno. Ako u dobivenom zaletu zaustavimo stroj, brod će bolje slušati kormilo i krmom ići udesno jer zaustavljanjem stroja prestaju djelovati sile izboja Z i O.

1.2.6. Okret broda s jednim vijkom na mjestu (košenje)

Brodovi s jednim vijkom nisu u stanju izvesti okret na mjestu. Ipak, taj se prostor može smanjiti vožnjom **naprijed krmom**, tzv. košenjem. Okret broda lakše se izvodi i potreban prostor za okret broda je manji sa strane smjera okretanja vijka (s desne strane za brod s desnookretnim vijkom, slika 29).

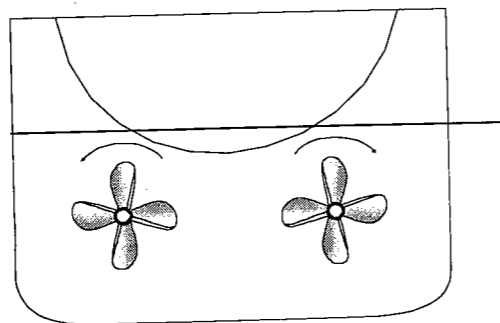


Slika 29 Okret broda s jednim vijkom (košenje)

Brod najprije zaveže svom snagom naprijed s kormilom sasvim udesno, zatim svom snagom krmom s kormilom sasvim ulijevo, ponovno svom snagom naprijed (sasvim udesno), itd. Vožnja strojem mora biti kratka da brod ne dobije zalet, već samo zakretni moment.

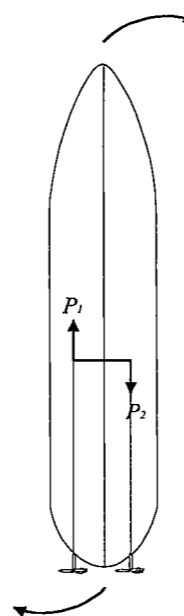
1.2.7. Manevarske osobine broda s dva vijka

Kod brodova s dva vijka su ti vijci postavljeni simetrično s obje strane uzdužnice broda tako da se na desnoj strani nalazi desnookretni vijak, a na lijevoj strani lijevookretni. Pri vožnji naprijed se vijci okreću prema vani, tj. na desnoj strani udesno (u smjeru kazaljke na satu) a na lijevoj ulijevo (slika 30), a rijetko kad prema unutra. Ovakvim načinom se postiže bolji zakretni moment jer sve bočne sile na obje strane (i sila zapljuskivanja krme i sila otpora) pomažu okretanju.



Slika 30 Smjer okretanja vijaka kod brodova s dva vijka

Korištenje dva vijka na brodovima danas je vrlo čest slučaj, pogotovo na onim brodovima koji često pristaju u lukama (putnički, trajekti, ro-ro brodovi). To je zbog toga što brodovi s dva vijka imaju mnogo bolje manevarske sposobnosti od brodova s jednim vijkom.



Slika 31 Okret broda s dva vijka na mjestu

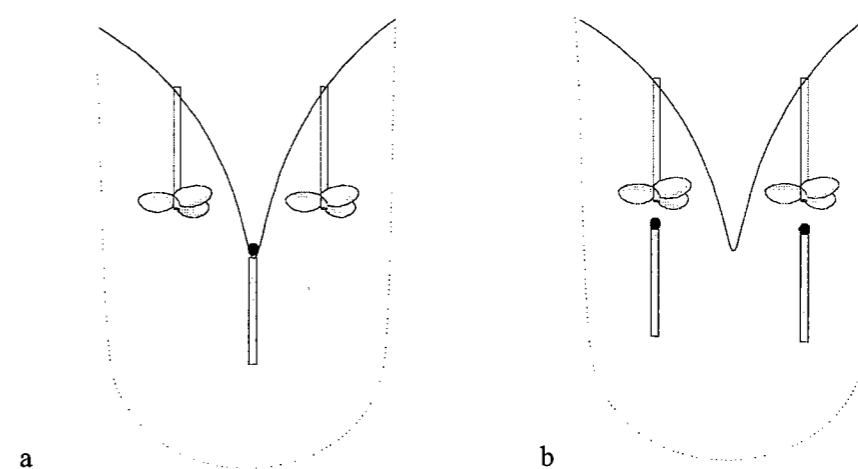
Kad jedan stroj vozi naprijed, a drugi krmom, stvara se spreg sila koji brod okreće gotovo na mjestu bez upotrebe kormila (slika 31). Okretljivost je bolja što je veća snaga strojeva P i što je veći razmak između vijaka l. To proizlazi iz izraza o momentu okreta:

$$M = P \times l \dots (8)$$

$$P = P_1 + P_2$$

Kad brod s dva vijka vozi naprijed ili krmom s jednakim brojem okretaja na oba stroja, konačni učinci na jednoj i na drugoj strani su jednaki, ali suprotnog smjera, pa se poništavaju i nema neželjenog izboja. S kormilom u sredini i s istom snagom na oba vijka brod će ići po pravcu ako nema drugih utjecaja: vjetra, struje, nagiba, i sl.

Kod brodova s dva vijka su moguće dvije izvedbe postavljanja kormila: postavljanje jednog lista kormila u uzdužnici broda (slika 32a) ili postavljanje dva lista kormila, svakog iza svog vijka (slika 32b). Izvedba prema slici 32b je bolja jer na kormilo jače djeluje struja vijaka, pa je okretljivost bolja.



Slika 32 Položaj kormila kod brodova s dva vijka

Osim spomenutih prednosti, kod manevriranja brodovi s dva vijka imaju i niz drugih prednosti nad brodovima s jednim vijkom, a to su:

1. U vožnji naprijed i u vožnji krmom ovakvi brodovi nemaju negativan izboj.
2. Veličinu kruga okreta broda s dva vijka može se praktički svesti na dužinu broda, tj. brod se okreće na mjestu vozeći jednim vijkom naprijed, a drugim krmom.
3. Brodom se lako manevrira u lukama te općenito u uskom akvatoriju, a željeni izboj se postiže različitim režimom vožnje na svakom od vijaka.
4. Veća sigurnost pogona, odnosno u slučaju oštećenja ili kvara jednog stroja brod može nastaviti put, dok je brod s jednim strojem u slučaju kvara potpuno nesposoban za plovidbu.
5. U slučaju oštećenja kormila ili kvara kormilarskog uređaja brod može nastaviti put kormilareći pomoću strojeva tako da na oba stroja održava isti broj okretaja. Skretanje se postiže smanjenjem broja okretaja oim stroju koji se nalazi na strani na koju stranu želimo skrenuti, odnosno povećanjem broja okretaja na suprotnoj strani.

Brodovi s dva vijka imaju i neke nedostatke, kao što su:

1. Veća im je cijena.
2. Vijci su prilikom manevriranja više izloženi jer se nalaze bliže bokovima, pa posebno treba paziti da ne dođe do oštećenja prilikom manevriranja.
3. Pogonski strojevi i osovinski vodovi zauzimaju više prostora, ali su po konstrukciji niži, što im i ne mora biti nedostatak jer se lakše ugrađuju kod nekih brodova (katamarani, brodovi malog gaza, i sl.).

Uspoređujući navedene prednosti i nedostatke možemo zaključiti da su prednosti brodova s dva vijka daleko veće od njihovih nedostataka, pogotovo s gledišta manevriranja brodom, što je, uostalom, i predmet našeg razmatranja.

1.2.8. Razne tehničke izvedbe propulzora i kormila u svrhu boljeg manevriranja

Da bi se brodom lakše manevriralo, danas se u lukama na mnoge brodove ugrađuju veoma skupi uređaji koji brodu poboljšavaju manevarska svojstva. Zašto, kada i na koje brodove se isplati ugraditi ovakve uređaje?

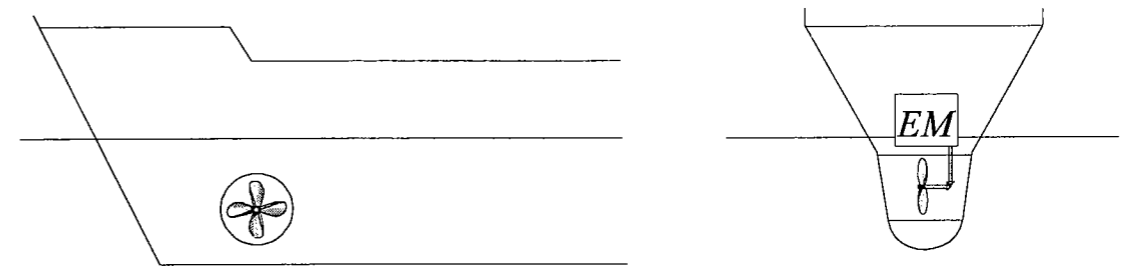
Kod projektiranja i gradnje trgovačkih brodova uvijek odlučuje ekonomska opravdanost ulaganja. Brodovi koji su često u lukama i prometuju na kratkim relacijama, na primjer trajekti, putnički i ro-ro brodovi te brodovi posebne namjene, izloženi su skupim troškovima lučkog tegljenja, a ukoliko nemaju dodatne uređaje za lakše manevriranje, postaju neekonomični. Zato se na takvim brodovima više isplati ugraditi ovakve vrlo često skupe uređaje nego se svakodnevno izlagati skupim troškovima lučkog tegljenja.

Od uređaja koji poboljšavaju manevarska svojstva broda danas najčešće susrećemo slijedeće:

- potiskivač pramca i potiskivač krme
- aktivno kormilo
- okretljiva sapnica
- pramčano kormilo
- Woith-Schnaiderov porivnik
- Scilling-Vectwinovo kormilo
- rotirajući potiskivači

Potiskivač pramca i potiskivač krme

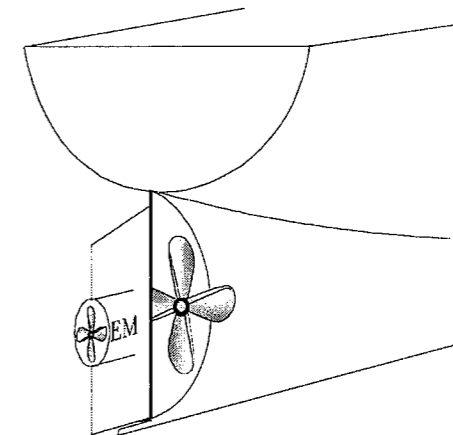
Sastoji se od vijka smještenog u poprečnom tunelu na pramčanom (a ponekad i na krmenom) dijelu broda. Ovakav vijak na pramcu stvara brodu veliki zakretni moment, neutralizira izboj u vožnji krmom kod broda s jednim vijkom, a ukoliko ima ugrađen i potiskivač krme, brodu se omogućuje i bočno kretanje. Potiskivači pramca (krme) se najčešće upotrebljavaju na trajektima, putničkim i ro-ro brodovima.



Slika 33 Potiskivač pramca

Aktivno kormilo

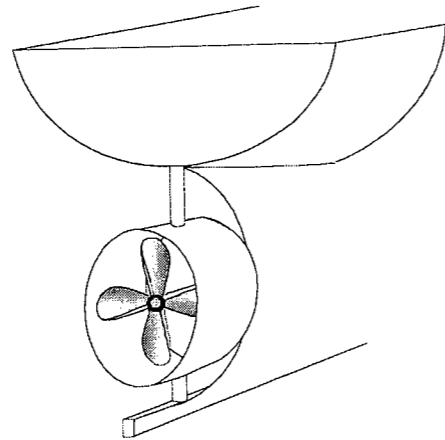
U plohi ovog kormila, koja je u sredini nešto podebljana, nalazi se elektromotor. Električna energija kojom se motor napaja dovodi se kroz šupljinu osovine kormila iz strojarnice do elektromotora, a on pokreće vijak na kormilu. Kormilo se može zaokretati i do kuta od 90 stupnjeva udesno ili ulijevo, što brodu omogućava okretanje na mjestu. Osim toga, brod u vožnji krmom može regulirati izboj i potpuno neutralizirati negativan učinak zapljuskivanja krme i bočnog poriva. Snaga elektromotora takvog kormila može iznositi i do 10% snage glavnog stroja.



Slika 34 Aktivno kormilo

Okretljiva sapnica

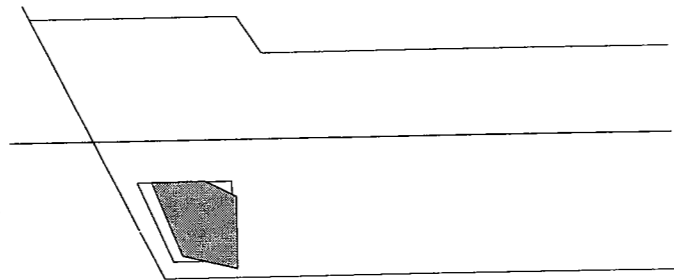
Ako se oko otvorenog vijka postavi sapnica, dobivamo ujedinjenje sapnice s kormilom. Tzv. Kortova okretljiva sapnica doprinosi mnogo boljim manevarskim sposobnostima broda. Osim toga, Kortovom sapnicom se postiže korisniji učinak vijka, manji izboj u vožnji krmom, a njenim zakretanjem se postiže efikasnije kormilarenje. Najčešće se koristi na tegljačima jer se njome, za razliku od otvorenog vijka koji radi u masi vode različite gustoće, postiže veća iskoristivost vijka i bolje kormilarenje. Kortova sapnica je uvijek puna vode, pa vijak ima veću potisnu snagu i do 25%.



Slika 35 Okretljiva sapnica

Pramčano kormilo

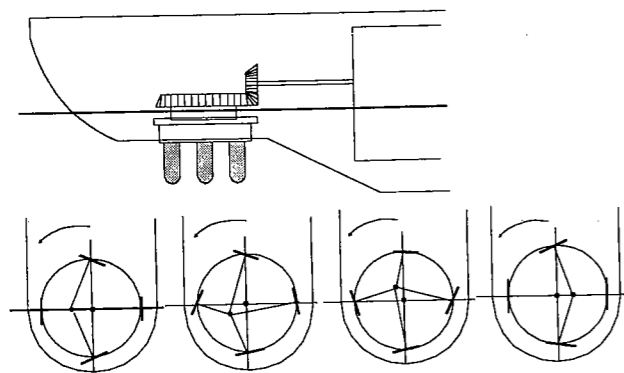
Ovakvim kormilom brodovi su u stanju efikasnije kormilariti pri vožnji krmom. Pramčana kormila se najčešće koriste na trajektima. Osim kormila, mnogi trajekti imaju i pramčani vijak. Neki trajekti imaju po dva vijka i dva kormila, na pramcu i na krmi.



Slika 36 Pramčano kormilo

Woith-Schnaiderov porivnik

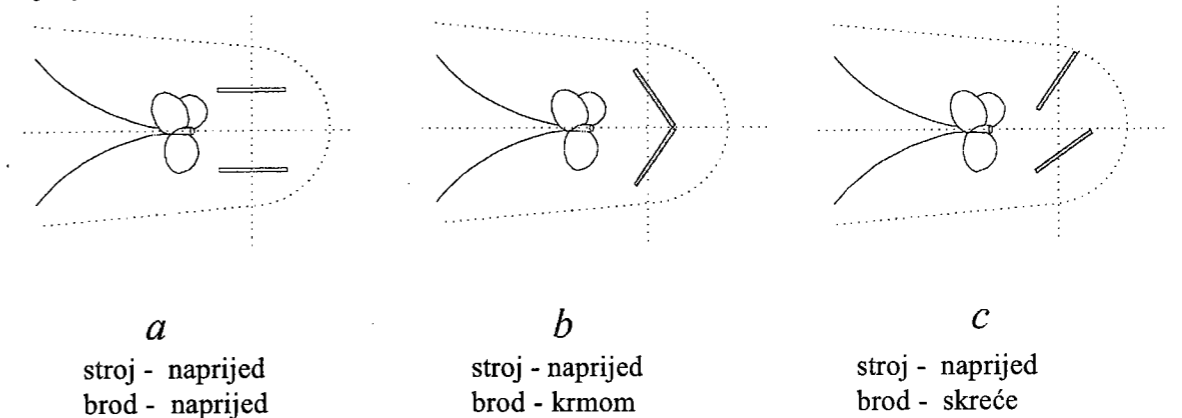
Ovaj uređaj se sastoji od rotirajućeg, horizontalnog kola smještenog na ravnom dnu broda na kojem su pričvršćene vertikalne peraje (4-6). Svaka peraja rotira oko svoje osi dok se sve zajedno rotiraju na kolu. Promjenom ekscentriciteta pomoću poluga se mijenja i položaj peraja, a time i veličina i smjer poriva (slika 37). Woith-Schnaiderovim porivnikom se može ostvariti vožnja u bilo kojem smjeru promjenom ekscentriteta te okretanje broda na mjestu bez kormila. Ovakav uređaj je dosta skup, glomazan i težak, osjetljiv na oštećenja i neprikladan za plovidbu po valovitom moru, što mu je velik nedostatak. Radi toga se uglavnom koristi na lučkim tegljačima, riječkim i jezerskim brodovima, plovnim dizalicama, nekim trajektima, uglavnom na onim brodovima na kojima je od primarne važnosti dobra sposobnost upravljanja.



Slika 37 Woith-Schneiderov porivnik

Scilling-Vectwinovo kormilo

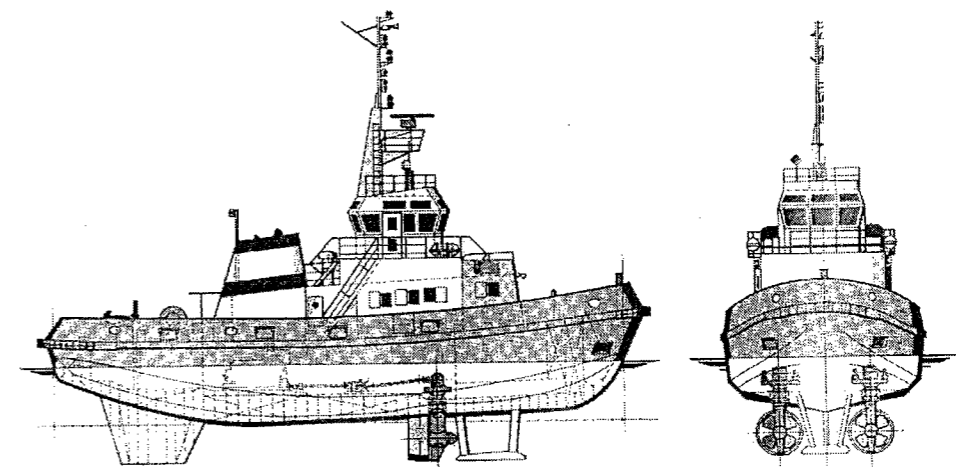
Ovaj tip kormila ima dva lista postavljena neposredno iza vijka koja se pri automatskom kormilarenju (pri plovidbi na otvorenom moru) okreću zajedno, a pri manevriranju odvojeno, ali koordinirano. Koordiniranim okretanjem ploha kormila se preusmjerava vijčani mlaz. Najveća okretljivost se postiže usmjeravanjem poriva okomito na uzdužnicu broda (otklonima oko 30° jedne plohe i 70° druge plohe kormila, a maksimalnim otklonom obaju listova od 105° zatvaraju se plohe) i brod se zaustavlja te se počinje kretati krmom, iako stroj vozi naprijed. Brod se, osim toga, može kontrolirano kretati krmom, tj. izboj vijka je moguće u cijelosti neutralizirati.



Slika 38 Scilling-Vectwinovo kormilo

Rotirajući potiskivači

Fiksni bočni potiskivači, naročito pramčani, značajno poboljšavaju manevarske sposobnosti broda, ali mogu djelovati samo okomito na uzdužnicu broda. Međutim, rotirajući potiskivači (engl. *azimuth thrusters*) svu snagu mogu usmjeravati u željenom pravcu. Oni se zato u pravilu postavljaju na plovila od kojih se zahtijeva velika manevarska sposobnost (na tegljače, trajekte, itd.). Odnedavna se susreću i *uvlačeći rotirajući potiskivači*. Koriste se samo kod manevriranja pri malim brzinama, a potom se uvlače da bi se smanjio otpor broda u punoj brzini pri plovidbi na otvorenom moru.



Slika 39 Rotirajući potiskivači

U najnovije vrijeme su se pojavili i tzv. *azipod* (engl. *azimuthing podded drive*) propulzori. To su električni porivni uređaji snage i do 20.000 KW. Elektromotor je smješten u kućištu vijka, dakle izvan broskog trupa. Može se rotirati za 360° i tako ostvariti poriv u bilo kojem pravcu.

1.3. Zaustavljanje i zalet broda

Zalet broda je put koji brod prijeđe od točke (pozicije broda) na kojoj je stroju data naredba "stoj" do točke (pozicije broda) na kojoj se brod zaustavio vozeći svom snagom krmom. Zalet broda je različit za različite stupnjeve brzina. Slobodan zalet je put koji brod prijeđe od točke (pozicije broda) na kojoj je stroju data naredba "stoj" do točke (pozicije broda) zaustavljanja bez vožnje krmom.

Budući da je za uspješno manevriranje brodom potrebno znati koliki je zalet broda, potrebno ga je odrediti, zasebno za različite stupnjeve brzina broda.

Zalet broda se najčešće određuje na progresivnim vožnjama. Prilikom određivanja zaleta se preporučuje i mjerenje vremena trajanja zaleta. Podaci o zaletu broda se unose u tablicu koja izgleda ovako:

Stupanj vožnje naprijed	Zalet u metrima	Vrijeme trajanja zaleta
Sasvim polagano		
Polagano		
Pola snage		
Svom snagom		

Različiti brodovi imaju različitu duljinu zaleta. Sposobnost zaustavljanja, odnosno zalet broda ovisi o nekoliko čimbenika, od kojih najviše utječu sljedeći:

- veličina broda
- snaga strojeva i ukupna površina krila vijka
- brzina broda u trenutku početka zaustavljanja
- količina tereta, tj. prazan ili nakrcan brod

Veličina broda znatno utječe na zalet broda zbog njegove mase. Iz fizike je poznato da je inercija svojstvo tijela da zadrži svoje ravnotežno stanje, tj. stanje mirovanja ili stanje jednakomjernog gibanja. Mjera inercije tijela je njegova masa. Upravo radi njihove ogromne mase, velike brodove je teško zaustaviti, pa je njihov zalet vrlo velik, pogotovo kad su ti brodovi potpuno nakrcani. Suvremeni brodovi velike nosivosti primjenjuju poseban manevar zaustavljanja da bi skratili zalet - tzv. cik-cak manevar. Pri takvom manevru se brod, osim strojem, koristi i kormilom, prebacujući ga naizmjenično iz položaja sasvim desno u položaj sasvim lijevo, dopuštajući što veće promjene kursa jer se pri "rotiranju broda" povećava ukupni otpor, a time smanjuje brzina. Povećanje otpora na zakrenutom kormilu je u tom smislu skoro zanemarivo. Istina, posve zakrenuto kormilo povećava otpor radu vijka, pa smanjujući okretaje doprinosi padu brzine.

Baš zbog toga IMO^v preporučuje da se punim okretom (tamo gdje je to moguće) najučinkovitije može reducirati brzina, pa se ovakav manevar naziva IMO manevrom zaustavljanja. Pri ovakvom manevru se stroj zaustavlja tik pri kraju punog okreta. Zalet se skraćuje i za više od $\frac{1}{2}$ stvarnog zaleta. Jasno da je za ovakav manevar potreban i veći slobodan prostor.

Snaga strojeva je također važan čimbenik kod zaustavljanja broda. Osim snage stroja, veoma mnogo utječe i veličina vijka, tj. njegova površina. Bolje se zaustavljaju brodovi (uz istu snagu stroja) s većim vijkom, a manjim brojem okretaja negobrodovi s manjim vijkom, a većim brojem okretaja. Da bi se brod zaustavio pri vožnji krmom, brodski se vijak suprotstavlja inerciji. Brod se inerciji "opire" efikasnije što je površina krila vijka veća jer većom površinom zahvaća veću masu vode.

Brzina broda utječe također proporcionalno kao i masa na zalet broda, tj. što je veća brzina broda, to je veći zalet, i obratno. Količina tereta pribraja se masi broda, pa je, logično, masa broda veća što je na brodu više tereta, a time i veći zalet. Ipak, ukoliko je brod potpuno prazan i nema dovoljno balasta, zalet broda može biti i veći s obzirom na masu tako praznog broda, ukoliko vijak nije dovoljno duboko uronjen.

1.4. Vrijeme prebacivanja stroja iz vožnje naprijed u vožnju krmom

Da bi se stroj prebacio iz vožnje naprijed u vožnju krmom, potrebno je da prođe određeno vrijeme. Nakon zaustavljanja stroja, osovina vijka se zbog inercije nastavlja okretati još neko vrijeme. Zbog toga je potrebno kratko sačekati, a tek onda prebaciti krmom. Potrebno je različito vrijeme za različite stupnjeve brzina; što je stupanj brzine naprijed bio veći, bit će potrebno i duže vrijeme da stroj prihvati vožnju krmom. Podatke o vremenu prebacivanja stroja iz vožnje naprijed u vožnju krmom za razne stupnjeve brzina potrebno je znati da bi se kod manevriranja s tim moglo računati. Zbog toga je potrebno ovaj čimbenik odrediti za sve stupnjeve brzina (sasvim polagano, polagano, pola snage, svom snagom). Najbolje je mjerenje obaviti istodobno s određivanjem zaleta. Dobiveni podaci za pojedine stupnjeve brzina se upisuju u posebnu tablicu ili se pridodaju prethodnoj tablici.

Brodovi koji imaju vijak s upravljajućim usponom ostvaruju trenutni prijelaz iz vožnje naprijed u vožnju krmom i obratno, što je značajna prednost ovih vijaka.

1.5. Sredstva za vez i djelovanje veznih konopa

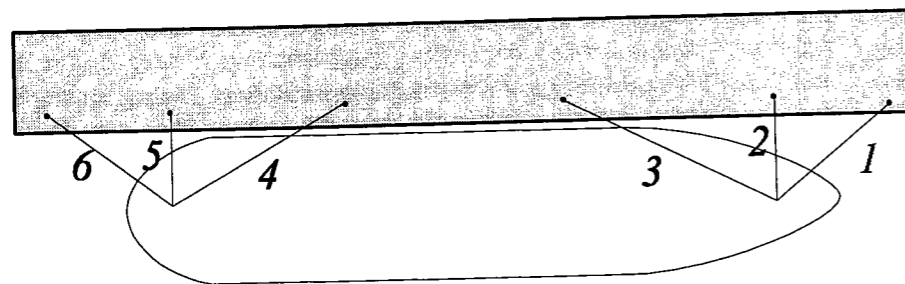
1.5.1. Sredstva za vez

Brodovi se privezuju uz obalu pomoću konopa, čelik-čela, a ponekad i lanaca. Vrlo često se upotrebljavaju i tzv. kombinirani konopi koji su u jednom dijelu svoje dužine čelik-čelo, a u drugom dijelu konopi. Takvi se kombinirani konopi najčešće koriste kod veza kao tzv. spring ili kao tegalj kod lučkog tegljenja. Taj konop ispunjava oba uvjeta koje jedan konop treba ispunjavati, a to su čvrstoća i elastičnost.

Danas se za izradu konopa koriste vlakna sintetičkog porijekla (najlon, polipropilen, itd.), dok su se ranije koristili biljni konopi. Da bismo konope mogli pritezati, postoje pritezna vitla. Nakon što se konop dovoljno pritegne, zapor ga se, a nakon toga ga se skida sa vitla i nameće na bitve. Suvremeni brodovi se danas najčešće koriste s više automatskih priteznih vitala na koja su konopi, odnosno čelik-čela stalno namotani i odakle ih se ne skida (s bubnjeva vitla). Većina tih vitala imaju mogućnost da sami automatski reguliraju napon konopa, tj. da prikupljaju olabavljene konope kod nastupa oseke ili kod ukrcaja tereta, odnosno da ih popuštaju kod nastupa plime ili kod iskrcaja tereta. S obzirom na to kako "rade" s broda prema obali, konopi se nazivaju: prednji pramčani konop (1), pramčani bočni konop (2), pramčani spring (3), krmeni spring (4), krmeni bočni konop (5) i stražnji krmeni konop (6) (slika 40).

^vIMO - International Maritime Organisation

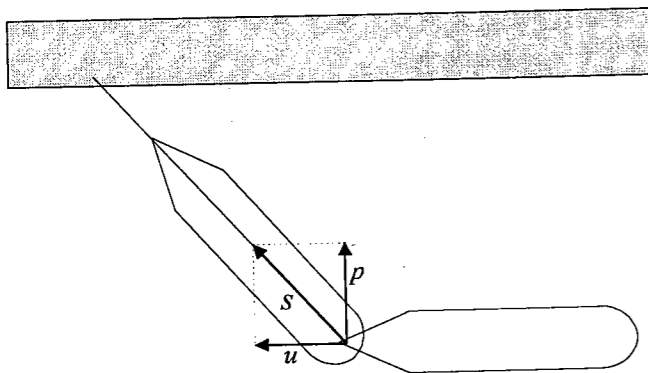
Brodovi koriste konope za vez da zbog privezivanja uz obalu, privlačenja k obali uvitlavanjem ili zbog okretanja vožnjom na konopu koji "radi" kao spring.



Slika 40 Brodski vez

1. 5. 2. Djelovanje veznih konopa

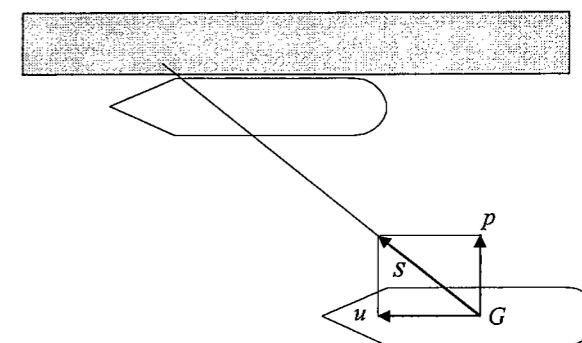
Da bi se bolje razumjelo djelovanje veznih konopa, potrebno je zamisliti brod kao polugu na koju djeluje konop koji se povlači silom S u određenom smjeru. Smjer ovisi o tome gdje je konop privezan. S obzirom na to da konop predstavlja silu određenog smjera, tu silu možemo rastaviti na dvije komponente (slika 41).



Slika 41 Djelovanje veznih konopa: povlačenje pramčanog konopa

Iz slike je vidljivo da će se pramac broda pomicati prema naprijed veličinom komponente koja djeluje u uzdužnom smjeru U i prema obali veličinom komponente koja djeluje u poprečnom smjeru P . Dok se pramac približava obali, krma se istovremeno udaljava od obale. Približavanje pramca ka obali i udaljšavanje krme od obale (okretanje broda) je veće što je konop postavljen dalje od težišta broda, odnosno bliže krajnjoj točki pramca.

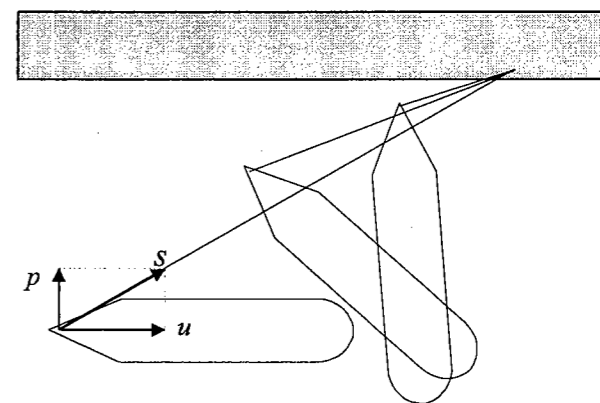
Slika 42 Djelovanje veznih konopa - povlačenje iz težišta



Slično će se događati privlačenjem krmenog konopa, samo obratno: krma će se približavati obali, a pramac udaljšavati od obale. Kad bi se konop povlačio točno iz težišta broda, brod bi se pomicao naprijed, a istovremeno bi se približavao obali bokom bez okretanja (slika 42).

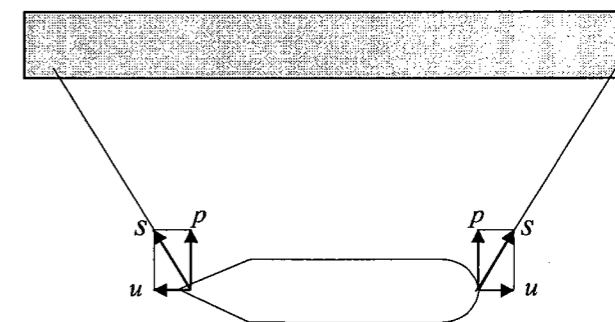
Ipak, tako je samo u teoriji jer kretanje broda ovisi i o drugim čimbenicima, kao o otporu i obliku podvodnog dijela broda, trimu, i sl.

Slika 43 Djelovanje veznih konopa - povlačenje springa

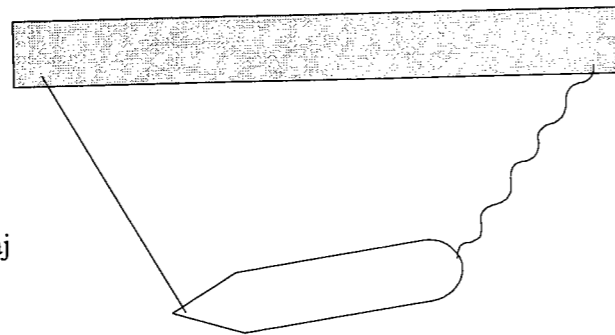


Ako povlačimo konop koji s pramca "radi" prema krmi (kao spring), brod će se početi kretati krmom koju će istovremeno izbacivati dalje od obale dok se približava obali pramcem (slika 43).

Slika 44 Djelovanje veznih konopa - istovremeno povlačenje pramčanog i krmenog konopa

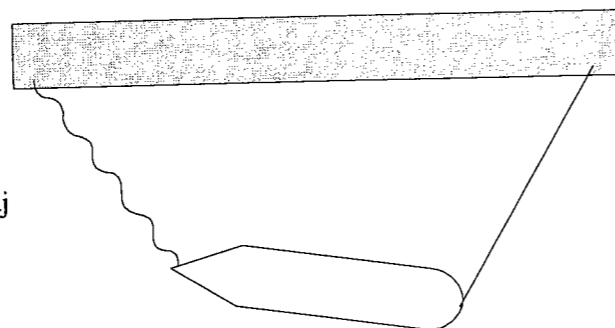


Ako se brod privlači istovremeno istom snagom s dva konopa od kojih je jedan na pramcu, a drugi na krmi (slika 44), neće se okretati ni pomicati u uzdužnom smislu zato što su uzdužna i poprečna komponenta pramčanog i krmenog konopa jednake po snazi, a suprotnog smjera pa se poništavaju. Brod će se paralelno približavati obali jer obje poprečne komponente djeluju u istom smjeru, tj. ka obali.



Slika 45 Dovođenje broda u paralelni položaj s obalom povlačenjem pramčanog konopa

Ako brod priđe obali u kosom položaju, treba ga postaviti paralelno s obalom. To se postiže jačim pritezanjem pramčanog konopa ako je pramac udaljeniji (slika 45), a jačim pritezanjem krmenog konopa ako je krma udaljenija (slika 46).



Slika 46 Dovođenje broda u paralelni položaj s obalom povlačenjem krmenog konopa

1.6. Korištenje sidara kod manevriranja brodom

Prilikom manevriranja brodom često se upotrebljavaju sidra zbog:

- okretanja broda na malom prostoru
- skretanja broda u slučaju otkazivanja kormila, ili u slučaju neposredne opasnosti ako kormilo ne sluša
- zaustavljanja broda u slučaju otkazivanja stroja i spašavanja od nasukanja, sudara s drugim brodom ili obalom na taj način
- smanjivanja izboja pri vožnji krmom

Jednovijčanim brodovima se teško okrenuti na malom prostoru. Krug okreta, kao što smo vidjeli, ima svoju veličinu. Da bi se smanjio krug okreta, možemo se prilikom manevriranja u skućenom lučkom

akvatoriju koristiti sidrima tako da oborimo sidro s one strane na koju želimo izvršiti okret. Za okret preko desne strane treba oboriti desno sidro, a za okret preko lijeve strane lijevo sidro. Nakon što se sidro oborilo, popušta se lanac uz laganu vožnju naprijed, s kormilom na strani oborenog sidra. Dužina ispusta za ovakav manevar iznosi oko 1,5 puta dubina mora. Pri tom nije važno da li sidro ore jer će laganom vožnjom sidro s lancem djelovati kao elastični spring.

Kod svakog manevriranja sidrima u luci i u blizini drugih brodova treba voditi računa da se svojim sidrom ne zahvati lanac drugog broda i ne oštete podvodni kablovi, cjevovodi i slično.

U slučaju otkazivanja kormila ili ukoliko želimo brodom skrenuti brže radi neke neposredne opasnosti, možemo se također poslužiti sidrima obaranjem onog sidra na strani na koju želimo skrenuti. Pri tome se moramo držati sljedećih praktičnih savjeta:

S oborenim sidrom i jednom uzom ispuštenog lanca, brod će laganu skretati i vući sidro za sobom.

S oborenim sidrom i s dvije uze ispuštenog lanca, brodom će se bolje skretati jer će sidro povremeno zakačiti za dno te popustiti.

S oborenim sidrom i s tri uze ispuštenog lanca, sidro će dobro zakačiti, a ukoliko je brzina broda velika, postoji opasnost da dođe do štete na vitlu ili da pukne lanac. Ova praktična uputstva mogu dobro poslužiti u sličnim situacijama, pa o tome treba voditi računa i držati se ovih načela.

Često se kod manevriranja brodom možemo naći u situaciji da zakaže stroj. Najčešće je to slučaj kad stroj neće da prihvati vožnju krmom, radi čega prijete opasnost od sudara s nekim brodom, obalom ili prijete nasukavanje. U tom slučaju, jedino što preostaje za sprječavanje najgoreg su sidra. Za zaustavljanje broda u kursu obaraju se oba sidra. Osim što će brod biti zaustavljen u kursu, oba sidra će efikasnije djelovati na zaustavljanje broda od jednog sidra.

U ovakvim prilikama treba imati na umu da se pažljivim i postepenim kočenjem neće oštetiti vitlo i da neće doći do pucanja lanca. Može se jače kočiti tek kad se osjeti da je brzina broda dosta opala, tj. da će lanci izdržati.

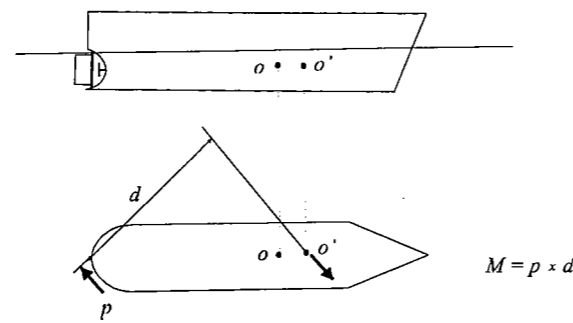
Pomoću oborenog sidra u vožnji krmom se može znatno smanjiti negativan izboj. Poznato ja da jednovijčani brodovi teško kormilare u vožnji krmom, odnosno da imaju vrlo jak izboj krme. Da bi se izboj smanjio, preporučuje se da se sidro obori na strani suprotnoj od izboja i da se vuče za sobom. Na taj način sidro ne dozvoljava skretanje pramca, a budući da se brod može shvatiti kao polugu, nema ni izbijanja krme, tj. izbijanje krme je znatno manje.

1.7. Utjecaj trima i nagiba na brzinu i okretljivost broda

Na brzinu i okretljivost broda utječe nagib broda oko uzdužne osi (bočni nagib) te nagib broda oko poprečne osi, tj. trim. Brod može imati pramčani trim ili pretegu kad je pramac broda dublje uronjen, a krmeni trim ili zategu kad je krma broda dublje uronjena.

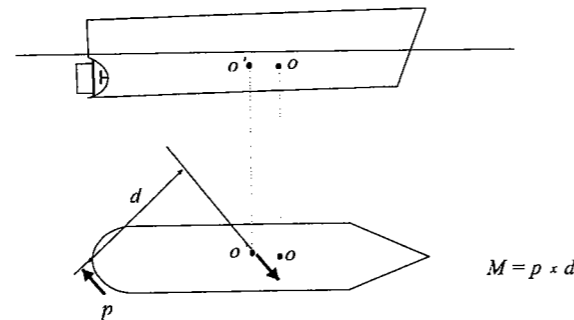
Teorijski, brod ima najveću brzinu kad plovi na ravnoj kobilici i nema nikakav bočni nagib. On je konstruiran da u takvom položaju pruža najmanji otpor. Kad brod ima pramčani trim, povećava mu se otpor trenja. Kod krmenog trima, krma broda je dublje uronjena, a time i znatno šira, što ima za posljedicu da za sobom vuče veću količinu vode. To povećava tzv. otpor oblika (forme), čime se smanjuje brzina. Kao što vidimo, i pramčani i krmeni trim negativno utječu na brzinu broda.

Slika 47 Položaj točke okreta kod pretežnog broda

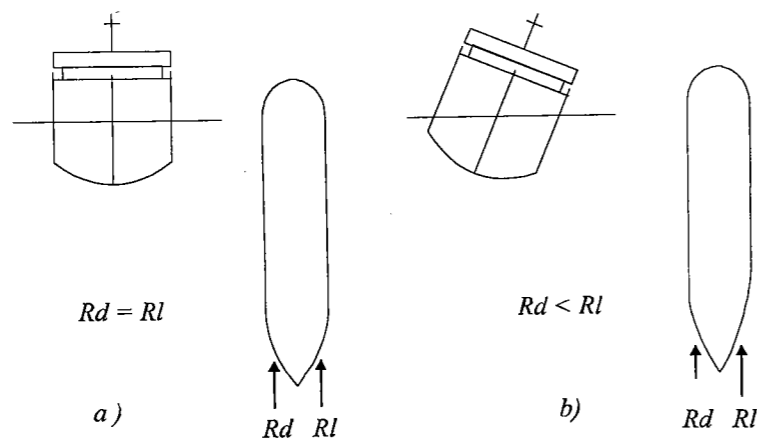


Trim ima također dosta utjecaja na okretljivost broda. Ako je brod pretežan, povećava mu se okretljivost jer se točka okreta pomiče više naprijed što je pretega veća. Zbog toga se povećava krak d na kojemu djeluje sila P (slika 47). Posljedica toga je i veći moment okreta. Pretežan brod ima bolju okretljivost, ali položaj pretege negativno djeluje na tzv. stabilnost kursa. Naime, i najmanji otklon kormila djeluje na naglo "izbijanje" broda iz kursa. Zbog toga se u praksi brod rađe malo zateža (slika 48) da bi imao veću stabilnost kursa jer je to od veće važnosti, pogotovo na dugim prekooceanskim putovanjima.

Slika 48 Položaj točke okreta kod zatežnog broda



Kad brod nema bočni nagib, tj. kad nije nagnut ni na desni ni na lijevi bok, s obje strane pramca djeluju jednaki bočni pritisci ($R_d = R_l$, slika 49a). Čim se brod nagne na jedan bok, na nagnutoj strani je površina uronjenog dijela broda veća. Time se povećava i tlak vode na nagnutoj strani ($R_l > R_d$), radi čega će brod skrenuti na stranu suprotnu nagibu (slika 49b).



Slika 49 Utjecaj nagiba broda

1.8. Ostali čimbenici

Vrlo je važno da se za vrijeme izvođenja manevra zna kojim sredstvima i uređajima brod raspolaže i kako se s njima rukuje, da bi se u datom trenutku ista pravovremeno i pravilno mogla upotrijebiti. Tu ubrajamo sljedeća sredstva i uređaje:

- sidreni uređaj
- pritezna vitla i sredstva za vez broda
- sustav veze
- brodice za privezivanje, odnosno mogućnost upotrebe brodice (za spašavanje) za izvlačenje konopa na obalu

1.8.1. Sidreni uređaj

Kod manevriranja brodom veoma se često i uspješno koristimo sidrima, naročito ako se manevar izvodi na ograničenom prostoru. Osim toga, kod manevriranja brodom sidra stalno trebaju biti spremna za obaranje kako bi se u slučaju otkazivanja stroja ili kormila izbjegla opasnost od nasukavanja, sudara, udara u obalu, i sl. Zbog toga je potrebno znati kakva su sidra, kako se obaraju, koji tip sidrenog vitla brod ima, kojom brzinom se sidra mogu uvitlavati, mogu li se istovremeno dizati oba sidra, kakva je kvaliteta lanaca, njihova dužina, itd. Na kraju, treba znati kako je posada izvježbana u svim radnjama sa sidrima i sidrenim vitlom.

1.8.2. Pritezna vitla i sredstva za vez

Prilikom manevra pristajanja i priveza, brod se koristi priteznim vitlima i veznim konopima. Naročito se uspješno manji brodovi koriste ovim sredstvima jer oni zbog troškova gdje god je to moguće nastoje izbjeći upotrebu lučkih tegljača. Zato je veoma važno da zapovjednik zna kakva su vitla, kakvi su lanci, kolika je njihova snaga te kakvi su konopi i kolika je njihova dužina. Sve to treba znati zato jer se brodom najčešće dođe u položaj usporedno s obalom na određenoj udaljenosti, a zatim ga se pomoću pramčanog i krmenog konopa snagom vitala privlači k obali. Ako vitla nemaju dovoljno snage, ako konopi nisu dovoljno dugi ili nemaju dovoljnu čvrstoću, na ovakav se manevar ne može računati.

1.8.3. Sustav veze

Prilikom izvođenja manevra, a radi brzine izvršavanja svake naredbe, mora postojati dobar sustav veze zapovjedničkog mosta sa strojem, manevarskim mjestom na pramcu i na krmi te rezervnim kormilarskim mjestom (za slučaj potrebe). Čim je bolja veza, bolje se i brže izvršavaju naređenja koje izdaje zapovjednik broda sa zapovjedničkog mosta. U slučaju prekida ili slabog funkcioniranja tih veza, može doći u pitanje cijeli manevar. Radi toga je ta veza na brodovima zbog važnosti i sigurnosti najčešće dvostruka. Ta veza se najčešće odvija putem telefona, razglasa, doglasnog parafona, a u zadnje vrijeme najčešće putem mobilnog radiotelefona (talky -walkey). Veza sa strojem je isključivo brodski telegraf.

1.8.4. Korištenje brodskih brodice za izvlačenje konopa

Kad se pristaje brodom, gotovo u svim lukama u svrhu iznošenja konopa s broda na obalu se koriste brodice - privezivači dotične luke. To su često brodice sa snažnim strojevima koje su u stanju vrlo brzo i lako s broda izvući konope na obalu i dodati ih privezivačima na obali koji ih zatim nametnu na bite. Međutim, ukoliko brod zbog više sile mora pristati negdje nenajavljeno, ako je prisiljen vezati se negdje

gdje ovakve službe nema ili ako se, na primjer, vezuje na plutaču, u četverovez, i sl., tada mu u tu svrhu dobro mogu poslužiti njegove brodice za spašavanje. Budući da se danas za spašavanje koristi potpuno zatvoreni tip brodice, u tu svrhu će bolje poslužiti tzv. brodice za prikupljanje (engl. rescue boat) koje brodovi također moraju imati ukoliko imaju brodice za spašavanje zatvorenog tipa. Zbog toga zapovjednik mora imati dobro obučenu i izvježbanu posadu za brzo spuštanje i efikasno rukovanje takvim brodicama, ne samo za ovakve prilike, već i za potrebe eventualnog spašavanja ljudi (utopljenika) iz mora.

1.8.5. Zapovijedi za kormilarenje i vožnju strojem prilikom izvođenja manevra

Ove zapovijedi se izdaju kormilaru od strane zapovjednika i peljara prilikom manevriranja brodom u lukama i kanalima ili časnika straže u slučaju izbjegavanja sudara. Zapovijedi se izdaju usmenim putem na hrvatskom ili engleskom jeziku. Izdanu zapovijed kormilar mora ponoviti (da bi se znalo da je zapovijed razumio), a nakon izvršene zapovijedi obavijestiti da je radnja izvršena.

Zapovijedi za vožnju strojem izdaje zapovjednik broda, peljar ili časnik straže posebnim uređajem, tzv. **telegrafom stroja**. Uređaj optički prenosi naredbu. Izdavanje naredbe prati jak zvučni signal kako bi se u strojarnici u kojoj ima dosta buke taj signal mogao čuti.

Najčešće se koriste sljedeće naredbe za kormilarenje:

1. **Kormilo u sredini... engl. Midship...** Naredba se daje za postavljanje kormila u sredinu.
2. **Desno (Lijevo)...engl. Starboard (Port)...** Naredba se daje za skretanje brodom udesno (ulijevo).
3. **Polako... engl. Easy...** Naredba se daje kad je potrebno smanjiti otklon kormila ("Popusti na..." ili "Lakše na...").
4. **Prebaci... engl. Meet her...** Naredba se daje kad je potrebno zaustaviti okret, zbog čega je potrebno kormilo prebaciti na suprotnu stranu.
5. **Tako ravno... engl. Steady...** Naredba se daje kad je potrebno nastaviti plovidbu u pravcu (prema nekom markantnom objektu) ili u kursu u kojem je brod plovio u trenutku izdavanja naredbe.
6. **Deset desno (lijevo)... engl. Starboard (Port) ten...** Naredba se izdaje kad se želi kormilo otkloniti za navedeni kut udesno (ulijevo).
7. **Sve desno (lijevo)... engl. Hard a Starboard (Port)...** Naredba se izdaje kad se kormilo želi otkloniti za najveći mogući kut udesno (ulijevo).
8. **Polako desno (lijevo)... engl. Starboard (Port) easy...** Naredba se izdaje kad se želi brodom skretati lakše udesno (ulijevo).
9. **Bolje desno (lijevo)... engl. Better Starboard (Port)...** Naredba se izdaje kad se brodom želi nešto brže skretati udesno (ulijevo).
10. **Više desno (lijevo)... engl. More Starboard (Port)...** Naredba se izdaje kad se želi brodom skrenuti više udesno (ulijevo).
11. **Malo desno (lijevo)... engl. Starboard (Port) a bit...** Naredba se izdaje kad se želi veoma malo skrenuti udesno (ulijevo).
12. **Ravno (tako ravno)... engl. Steady (Steady as she goes)...** Naredba se izdaje kad se želi da brod slijedi postojeći kurs (pravac kretanja).
13. **Kurs 150°... engl. Course One-Five-Zero.**

N a p o m e n a :

Izraze *beter*, *more* ili *meet her* treba izbjegavati, odnosno kormilaru je bolje uvijek točno odrediti kut otklona, pa i onda kad suprotnim otklonom brod treba umiriti u željenom kursu.

Naredbe u stroj izdaju se, kao što je već rečeno, telegrafom. Sve naredbe su naznačene na telegrafu (ispisane na samom uređaju) na hrvatskom ili engleskom jeziku kako slijedi:

1. **Pozor u stroju... engl. Stand by in engine...** Ova se naredba daje prije bilo koje od naredbi. Ona označava upozorenje osoblju strojarnice da će započeti manevriranje pomoću stroja. Ostale naredbe telegrafom su:
2. **Sasvim lagano naprijed... engl. Dead slow ahead...**
3. **Lagano naprijed... engl. Slow ahead...**
4. **Pola snage naprijed... engl. Half ahead...**
5. **Svom snagom naprijed... engl. Full ahead...**
6. **Stoj... engl. Stop...**
7. **Sasvim lagano krmom... engl. Dead slow astern...**
8. **Lagano krmom... engl. Slow astern...**
9. **Pola snage krmom... engl. Half astern...**
10. **Svom snagom krmom... engl. Full astern...**
11. **Svršeno sa strojem... engl. Finished with the engine...** Ova naredba se daje kad je manevriranje sa strojem završeno.



1. Što podrazumijevamo pod pojmom manevriranja brodom ?
2. Da bi se manevar dobro izveo, potrebno je poznavanje nekih bitnih čimbenika koji uvelike utječu na njegovu uspješnost. Koji su to čimbenici?
3. Što je kormilo; kako se izračunava površina plohe kormila?
4. Objasni djelovanje kormila pri vožnji naprijed, djelovanje sila, moment okreta.
5. Objasni djelovanje kormila pri vožnji krmom.
6. Hvatište sila struje vode koje djeluju na kormilo nije stalno u istoj točki, već se pomiče ovisno o kutu otklona kormila. Što se događa u vožnji naprijed, a što u vožnji krmom?
7. Vrste kormila; objasni zašto je balansno kormilo bolje od običnog.
8. Što je krug okreta broda i o čemu ovisi veličina kruga okreta?
9. Što je kut zanošenja (devijacija)?
10. Objasni nagib broda u prvoj fazi kruga okreta, a zatim u drugoj.
11. O čemu ovisi kut nagiba pri okretu broda?
12. Zbog čega je važno poznavati veličinu kruga okreta i kako je određujemo?
13. Što je vijak, od čega se sastoji?
14. Nabroji vrste vijaka prema tehničkoj izvedbi, njihove prednosti i nedostatke.
15. Što je desnookretni, a što lijevookretni vijak?
16. Koja je usisna, a koja tlačna strana vijka?
17. Što je korak vijka, a što skliz ili slip?
18. Što je kavitacija i kako je primjećujemo?
18. Koje sile vijak stvara svojim okretanjem u vodi?
19. Što je sila poriva, kako djeluje?
20. Koje su bočne sile pri vožnji naprijed?
21. Opiši silu zapljuskivanja kormila.
22. Gdje nastaje i kako djeluje sila otpora pri vožnji naprijed?
23. Koje su i kako djeluju bočne sile pri vožnji krmom?
24. Objasni zajedničko djelovanje kormila i vijka :
 - a) pri vožnji naprijed
 - b) pri vožnji krmom
25. Kako izvodimo okret na mjestu broda s jednim vijkom?
26. Nabroji prednosti i neke nedostatke brodova s dva vijka.
27. Objasni smještaj kormila kod brodova s dva vijka, obje izvedbe.
28. Objasni moment okreta broda s dva vijka i mogućnost okreta na mjestu.
29. Koje dodatne uređaje danas kod brodova susrećemo u svrhu poboljšavanja manevarskih osobina broda?
30. Opiši potiskivač pramca i potiskivač krme.
31. Opiši aktivno kormilo i okretnu sapnicu.
32. Kako izgleda, kako djeluje i gdje se koristi Woith-Schneiderov porivnik?

33. Što je zalet, a što slobodni zalet broda?
34. Koji čimbenici utječu na veličinu zaleta? objasni ih.
35. Zašto je vrijeme prebacivanja stroja iz vožnje naprijed u vožnju krmom važan čimbenik kod manevriranja brodom?
36. Koja sredstva za vez broda postoje?
37. Kako se nazivaju konopi s obzirom na to kako "rade" s broda prema obali?
38. Objasni učinak veznih konopa na brod; povlačenjem pramčanih i krmenih konopa pojedinačno i zajedno.
39. Kako se koriste sidra prilikom manevriranja brodom:
 - a) pri okretanju broda na malom prostoru
 - b) u slučaju otkazivanja kormila ili stroja
40. Kakav je utjecaj trima na okretanje i brzinu broda?
41. Kakav je utjecaj bočnog nagiba ?
42. Nabroji i objasni ostale uređaje važne za manevriranje brodom.

2. Utjecaj vanjskih čimbenika na manevriranje brodom

Kako će se neki brod ponašati kod manevriranja ovisi najviše o njegovim karakteristikama. Te karakteristike brodu daju svi čimbenici razmatrani u prethodnom poglavlju. Ipak, jedan te isti brod različito će se ponašati u različitim uvjetima. Drugačije će se brod ponašati po lijepom vremenu nego po vjetru, drugačije na valovima nego po mirnom moru, drugačije u struji nego kad nema struje, drugačije u dubokoj nego u plitkoj vodi, drugačije će se manevar izvoditi kad ima dosta prostora za manevriranje, a drugačije u ograničenom lučkom akvatoriju. Zbog toga je za uspješno manevriranje brodom pored poznavanja čimbenika samog broda neophodno znati kako djeluju na brod i tzv. vanjski čimbenici.

Od vanjskih čimbenika najviše utjecaja imaju sljedeći:

1. utjecaj vjetra
2. utjecaj valova
3. utjecaj struje
4. utjecaj plitke vode

2.1. Utjecaj vjetra

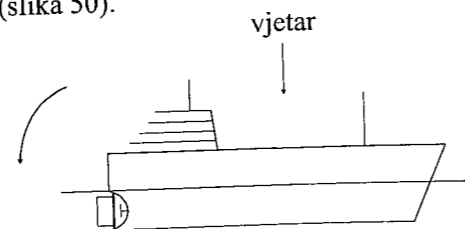
Brod se u vožnji kreće kroz dva medija: kroz vodu i kroz zrak. Kako će vjetar djelovati na brod ovisi o površini i rasporedu onog dijela broda koji se nalazi iznad vodene linije, ali isto tako i o uronjenom dijelu broda, tj. o gazu i trimu.

Sila kojom vjetar djeluje na brod upravo je razmjerna kvadratu brzine vjetra, površine na koju vjetar djeluje i kutu pod kojim stoji izložena površina u odnosu na vjetar. Ako vjetar djeluje okomito, učinak je najveći. Budući da je djelovanje vjetra razmjerno kvadratu brzine, slijedi da će se, ukoliko se brzina vjetra podvostruči, učinak na brod učetverostručiti. Djelovanje vjetra je jače što je veći nadvodni dio broda i što je manji gaz (prazan brod). Ovaj utjecaj po jakom vjetru može biti vrlo velik i dobar ga zapovjednik ne smije zanemarivati, već ga kod manevriranja brodom mora uzimati u obzir.

2.1.1. Utjecaj vjetra na zaustavljeni brod

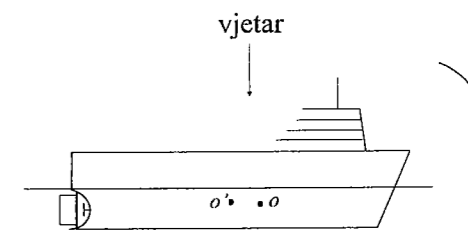
Kako će se zaustavljeni brod postaviti s obzirom na smjer vjetra ovisi o razmještanju nadgrađa i o trimu broda. Ovdje ćemo razmatrati četiri osnovna slučaja:

1. Ako je brod na ravnoj kobilici, a veći dio nadgrađa mu se nalazi na krmi, krma će jače "padati" niz vjetar, tj. pramac će se postaviti prema vjetru (slika 50).



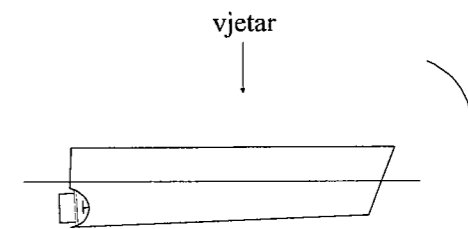
Slika 50 Utjecaj vjetra - nadgrađe na krmi

2. Ako brod ima veći dio nadgrađa na pramcu pramac će jače "padati" niz vjetar (slika 51).



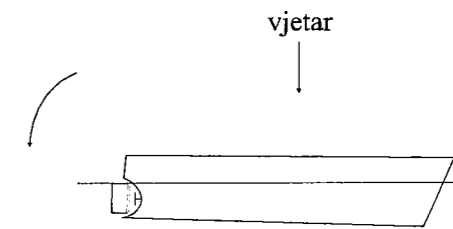
Slika 51 Utjecaj vjetra - Nadgrađe na pramcu

3. Ako brod nije na ravnoj kobilici, već ima krmeni trim (krma je dublje uronjena), a površina izložena vjetru na pramcu i na krmi jednaka, pramac će jače "padati" niz vjetar jer krma pruža veći otpor kretanju kroz vodu (slika 52).



Slika 52 Utjecaj vjetra - zatežan brod

4. Ako brod ima pramčani trim (pramac dublje uronjen), krma će jače "padati" niz vjetar (slika 53).



Slika 53 Utjecaj vjetra - pretežan brod

Radi lakšeg razumijevanja materije razmatrali smo samo ova četiri osnovna slučaja, međutim, u praksi ima mnogo više različitih situacija. Brodovi su različito građeni, a osim toga, nekad su više, a nekad manje nakrcani, nekad puni a nekad potpuno prazni, tako da će i jedan te isti brod različito reagirati i postaviti se različito u odnosu na vjetar u različitim slučajevima. Ipak se može reći da se najveći broj brodova najrađe postavlja više bočno na vjetar. Kad ne bi bilo podvodnog dijela broda, svi bi se brodovi teorijski postavili bočno na vjetar, ali pošto je krma obično više uronjena nego pramac (pogotovo kad je brod prazan), a na krmi se nalazi vijak, krma će u vodi stvarati veći otpor, pa će se većina brodova najčešće postaviti **koso, s krmom nešto više uz vjetar**. Inače će se po obliku nadvodnog dijela broda (rasporedu nadgrađa) i trimu veoma lako prosuditi kakav će biti učinak vjetra. Zaustavljeni brod će se zbog djelovanja vjetra na nadvodni dio kretati kroz vodu, tj. zanositi. Njegova će brzina (zanošenje) biti veća što je veći nadvodni dio i što je manji gaz.

Iz toga se može zaključiti da će brodovi bez tereta (u balastu) imati daleko veće zanošenje nego nakrcani brodovi. Stoga će pri vjetrovitom vremenu i manevriranje brodom u balastu biti znatno teže nego manevriranje nakrcanim brodom.

2.1.2. Utjecaj vjetra na brod u vožnji

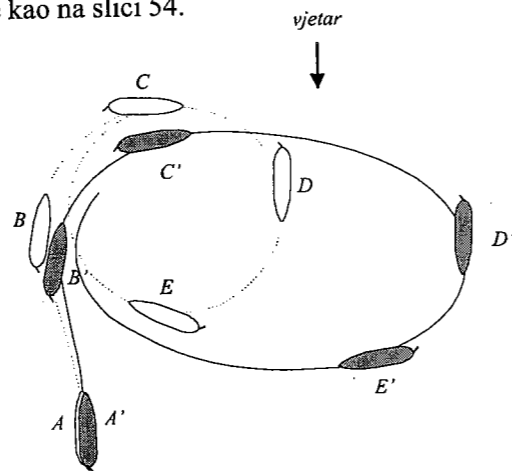
Brod u vožnji naprijed može ploviti s vjetrom u pramac, s bočnim vjetrom ili s vjetrom u krmu. Osim iz ovih osnovnih pravaca, brodu vjetar može dolaziti i iz nekog međupravca. Zbog jednostavnijeg pojašnjenja analizirat će se učinak vjetra samo iz navedena tri pravca.

Ako brod plovi s vjetrom u pramac ili u krmu, neće biti zanošen, već će vjetar djelovati samo na brzinu, na zalet i na zaustavni put. Kada vjetar u vožnji naprijed dolazi s pramca, brzina broda će se smanjiti, a zaustavni put i zalet broda će biti kraći.

Ako brod u vožnji naprijed plovi s vjetrom u krmu, brzina će mu se eventualno povećati, ali će njegov zaustavni put i zalet biti dosta veći. Koliko će oni biti veći ovisi o veličini nadvodnog dijela broda izloženog vjetru i o gazu broda.

Ako brod u vožnji naprijed plovi s bočnim vjetrom, bit će izložen zanošenju udesno ili ulijevo, ovisno o tome s koje strane puše vjetar. Zanos broda opet će ovisiti o veličini i rasporedu nadgrađa i o gazu broda. Da li će brod s bočnim vjetrom imati tendenciju "prihvaćanja", tj. da li će ići s pramcem u vjetar ili će imati tendenciju "padanja", tj. ići s pramcem niz vjetar, ovisi o brzini broda, rasporedu nadgrađa i o trimu.

Općenito, kad se kreće u vožnji naprijed većom brzinom, većina brodova ima tendenciju prihvaćanja ("orcanja"), ali kod brodova u balastu sa slabom snagom stroja može se dogoditi da se brod radije zadržava u bočnom položaju. Pramca takvog broda će se teže okretati iz bočnog položaja, pogotovo ako pramac malo gazi, što je čest slučaj za prazan brod s nadgrađem na krmu. Takav će se brod teško okrenuti niz vjetar. Tada treba zaustaviti stroj te snažno zavoziti krmom, pa će brod iz već poznatih razloga ići krmom u vjetar. Ovu činjenicu treba znati vješto iskoristiti. Krug okreta broda u vožnji po vjetru sa spomenutim karakteristikama bit će "deformiran" i izgledat će kao na slici 54.



Slika 54 Oblik kruga okreta broda pod utjecajem vjetra

Iz slike se vidi da se brod iz pozicije A' preko B' do pozicije C' dosta lako okreće. To je radi toga što se brod najrađe postavlja bočno na vjetar. Brzina mu od pri tome opada. Iz položaja C' u položaj D' brod se teže okreće jer se želi zadržati u bočnom položaju prema vjetru. Od točke D' do točke E' brod se lako i

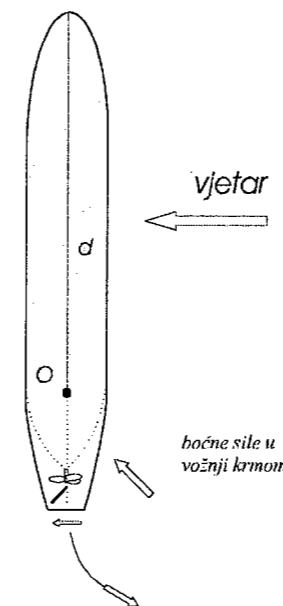
brzo okreće zbog tendencije postavljanja bočno na vjetar. Iz položaja E' do položaja B' brod će doći dosta sporo zbog tendencije zadržavanja bočnog položaja, a zbog toga što se pramac teže postavlja u vjetar.

Iz izloženog je vidljivo da se brod spomenutih karakteristika u vožnji naprijed najduže i najrađe zadržava u položaju bočnog vjetra te da se pramac teško postavlja uz vjetar. Ovo se može objasniti ako shvatimo brod kao polugu s uporišnom točkom na mjestu vijka. Ako potisna sila vijka nije jaka, već je sila vjetra jača, vjetar će s lakoćom nadvladati slab moment okreta. Takav će se brod opisanih karakteristika u nevremenu teško odupirati snažnom vjetru i valovima.

Ovo se može objasniti na sljedeći način. Vijak je ta sila koja "vuče" brod, a njeno hvatište je sam vijak koji

Pri vožnji krmom brod uvijek ide krmom u vjetar bez obzira na izboj.

se nalazi na krmu. Sve ostalo je izloženo "nošenju" s vjetrom. Osim toga, kod vožnje, krmom točka okreta se premješta natrag i nalazi se na oko 1/3 do 1/4 dužine broda od krme. Prema tome, poluga na koju djeluje vjetar prema pramcu je daleko veća nego prema krmu. To djeluje kao da se vijkom brod "čvrsto drži" i "vuče" krmu, a pramac poput jedra "leti" niz vjetar. Zbog toga će brod (bez obzira na jak izboj krme po mirnom vremenu koji uzrokuje vijak (točka 1.2.4.) po vjetrovitom vremenu krmom uvijek ići u vjetar (slika 55).



Slika 55 Izboj u vožnji krmom pod utjecajem vjetra

Zbog jakog učinka vjetra na brod svaki manevar se mora vršiti energično, sa snažnom vožnjom stroja i velikim otklonom kormila. Što polaganije izvodimo manevar, duže smo izloženi vjetru. Ovo treba biti jedno od osnovnih pravila pri manevriranju brodom po vjetrovitom vremenu.

2.2. Utjecaj valova

U uskim kanalima, ušćima rijeka i u zatvorenom akvatoriju vjetar ne stvara velike valove. Međutim, na otvorenom moru se stvaraju veliki valovi pod utjecajem vjetra. Valovi imaju vrlo velik utjecaj na brod, na njegovu brzinu i kurs, a često uzrokuju pomorske nezgode i pogibelji, posebno malih brodova. Radi toga je potrebno znati kako brodom upravljati, kako ga postaviti i držati da bi utjecaj valova na brod bio što manji.

Valovi nastaju kao posljedica djelovanja vjetra na čestice mora koje, tjerane vjetrom, dobivaju ubrzanje i postepenim prenošenjem gibanja s jedne na drugu stvaraju valove. Svaku česticu možemo zamisliti u kružnom gibanju koja se na brijegu kreće u smjeru vala (naprijed), a u dolini u suprotnom smjeru (natrag). Za jako olujnog vjetra valovi na otvorenom moru poprimaju na prednjoj strani vrlo strm oblik. Čestice na vrhu brijega dodatno se ubrzavaju, "otkidaju" i stvaraju krijestu. Valovi mrtvog mora sinusoidalnog su oblika, razvučeni su i bez krijeste. Najjača udarna snaga vala kod živog mora je koncentrirana u krijesti koja se obrušava na brod.

Po valovitom moru brod ne plovi mirno, nego se valja kad valovi dolaze s boka ili posrće ukoliko valovi dolaze s pramca. Kad valovi dolaze iz nekog drugog smjera, brod se i valja i posrće.

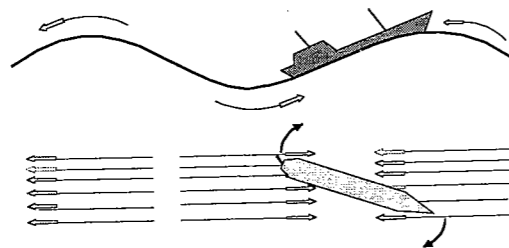
Kod valova u pramac, tj. posrtanja, pramac se uzdiže na brijeg, a zatim naglo "propada" u dolinu. Brod dosta gubi na brzini uz jako naprezanje brodske konstrukcije. Vijak mu povremeno izlazi iz mora, što stvara dodatno opterećenje pogonskog stroja. I kormilo prilikom posrtanja izlazi iz mora, zbog čega je njegovo djelovanje slabije. Posrtanje je snažnije što je brzina broda veća. Zato je razumno smanjiti brzinu, ali nikad toliko da kormilo ne djeluje jer bi u tom slučaju brod ostao bez upravljanja i bio prepušten valovima koji bi ga postavili bočno, što je za brod najgori položaj.

Kad valovi dolaze u krmu, brzina broda ne opada, ali se ni ne povećava. Brod se tada uzdiže s krmom na brijeg vala i propada s krmom u dolinu, ne tako snažno kao pramac kod posrtanja, već blago uz zanošenje krme desno-lijevo. Brod slabije drži pravac, tj. nema stabilnost kursa. Ovakav položaj je nešto povoljniji od prethodnog jer nema naprezanja konstrukcije broda i stroja, naročito ako je brzina broda veća od brzine čestica na brijegu vala. Ako brzina broda nije veća, udaranje valova u krmu je snažno, brod gubi stabilnost kursa, a to može imati za posljedicu da brod dođe u bočni položaj uz snažno valjanje.

Kad valovi dolaze s boka, brod se valja. Valjanje može biti vrlo jako i opasno ako su valovi veliki, a stabilnost broda nepovoljna. Budući da je ovakav položaj u nevremenu za brod najnepovoljniji i najopasniji, potrebno ga je držati u jednom od gore navedenih položaja, tj. ili pramcem ili krmom na valove. Najpovoljniji položaj je pramcem na valove uz brzinu kod koje još dobro sluša kormilo. Ipak, i kod ovakvog položaja brod ima tendenciju postavljanja u bočni položaj, pogotovo kad je dužina broda negdje oko polovice dužine vala. Postavljanje broda u bočni položaj treba nastojati izbjeći suprotstavljajući se kormilarenjem i prilagođenom brzinom. Sile koje nastoje brod postaviti bočno na valove djeluju na način opisan u sljedećim potpoglavljima.

2.2.1. Plovidba s valovima u pramac

Kad se pramac broda nađe na brijegu (slika 56), čestice vala ga snažno guraju natrag, a krmu koja je u dolini čestice vala snažno vuku naprijed i tako stvaraju jaki zakretni moment koji nastoji brod postaviti bočno na valove. Kormilo koje se nalazi u dolini slabo djeluje jer uz njegovu plohu čestice valova imaju gibanje prema

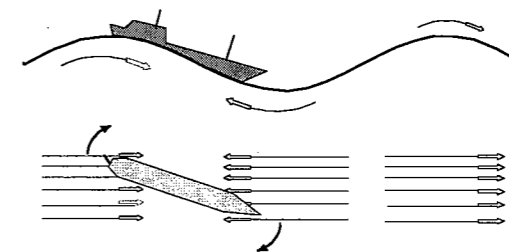


Slika 56 Zakretni moment pri plovidbi s valovima u pramac

naprijed. Jedino se struja vijka može nešto efikasnije suprotstaviti ovakvom nepovoljnom stanju. Zbog toga pri plovidbi s pramcem na valove brod mora voziti takvom brzinom pri kojoj kormilo dobro sluša, bez obzira na to što povećanjem brzine brod jače posrće. Ako je snaga stroja preslaba i /ili vijak premalen, brod će se teško izvlačiti iz opisanog položaja.

2.2.2. Plovidba s valovima u krmu

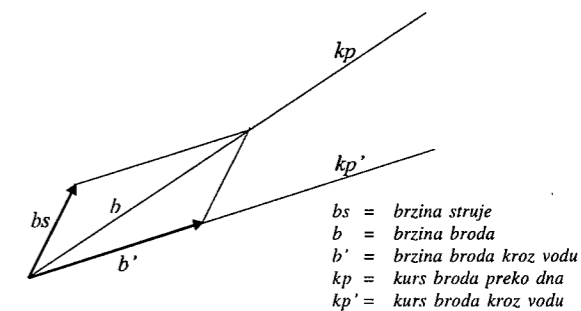
Kad se pri plovidbi s valovima u krmu brod nađe u položaju kao na slici 57, pramac koji se nalazi u dolini a krma na brijegu je izložen djelovanju snažnog zakretnog momenta koji ga nastoji postaviti bočno na smjer valova jer čestice u dolini snažno vuku pramac natrag, a čestice na brijegu vala snažno guraju krmu naprijed. U ovakvom položaju ni kormilom (u našem slučaju sasvim ulijevo) se brod nije u stanju izvući jer čestice vode slabo djeluju na plohu kormila zbog njihovog kretanja prema naprijed. U ovakvom položaju se brod izlaže opasnosti da dođe bočno na valove i da se jako nagne, što može imati kobne posljedice. Zbog toga je plovidba s valovima u krmu opasna. Valovi redom jedan za drugim udaraju u krmu, brod dobiva sve jače okretne zamahe koje kormilar kolikogod je moguće mora nastojati na vrijeme poništavati, što često i neće biti lako, pogotovo kad je brzina čestica valova na brijegu veća od brzine broda.



Slika 57 Zakretni moment pri plovidbi s valovima u krmu

2.3. Utjecaj struje

Kad bi brod pristajao uz objekte koje struja nosi, manevar mu se ne bi razlikovao od manevara u mirnoj vodi bez struje. Manevarska svojstva broda u takvom slučaju ostaju ista, tj. kormilo jednako dobro sluša, a vijak djeluje isto kao u mirnoj vodi. Budući da brod pristaje uz obalu i stacionirane objekte, djelovanje struje se mora uzimati u obzir. Kod djelovanja struje treba razlikovati brzinu i kurs broda kroz vodu i brzinu i kurs preko dna. Kad brod plovi u području struje, voda se zajedno s brodom kreće pa će pod utjecajem struje brzina broda preko dna biti rezultanta zajedničkog djelovanja brzine broda i brzine struje. Isto tako, kurs broda preko dna će biti rezultanta kursa kroz vodu i smjera struje (slika 58). Za uspješno manevriranje kod djelovanja struje treba uzimati u obzir brzinu i kurs broda preko dna.

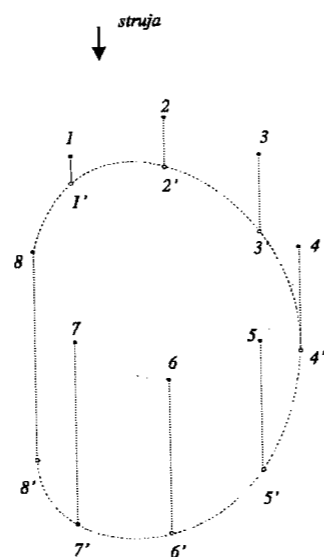


Slika 58 Plovidba brodom pod utjecajem struje

Kadgod je to moguće, treba pristati sa strujom u pramac jer je brzina približavanja relativno mala. Takva brzina, zajedno s velikom brzinom kroz vodu omogućava bolje djelovanje kormila i lakše zaustavljanje broda (kraći zalet). Ako to nije moguće, prilazni kurs se određuje kao kurs preko dna koji je rezultanta kursa kroz vodu i smjera struje.

Kod manevriranja brodom u struji treba voditi računa o veličini i obliku kruga okreta. Krug okreta u mirnoj vodi je sličan krugu, a u struji je deformiran, tj. izdužen niz struju i poprima oblik krivulje, kao što prikazuje slika 59. Taj se krug može lako konstruirati ako poznamo smjer i jačinu struje tako da svaku točku kruga okreta u mirnoj vodi pomaknemo niz struju za prevaljeni put struje u proteklom vremenu.

Iz slike se vidi da je točka 1-1' najmanje pomaknuta, a točka 8 - 8' najviše jer je proteklo najviše vremena. Ukoliko se okret izvodi manjom brzinom, razvučenost će biti veća. Učinak struje, osim o jačini struje, ovisi i o poprečnim presjeku kanala u odnosu na poprečni presjek broda. Otpor podvodnog dijela broda struji je razmjeran kvadratu brzine struje i presjeku podvodnog oblika broda suprotstavljenog struji. Prema tome, učinak struje na brod će biti veći u uskom kanalu i plitkoj vodi zbog toga što će ispod i oko broda struja biti pojačana, a to se događa zato što će ista količina vode sada morati proći u istom vremenu kroz manji poprečni presjek kanala.



Slika 59 Krug okreta pri plovidbi brodom pod utjecajem struje

2.4. Utjecaj plitke vode

Kad brodovi plove otvorenim morem, voda koju brod sječe i potiskuje slobodno se širi na sve strane. Međutim, kod vožnje u tjesnacima i plićacima se voda ne može slobodno kretati. Ograničena dubina plovnog puta bitno mijenja strujanje oko i ispod broda i znatno utječe na otpor broda, a time i na njegovu brzinu. Stupanj ograničenosti dubine određuje se odnosom dubine mora i gaza broda. Otpor trenja u plitkoj vodi se povećava za više od 20%. Plitka voda osobito jako djeluje na veličinu i otpor valova koji se znatno povećavaju u plitkoj vodi kod velikih brzina. Naročito se povećavaju pramčani i krmeni val. Ovo se objašnjava time što čestice vode nisu u stanju napraviti pravilnu i cjelovitu orbitalnu putanju uslijed čega se "nagomilavaju" pred pramcem. Osim toga, čestice vode potisnute brodskim trupom nastoje izaći uz povećanu brzinu iza krme.

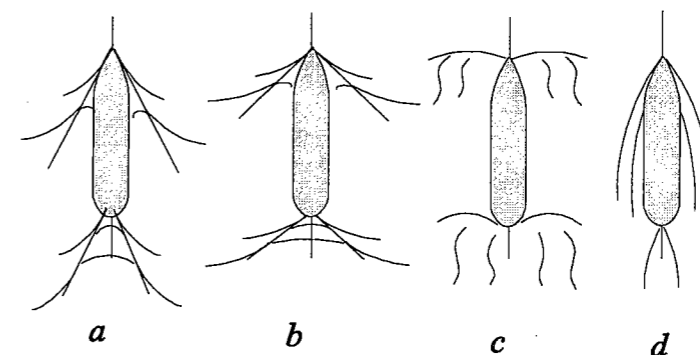
Na taj način se formiraju valovi u obliku pramčanih i krmenih brkova (slika 60 c). Kod nepovoljnog

odnosa dubine vode u odnosu na gaz broda (1:1,2 - 1:1,5) brkovi pramčanog i krmenog vala poprimaju po jedan veliki poprečni val pramca i krme okomito na uzdužnicu broda.

Kako se kretanje čestice vode koje brod potiskuje i vuče za sobom prenosi na susjedne čestice, povećava se i otpor trenja na morskom dnu i obalama kanala. Brzina broda se smanjuje i opada broj okretaja vijka. Brod "gura" veliki pramčani val ispred sebe, a za sobom "vuče" veliki poprečni krmeni val.

Na slici 60 je prikazana promjena oblika valnih sistema broda u plitkoj vodi.

Na slici 60a su prikazani valovi u dubokoj vodi. Kad se smanjuje dubina, valovi se postepeno šire u poprečnom smislu (slika 60 b). U najkritičnijem trenutku, pri određenoj nepovoljnoj brzini i gasu broda u odnosu na dubinu, valovi poprime oblik prikazan na slici 60 c. Na slici 60 d prikazani su valovi kad se brzina broda znatno poveća, pa plitka voda više ne utječe negativno, nego čak počinje pozitivno djelovati. U situaciji najnepovoljnijeg djelovanja (slika 60 c) brod djeluje kao da je upao u dolinu. Ovakva pojava



Slika 60 Promjena oblika valova pri plovidbi brodom u plitkoj vodi

može izazvati privlačenje trupa broda prema morskom dnu uz opasnost udara broda u morsko dno.

Poznata je pojava pri plovidbi kanalima različitih, uglavnom malih dubina, kada se brod zanosi i ima tendenciju nekontroliranog skretanja i otežanog kormilarenja.

Kao što je već rečeno, brzina broda bitno utječe na navedene pojave ponašanja broda u plitkoj vodi. Tako, na primjer, kod brzine broda od 24 čv. dubina od 25 m već vrlo negativno utječe. Za brzine broda ispod 12 čv., dubine mora od preko 15 m nemaju nikakvog utjecaja. Kod malih i vrlo brzih brodova dolazi do pojave isčeznuća pramčanih i krmenih valova, tj. do njihovoga znatnog smanjivanja i povijanja uzduž broda (slika 60 d). Ovo se događa zbog toga što vodene čestice koje brodski trup potiskuje prema dnu nakon refleksije djeluju tako da podižu brod pa mu se tako smanjuje deplasman zbog čega se smanjuje otpor broda. Kod manevriranja brodom u luci, iako su dubine male, spomenuti čimbenici ne djeluju s obzirom na vrlo malu brzinu broda prilikom manevriranja.

Međutim, kod plovidbe brodom uskim kanalima o navedenim čimbenicima treba voditi računa. Osim navedenog, u uskim kanalima zbog neprilagodene brzine može doći do oštećenja obalnih objekata i drugih brodova privezanih uz obalu i do tzv. indirektnog sudara.

2.4.1. Plovidba u plitkoj vodi

Kad brod plovi u plitkoj vodi, on "gura" ispred sebe veliku količinu vode. Nagomilavanjem vodenog brijega ispred pramca se stvara područje visokog tlaka. Voda koju brod gura mora proći natrag, bilo uz bokove, bilo ispod kobilice. Zbog toga je strujanje ispod broda ubrzano. To uzrokuje pad tlaka. Posljedica pada tlaka (ispod broda i uz njegove bokove sve do iza krme) uzrokuje vertikalni pad broda, tj. dublje uronuće. Ovakva pojava naziva se brodski čučanj (engl. ship squat). Kad se brod kreće u plitkoj vodi velikom brzinom, a dubina ispod kobilice iznosi 1 do 1,5 m, može doći do nasukavanja, odnosno udara broda o morsko dno pramcem, sredinom ili krmom, što ovisi o podvodnom obliku broda. Brodovi punije forme poput supertankera, obo brodova, i sl. će prije udariti pramcem, dok će brodovi finijeg oblika poput ratnih brodova, putničkih brodova ili brzih kontejnerskih brodova prije udariti krmom. Stoga je brodski čučanj odnedavno postao tako važan čimbenik, posebno zadnjih deset do dvadeset godina. Ova pojava se ranije nije uzimala u obzir jer se čučanj kod relativno malih i sporih brodova kretao u centimetrima. Zadnjih godina veličina brodova naglo raste, tako da često susrećemo tankere od preko 200.000 DWT. Ovi brodovi pristaju u luke i na terminale u kojima im zbog velikog gaza često ispod kobilice ne ostaje više od 1.0-1.5 m. Usporedo s rastom veličine, rastu i brzine brodova i kreću se od 15 čvorova kod tankera i obo brodova do 20 i više čvorova kod kontejnerskih brodova.

Količina vode ispod kobilice kod plovidbe kanalima i prilazima luka zbog povećanja veličine brodova je sve manja, a brzine brodova sve veće. Radi toga se brodski čučanj rapidno povećao i ne izražava se više u cm, već dosiže vrijednosti od 1.5 do 2.0 metara, što se, naravno, ne može zanemariti.

Sljedeći su pokazatelji znak da je brod ušao u područje plitke vode:

1. Valovi koje brod stvara vožnjom postepeno rastu.
2. Kut koji valovi zatvaraju s uzdužnicom broda postaje sve veći.
3. Brod slabije manevrira i tromiji je, a kormilo slabije sluša.
4. Pokazivač gaza pokazuje povećanje gaza, a dubinomjer smanjenje dubine.
5. Brojač okretaja vijka (RPM-indikator) pokazuje pad. Ovaj pad može iznositi i do 20%.
6. Smanjenje broja okretaja uzrokuje i pad brzine koji može iznositi i do 30%, a ako brod plovi uskim i plitkim kanalom, taj pad brzine može biti još veći.
7. Brod može početi iznenada vibrirati jer frekvencija vode koju brod vuče dolazi u rezonanciju s frekvencijom brodskih vibracija.

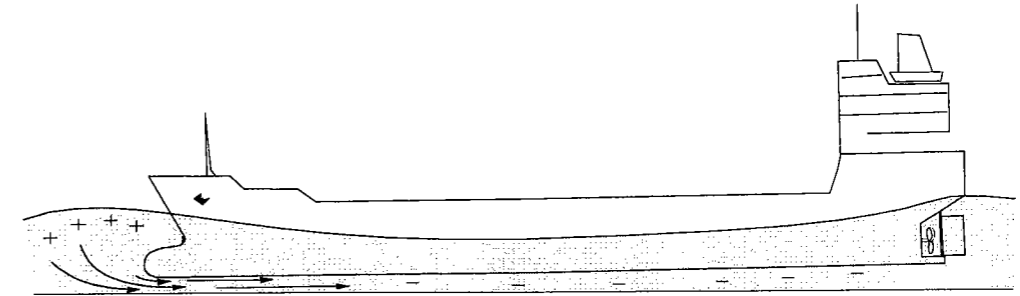
Koliko će iznositi brodski čučanj, može se proračunati po sljedećoj formuli:

$$Squat = \frac{C_b \times V^2}{100} \dots\dots\dots(9)$$

Formula je dobivena analizom na 300 rezultata mjerenja na brodovima i na modelima.

Da bi se smanjio brodski čučanj, mogu poslužiti sljedeća praktična uputstva:

- Glavni čimbenik brodskog čučnja je brzina koja utječe s kvadratom. Dakle, ako se brzina broda smanji za polovicu, čučanj će se smanjiti na četvrtinu od postojećeg.
- Drugi čimbenik je koeficijent punoće ili tzv. blok koeficijent C_b . Čučanj varira ovisno o tom koeficijentu. Brodovi punije forme, kao što su tankeri, obo brodovi, i sl. u usporedbi s putničkim i kontejnerskim brodovima pri istim brzinama imaju veći čučanj. Osim toga, ovisno o C_b se može procijeniti kako će brod "čuhati" - pramcem ili krmom. Ako C_b iznosi 0,7 ili više, brod će više uronjavati pramcem (slika 61), a ako je taj koeficijent manji od 0,7, više će uranjati krma. Ako C_b iznosi oko 0,7, čučanj je isti na pramcu i na krmi.



Slika 61 Utjecaj koeficijenta punoće (engl. block coefficient - C_b) pri plovidbi u plitkoj vodi na squat

Zbog povećanja gaza i "pada broda", prije ulaska u područje plitke vode, ako je potrebno, zapovjednik broda treba narediti da se iskrca balast ili dio tereta kako bi se povećao odnos dubine i gaza (H/T) i time se smanjili neželjeni efekti. Brodski čučanj se danas lako može predvidjeti i proračunati, što otklanja sve neizvjesnosti u vezi s ovim problemom. Prošlo je vrijeme kad su peljari koristili pravilo "jedan palac više" da uvedu brod sigurno u luku bez ikakvog proračuna.

Proračun čučnja po navedenoj formuli omogućava zapovjedniku broda da u svakom trenutku zna koliko treba smanjiti brzinu kako bi se brodu omogućila sigurna plovidba. Uostalom, većina svjetskih luka danas prije dolaska broda velike tonaže s "graničnim" gazom traži taj proračun. Jedan takav obrazac izgleda ovako:

squat in met	SQUAT OF M/V.....																		
3.8																			
3.6																			
3.4																			
3.2																			
3																			
2.8																			
2.6																			
2.4																			
2.2																			
2																			
1.8																			
1.6																			
1.4																			
1.2																			
1.0																			
0.8																			
0.6																			
0.4																			
0.2																			
0.0																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

SPEED IN KNOTS (brzina u čvorovima)

NOTE: Brodski čučanj za brod koji plovi u plitkoj vodi i u uskom kanalu iznosi $Sqat = \frac{2 \times C_b \times V^2}{100}$

a na otvorenom u plitkoj vodi iznosi $Sqat = \frac{C_b \times V^2}{100}$

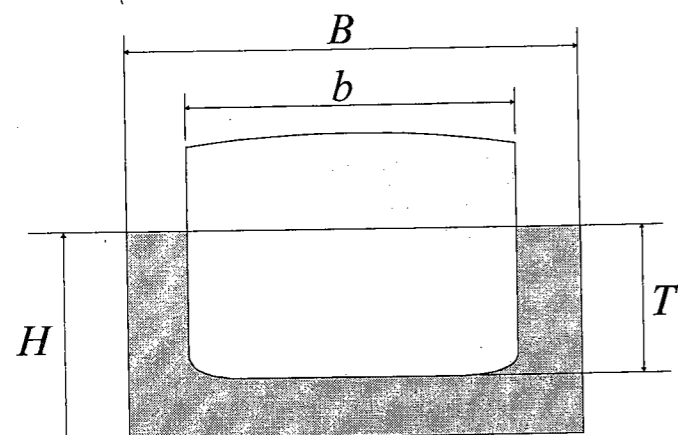
C_b = koeficijent punoće; V = brzina u čvorovima; $C_b = \frac{V}{L \times B \times D}$

C_b =natovarenibalastni

L = duljina (LWL) B = veličina D = gaz

2.4.2. Plovidba po uskim kanalima

U pravilu nije precizirano što se smatra uskim kanalom. Ovisno o veličini broda, uski kanal je relativan pojam. Zbog porasta veličine brodova, plovni putovi i ušća velikih rijeka su postali ograničavajući čimbenik u plovidbi. Osim s nedovoljnom količinom vode ispod kobilice, pri plovidbi po uskim kanalima se brod susreće i s nedovoljnom količinom vode po bokovima. Za plovidbu kanalom je posebno značajan tzv. S faktor. Taj čimbenik predstavlja odnos površine presjeka uronjenog dijela glavnog rebra A_s i površine poprečnog presjeka kanala A_c (slika 62).



$$A_s = b \times T$$

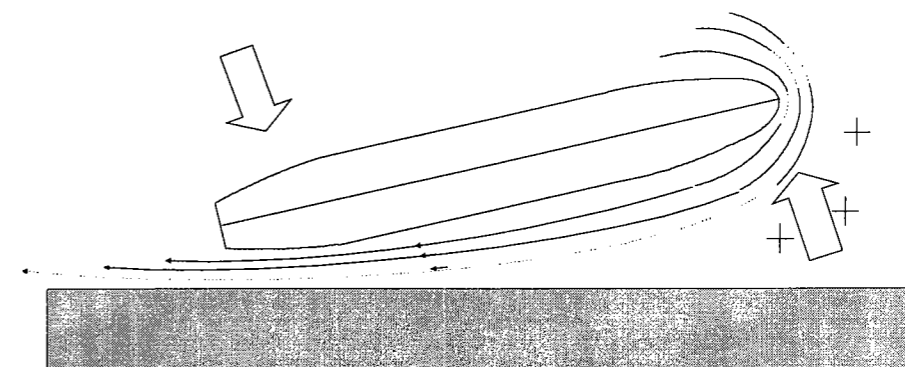
$$A_c = B \times H$$

$$S = A_s / A_c \dots (10)$$

Slika 62 Odnos poprečnog presjeka broda i kanala

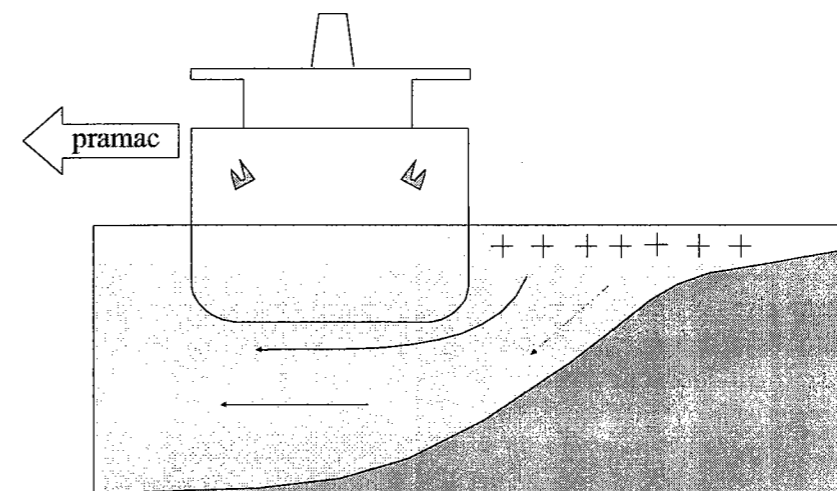
Utjecaj stjenka plovnog puta (engl. bank effect) ovisi, prema tome, o poprečnom presjeku kanala i njegovom odnosu prema poprečnom presjeku broda. Poznato je da svaki osjetni pad tlaka uzrokuje dublje uronuće broda. Osim što dolazi do pada tlaka ispod kobilice, pri plovidbi brodom u uskim kanalima taj pad tlaka se javlja i po boku broda, što još više uzrokuje pad nivoa vode, odnosno privlačenje broda k obali. Ovaj efekt poznat još pod nazivom *sis*^{vi} će biti veći što je kanal uži i plići u odnosu na gaz i širinu broda te što je brzina broda veća (slika 63). Na pramcu je područje visokog tlaka, uz bokove broda niskog, a na krmi ili iza krme ponovno područje visokog tlaka, ovisno o brzini broda. Moglo bi se reći da je područje visokog tlaka na mjestu brijega vala, a niskog u dolini. S obzirom da pojačano strujanje uzrokuje pad tlaka, takva će situacija nastati kad brod plovi blizu obale većom brzinom. Pojačano strujanje će prouzročiti pad tlaka između broda i obale (Bernoulli), što uzrokuje da bok broda, a samim tim i krma, budu privučeni k obali.

^{vi} "Sisanje" ili "sis" - pojava kad se brod zbog pada tlaka približava obali ili brodu kod mimoilaženja ili pretjecanja.



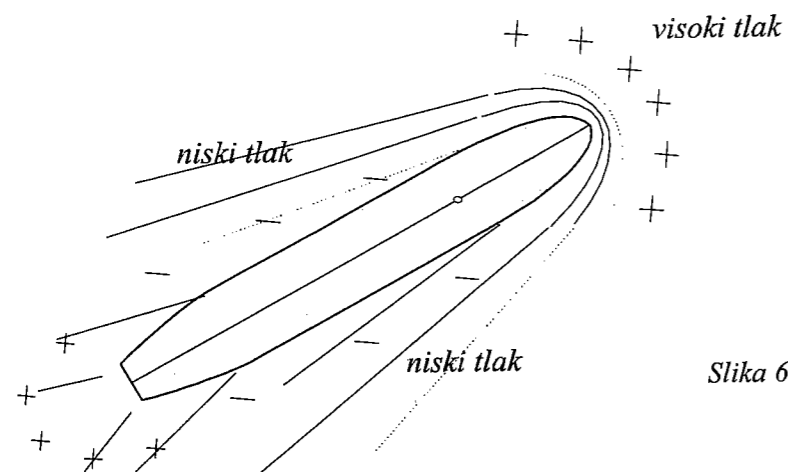
Slika 63 Utjecaj obale pri plovidbi po uskom kanalu

Pri plovidbi po uskom kanalu neprimjerenom brzinom dolazi i do osjetnog pada razine vode uz obalu kanala, odnosno nastaje oseka (slika 64). Pad vode uz obale neprestano slijedi brod dok plovi kanalom. Veličina pada razine vode može iznositi od nekoliko centimetara do više od jednog metra. Zbog toga pri prolazu većeg broda kanalom neprimjerenom brzinom mogu nastati štete na obalnim objektima te brodovima i brodicama u blizini obale, kao i onima privezanim uz obalu. Da bi se ovakve pojave izbjegle i smanjile na najmanju mjeru treba ploviti bliže sredine kanala i smanjenom brzinom.



Slika 64 Pojava pada razine vode uz obalu kao posljedica plovidbe brodom po uskom kanalu

Sljedeći problem pri plovidbi po uskom i plitkom kanalu je međusobno djelovanje brodova kod pretjecanja i mimoilaženja. Kad brodovi u uskom i plitkom kanalu plove neprimjerenom brzinom na malim udaljenostima, mogu se privući, čemu je uzrok tzv. transverzalni squat. Do toga dolazi zato što se zbog različitog rasporeda tlaka oko broda (slika 65) i njihovog uzajamnog djelovanja javlja ekstremno velik blok faktor. Takvo uzajamno djelovanje može prouzročiti da manji brod bude privučen od većeg, što može imati za posljedicu sudar ili čak prevrtanje manjeg broda.

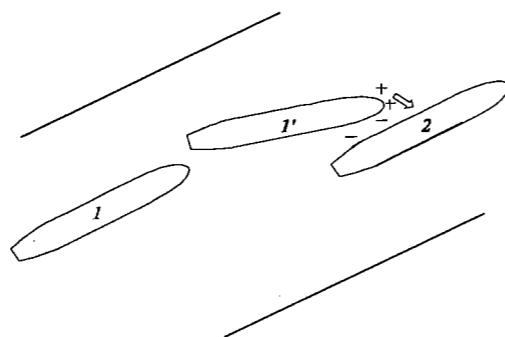


Slika 65 Raspored tlaka u vodi oko broda pri plovidbi

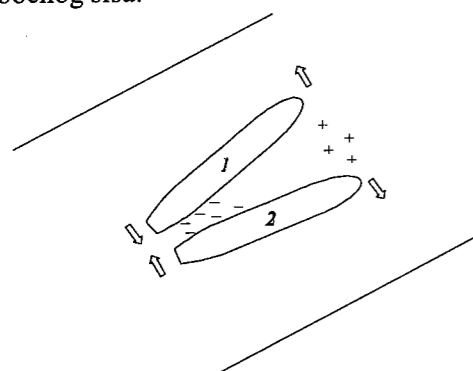
• Pretjecanje

Kako se kod pretjecanja pramac bržeg broda približava krmi dostignutog vodeni brijeg, kojeg brod gura ispred sebe, dolazi postepeno do udubljenja pored krme dostignutog broda (slika 66).

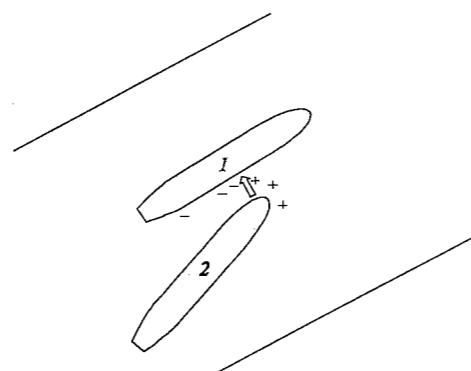
Voda s brijega vala (područje visokog tlaka) brzo počinje teći k udubljenju (području niskog tlaka) povlačeći za sobom njegov pramac prema krmi dostignutog broda. Ako se i izbjegne ovakva pojava na samom početku pretjecanja, opasnost prijeteći u nastavku pretjecanja od pojave koja je već opisana, tj. zbog velikog pada razine vode između brodova i zbog pojačanog strujanja vode između brodova nastaje udubljenje (dodatni pad tlaka), što uzrokuje naginjanje oba broda te dolazi do bočnog sisa.



Slika 66 Utjecaj sisa u I. fazi pretjecanja



Slika 67 Utjecaj sisa u II. fazi kod pretjecanja

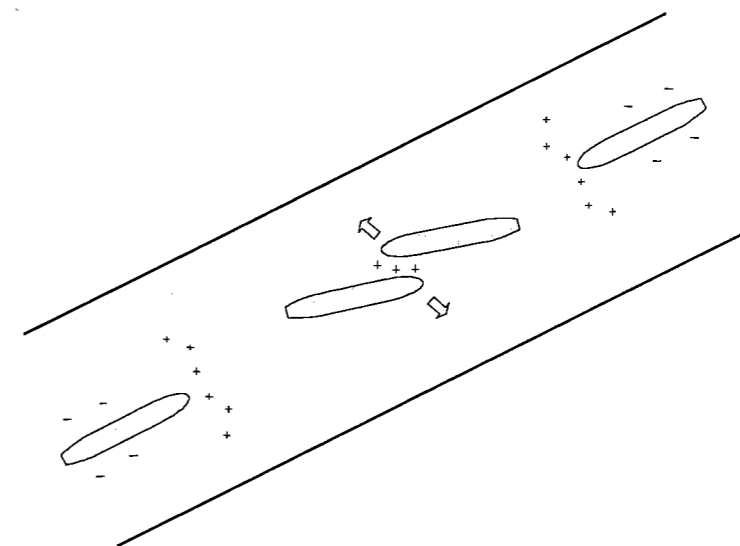


Slika 68 Utjecaj sisa u III. fazi kod pretjecanja

U daljnjoj fazi pretjecanja, dok brodovi plove usporedno, postoji mogućnost sisa krme jednog i drugog broda (slika 67). Nakon druge faze, mogućnost prisivanja i dalje postoji kad brod koji pretječe odmiče i kad krma bržeg broda dođe do pramca sporijeg, ali sada u znatno manjoj mjeri (slika 68).

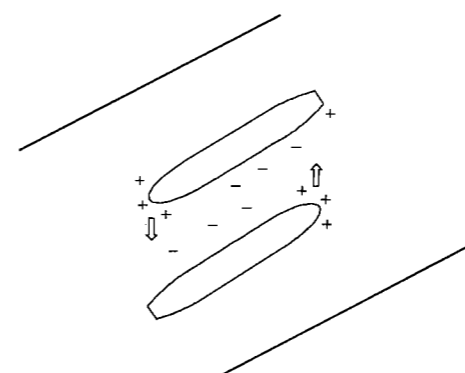
• Mimoilaženje

Kada se u uskom kanalu brodovi mimoilaze, pramčani valovi brodova se približe i konačno sudare i odbiju. Na taj se način stvori veći vodeni brijeg koji djeluje kao "vodeni jastuk" koji sprječava sudar (slika 69).

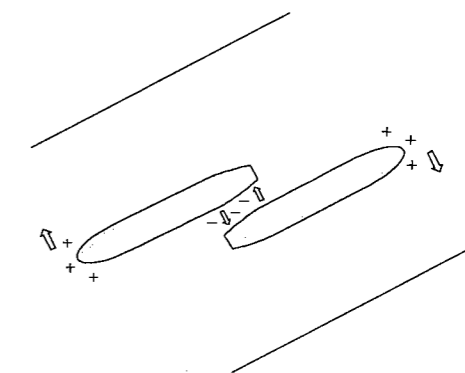


Slika 69 Mimoilaženje brodova (I. faza) - utjecaj "vodenog jastuka"

U daljnjoj fazi mimoilaženja strujanja uz bokove brodova se poništavaju i ne nastaje veća promjena u razini vode između brodova kao kod pretjecanja. Međutim, ako se brodovi mimoilaze na manjim udaljenostima, može doći do nekontroliranog i naglog skretanja broda k brodu (slika 70 i 71).



Slika 70 Mimoilaženje (II. faza)

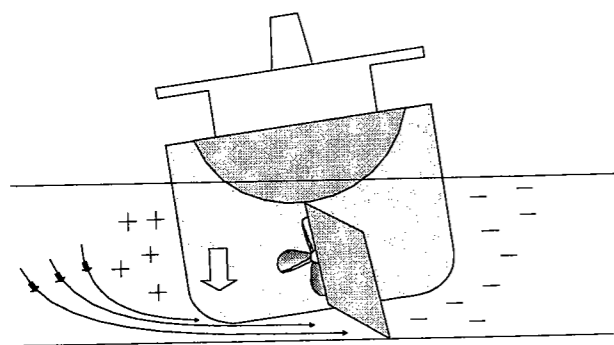


Slika 71 Mimoilaženje (III. faza)

Do tako naglog skretanja može doći zbog različitog rasporeda tlaka vode duž svakog pojedinog broda (brijega i dola vala, a samim tim i rasporeda tlaka).

• **Okretanje i sposobnost kormilarenja u plitkoj vodi**

Pri plovidbi u plitkoj vodi okretljivost broda je drugačija - slabija a ponekad i teško kontrolirana. Ako, na primjer, brod otkloni kormilo sasvim udesno, krma broda počinje izbijati ulijevo, što uzrokuje porast tlaka na lijevom boku (slika 72).



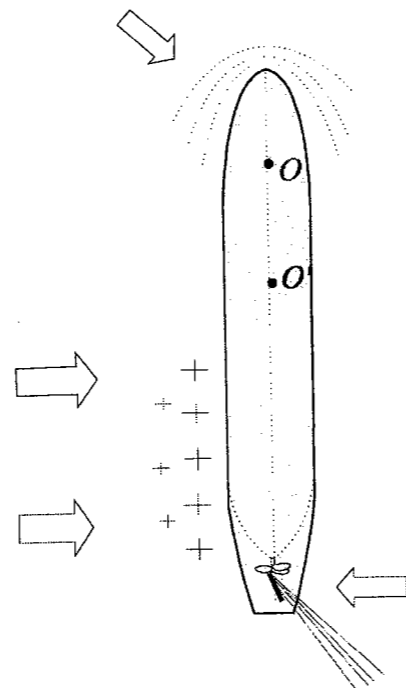
Slika 72 Utjecaj plitke vode na okretljivost broda

Tlak je veći od točke okreta prema krmi. Sila kormila mora svladavati snažan bočni otpor (slika 73). Slično se događa na pramcu, gdje zbog male dubine voda koja je ranije slobodno prolazila ispod kobilice sada to nije u stanju, pa se s lijeve strane pramca stvara područje povećanog tlaka. Otežano okretanje se može objasniti povećanim tlakom na lijevoj strani iza točke okreta.

To uzrokuje pomicanje točke okreta

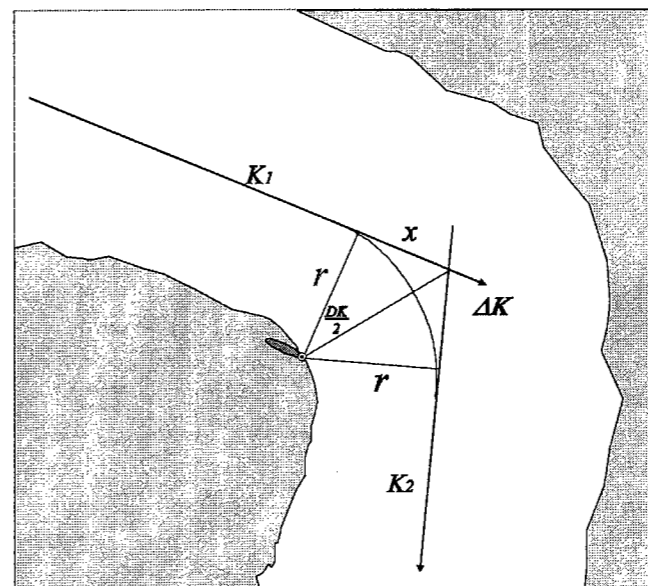
prema krmi (iz O u O'). Posljedica ovakvog učinka ogleda se u slabijem djelovanju kormila (manji krak - manji moment). Slabije djelovanje kormila uzrokuje povećanje **kruga okreta broda**. Koliko će krug okreta biti veći, ovisi o dubini vode ispod kobilice i o brzini broda.

Slika 73 Položaj točke okreta broda pri okretanju u plitkoj vodi i njen utjecaj na okretljivost



Zbog svega navedenog pri plovidbi po uskim kanalima treba ploviti oprezno i prilagođenom brzinom, imajući uvijek na umu djelovanje svih čimbenika. Okretanje brodom na zavoju kanala treba započeti na vrijeme jer u protivnom prijete opasnost od nasukavanja ili prelaženja na suprotnu stranu, čime se dolazi u opasnost od sudara s brodom koji dolazi iz suprotnog smjera. Veći brodovi plovo bliže sredini kanala. Na zavoju treba okretati tako da se pramac nalazi unutar desne strane. Krma će pri okretanju lagano izbijati k sredini. Čak i u veoma uskom kanalu nema opasnosti da krma udari ili se nasuče na suprotnoj obali jer će je vodeni jastuk koji se stvara na suprotnom boku stalno potiskivati k sredini.

Kad započeti okret ploveći kanalom? Da bi brod došao na ucrtani kurs, moguće je proračunati udaljenost x (slika 74) na kojoj treba započeti okret pomoću formule:



Slika 74 Proračun početka okreta

$$\Delta K = K_2 - K_1$$

$$\operatorname{tg} \frac{\Delta K}{2} = \frac{x}{r}$$

$$x = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\Delta K}{2} \dots (11)$$

gdje je r polumjer kruga okreta broda, a ΔK razlika kurseva u stupnjevima.

Ploveći po uskom i plitkom kanalu treba stalno biti na oprezu, vodeći računa o mnogim čimbenicima, a posebno o veličini kruga okreta koji je u plitkoj vodi veći. Upravo radi toga se u uskim kanalima okreti najčešće ne izvode na osnovu teorijskih proračuna, već "od oka", vodeći se iskustvom i stečenom praksom te dobrim poznavanjem manevarskih osobina broda. Pri tome je važno znati da je okretanje bolje započeti ranije nego kasnije jer prostora nema mnogo, pa kasno započet okret brod dovodi u opasnost od nasukavanja i sudara.



1. *Koji vanjski čimbenici utječu na manevriranje brodom?*
2. *Kako vjetar djeluje na zaustavljeni brod? Objasni četiri osnovna slučaja?*
3. *Kakav je utjecaj vjetra na brod u vožnji?*
4. *Kako izgleda krug okreta broda pod utjecajem vjetra?*
5. *Zašto se pri vožnji krmom brod postavlja krmom u vjetar?*
6. *Kako utječu valovi na brod u vožnji:*
 - a) *s valovima u pramac*
 - b) *s valovima u krmu*
 - c) *s valovima u bok*
7. *Objasni zakretni moment i postavljanje broda bočno na valove pri plovidbi s valovima u pramac i pri plovidbi s valovima u krmu.*
8. *Pri plovidbi u struji razlikujemo brzinu i kurs broda kroz vodu i brzinu i kurs preko dna. Objasnite pojmove.*
9. *Objasni krug okreta broda pod utjecajem struje.*
10. *Kako treba izvoditi manevar brodom pod utjecajem struje?*
11. *Objasni utjecaj plitke vode na brod u vožnji.*
12. *Kako se određuje stupanj ograničenosti dubine?*
13. *Kako brzina broda utječe na plovidbu u plitkoj vodi?*
14. *Koji su znakovi da je brod uplovio u područje plitke vode?*
15. *Što je brodski čučanj i kako nastaje?*
16. *Što utječe na veličinu čučnja i kako ga se izračunava?*
17. *Koji će brodovi čučati pramcem, a koji krmom?*
18. *S kojim se čimbenicima susrećemo pri plovidbi po uskom kanalu?*
19. *Što je to S faktor i kako on utječe na plovidbu po uskom kanalu?*
20. *Što se događa u uskom kanalu kod pretjecanja, a što kod mimoilaženja?*
21. *Kad započeti okret u uskom kanalu? Kako se to može proračunati?*

3. Izvođenje manevara

Brod u luku može pristati uz obalu ili gat u četverovez, može pristati na sidro ili se privezati na plutaču. Manevar se može izvoditi samostalno ili uz pomoć lučkih tegljača.

Lučke vlasti odlučuju o tome gdje će se brod u luci privezati, a koji će se manevar primijeniti ovisi o mjestu pristajanja ili veza. Da li će se manevar izvoditi samostalno, bez pomoći lučkih tegljača ili uz njihovu pomoć, ovisi o veličini broda i lučkim propisima. Veći brodovi (domaći i strani) preko određene tonaže obavezno pristaju uz pomoć lučkog peljara. To također propisuju lučke vlasti dotične države.

Razlikuje se manevar pristajanja (isplovljenja) manjih brodova bez pomoći lučkih tegljača i manevar pristajanja većih brodova uz pomoć jednog, dva, tri i više tegljača. Treba razlikovati pristajanje i privezivanje broda uz obalu ili gat od pristajanja na plutaču, četverovez ili na sidro. Osim toga, drugačiji je manevar brodom po mirnom vremenu od manevara po vjetrovitom vremenu, itd.

U nastavku će biti govora o svakom spomenutom slučaju posebno.

3.1. Manevar sidrenja

Pod pojmom sidrenja se podrazumijeva manevar veza broda za morsko dno obaranjem jednog ili dva sidra. Prednost sidrenja je u tome što je taj vez dosta brz i jednostavan, a dolazak na mjesto sidrenja se ne mora izvesti s tolikom točnošću kao što je to, na primjer, kod veza na plutaču.

Sidrenje je vrlo čest manevar kod teretnih brodova jer se dolaskom na određeno mjesto brod najčešće sidri ispred luke i na sidrištu čeka uplovljenje. Osim toga, u nekim lukama se trgovačke djelatnosti (ukrcaj i iskrcaj) često obavljaju na sidru. Za razliku od trgovačkih brodova, putnički brodovi rijetko kad sidre jer u luke dolaze po plovidbenom redu.

Da bi se sidrenje obavilo brzo i točno, potrebna je stručnost i izvježbanost posade kod rada sa sidrima, sidrenim vitlom i lancima. Ova vještina naročito dolazi do izražaja noću. Iako su sidreni uređaji na brodovima slični, ipak se u pojedinostima od broda do broda razlikuju, a budući da se posade mijenjaju, nova posada se treba s tim uređajima upoznati.

3.1.1. Sidreni uređaj trgovačkog broda

Obično se sastoji od dva glavna patentna sidra smještena u sidrenim ždrijelima, sidrenih lanaca dužine od 10 uza na svakom sidru, sidrenih zapora, sidrenog vitla i lančanika. Za obaranje, izvlačenje i dizanje sidara današnji trgovački brodovi najčešće koriste električna, a tankeri hidraulična ili parna vitla.

Sidreno vitlo mora biti tako konstruirano da može dignuti teret koji odgovara četverostrukoj masi jednog sidra, odnosno mora imati snagu za dizanje jednog sidra i 100 metara lanca brzinom od 9 m/min., što odgovara dizanju oba sidra istovremeno s oko 30 metara dubine. Za osiguranje sidara i sidrenih lanaca služe palubni zapori. Ovi zapori se najčešće sastoje od teške zaporne poluge koja se prebaci preko lanca koji prolazi ležištem zapora. Poluga na kraju ima otvor u koji se stavlja klin (zatikač).

Vrlo često se na manjim brodovima koriste zapori sa stezalicom. Zapor služi tome da se opterećenje u plovidbi i za boravka broda na sidru ne prenese na sidreno vitlo te da se spriječi isticanje lanca u slučaju popuštanju kočnice.

3.1.2. Sidrište

Sidrište je područje (obično izvan luke) na kojem sidre brodovi. Dobro sidrište mora zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

Pod pojmom zaštićenog sidrišta se podrazumijeva sidrište u uvalama ili ono koje je zaklonjeno otocima od vjetra i valova. Dubine i dno trebaju biti pogodni za sidrenje. Takvo je sidrište redovito označeno na pomorskim kartama. Na tako dobro zaštićenim sidrištima brod se može zakloniti od nevremena.

- da je zaštićeno od vjetrova
- da su dubine i morsko dno povoljni za sidrenje
- da je u navigacijskom smislu sigurno

Nezaštićena sidrišta se mogu koristiti samo po lijepom vremenu ili po vjetru s kopna koji ne razvija valove ako su dno i dubine povoljni za sidrenje. Takva sidrišta su privremena i brodovi ih koriste dok čekaju "slobodan saobraćaj" s kopnom dok čekaju peljara ili dozvolu za uplovljenje u luku.

Sidrišta mogu služiti za ukrcaj i iskrcaj tereta s teglenica ili ukrcaj tekućih tereta iz podvodnih naftovoda. Takva se sidrišta smatraju dijelom luke.

Nanos morskog dna je jedan od najvažnijih činilaca u pogledu sigurnosti broda na sidru. Prema kvaliteti morskog dna možemo razlikovati:

U muljevito dno sidro se lako, brzo i duboko ukopava i zbog toga vrlo dobro drži. Glina je tvrda i gusta tvar pa se sidro teško i plitko ukopava.

U pjeskovitom, a pogotovo školjkastom dnu zbog njihovog nekompaktnog sastava sidro ne drži čvrsto. Još

- muljevito dno najbolje kvalitete
- pjeskovito i glinasto dno dobre kvalitete
- šljunkasto i kamenito dno slabe kvalitete.

je gore šljunkovito dno. Kamenito dno zna biti veoma opasno jer sidro može tako zakačiti da ga se više ne može isčupati. U slučaju da vjetar ili struja promjene smjer, sidro se može lako otkaçiti, orati i time brod dovesti u opasnost od nasukanja, sudara s drugim brodom na sidru, i sl.

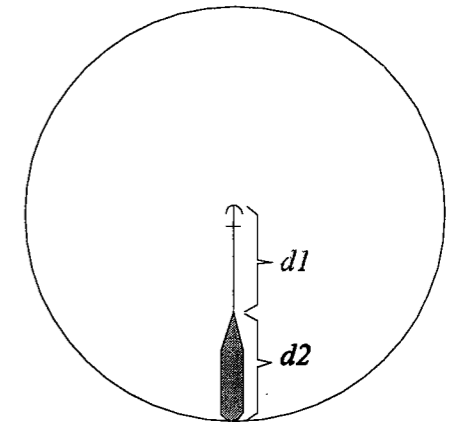
Dubine prikladne za sidrenje dijele se na:

- male dubine, do 20 metara
- srednje dubine, od 20 do 50 metara
- velike dubine, od preko 50 metara.

O dubini na kojoj brod sidri redovito ovisi i duljina ispusta sidrenog lanca. Iz prakse je poznato da se na malim dubinama ispušta četiri puta više lanca od dubine mora, na srednjim dubinama tri puta više lanca od dubine mora, a na velikim dubinama dva do dva i pol puta više lanca od dubine mora. Osim o dubini, ispust sidrenog lanca ovisit će i o vrsti morskog dna, jačini vjetra i stanju mora (valova) te o jačini struje.

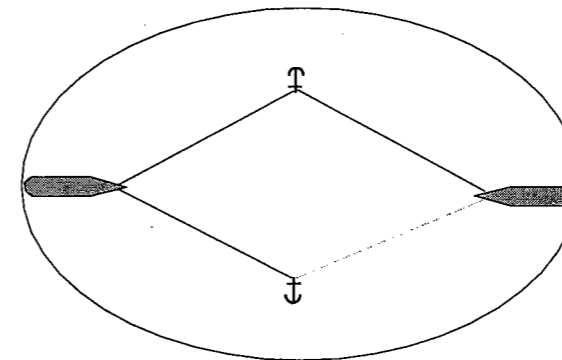
$$R = d_1 + d_2 \dots\dots\dots(12)$$

Za boravka broda na sidru treba voditi računa i o eventualnim iznenadnim promjenama vremenskih prilika. U tom slučaju je pored ovako već određene dužine radi sigurnosti broda potrebno ispustiti još nešto više lanca. Usidreni brod se pod utjecajem vjetra i struje postavlja pramcem prema vjetru ili struji, odnosno u rezultantu njihovog zajedničkog djelovanja. Struja obično ima jači učinak zbog gušćeg medija. Promjenom djelovanja struje i vjetra brod će se kretati u prostoru kruga površine koju nazivamo lazni prostor. Polumjer tog kruga je zbroj dužine ispusta lanca i dužine broda (slika 75).



Slika 75 Lazni prostor broda usidrenog s jednim sidrom

Ako je brod usidren s dva sidra, lazni prostor se smanjuje, a oblik mu je eliptičan (sl.76).

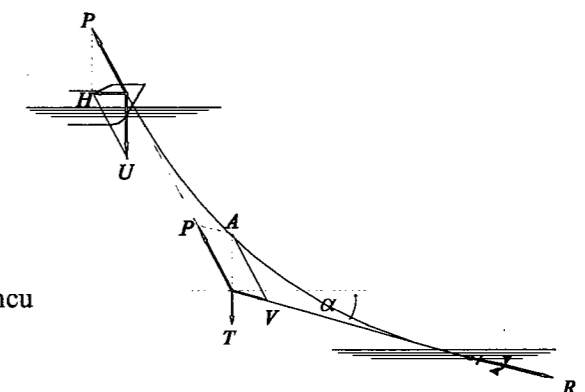


Slika 76 Lazni prostor broda usidrenog s dva sidra

Kod sidrenja o laznom prostoru treba voditi računa da se brod pri promjeni smjera vjetra ne približi navigacijskim zaprekama (plićinama, itd.) ili drugim brodovima.

Na usidreni brod djeluju tri sile (slika 77):

- horizontalni vlak H
- težina lanca T
- vlak na prvoj karici sidra na dnu V



Slika 77 Opterećenja na sidrenom lancu

Sila H dijeli se na komponentu U , koja uranja pramac i komponentu P , tj. vlak na posljednjoj karici na brodu. Pri dovoljnom ispustu lanca (od 3 do 5 uza) posljednji dio lanca na dnu leži u vodoravnom položaju ($\alpha = 0^\circ$), što omogućava da sidro dobro drži.

Prije sidrenja je potrebno:

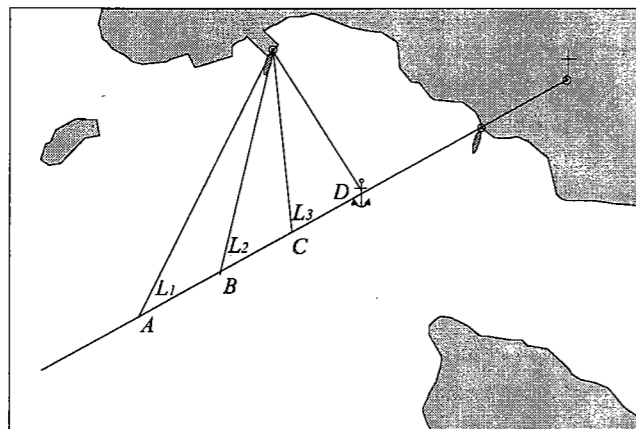
- pripremiti sidreno vitlo; ako je električno, provjeriti je li pod naponom, a ako je parno, potrebno je određeno vrijeme zagrijavati stroj sidrenog vitla puštanjem pare te ispuštanjem vode (kondenzirane pare) kroz posebni ventil
- obavijestiti stroj kako bi se u strojarnici izvršile potrebne radnje
- skinuti poklopce sa sidrenog i lančanog ždrijela
- osloboditi sidrene zapore
- pregledati lančanik
- provjeriti vezu sa zapovjedničkim mostom
- provjeriti sidreno svjetlo noću i pripremiti signalnu kuglu danju
- pripremiti sidreni plovak

Svim pripremanjima oko obaranja sidra rukovodi prvi časnik palube.

3.1.3. Izbor točke sidrenja

Točkom sidrenja se naziva ona pozicija koju je zapovjednik broda odredio kao mjesto na kojem će se brod usidriti. Za točku sidrenja se odabire ona pozicija koja ispunjava sve navigacijske i hidrometeorološke uvjete, a o tome se odlučuje nakon što su proučeni priručnici (peljar, itd.) i pomorske karte.

Brod prilazi točki sidrenja laganom brzinom, po mogućnosti pramcem prema vjetru, odnosno prema struji ili u rezultanti njihova zajedničkog djelovanja. Ovakav način prilaznja sidrištu ponekad nije moguć zbog prisutnosti drugih brodova ili navigacijskih prepreka (pličina, podrtina, i sl.). Najvažnije je da prilazni kurs točki sidrenja bude odabran tako da brod prolazi mimo svih opasnosti, a k tome po mogućnosti prema nekom markantnom objektu na obali (svjetioniku) ili, još bolje, prema pokrivotu smjeru (slika 78).



Slika 78 Prilaz točki sidrenja

Na liniji kursa se odredi nekoliko točaka (A,B,C,D....) koje su od pozicije sidrenja udaljene: 0,25 Nm, 0,5 Nm, itd. Dolazak na svaku od točaka se kontrolira određivanjem pozicije broda. Za prilazanje točki

sidrenja se preporučuje korištenje radara i dubinomjera.

Navigacijske poslove obavlja časnik, a manevrom sidrenja rukovodi zapovjednik broda, odnosno peljar ako je na brodu. Kad brod dođe na pojedinu (unaprijed zadanu) točku, navigacijski časnik javlja udaljenost do točke sidrenja. Približavanjem točki sidrenja zapovjednik broda prilagođava brzinu. Pred dolazak na točku sidrenja se zaveze krmom tako da se u trenutku dolaska broda na točku sidrenja i samog obaranja sidra brod polako kreće krmom. Pri tom lanac sam istječe, a brod sa zaustavljenim strojevima plovi još neko vrijeme krmom dok ga sidro koje se ukopava ne zaustavi. Na ovakav način je sidreni lanac stalno opružen prema naprijed i ne oštećuje boju brodske oplata, a lanac se ne skuplja na hrpu. Ukoliko se kod obaranja sidra brod kreće naprijed, sidro ostaje ispod broda, lanac struže brodsku oplatu, oštećuje boju, a brod se okreće vukućisidro za sobom.

3.1.4. Obaranje sidra

Na pramcu sidrenjem neposredno rukovodi prvi časnik palube, a radove oko pripreme sidrenog uređaja izvršava vođa palube.

Već je rečeno koje pripreme je potrebno izvršiti. Samo obaranje sidra se vrši otpuštanjem kočnice na zapovijed "obori". Sidro se može obarati na dva načina:

1. izravno iz oka što se čini rjeđe (samo u slučaju neposredne opasnosti ili hitnosti na malim dubinama)
2. prethodnim spuštanjem sidra do dubine od oko 10 do 15 metara ispod razine mora pomoću vitla, a zatim obaranjem slobodnim padom kontrolirajući brzinu istjecanja lanca uz pomoć kočnice.

Ovakvim načinom obaranja sidra se ne oštećuje sidreni uređaj. Obaranje sidra izravno iz oka na većim dubinama treba izbjegavati jer bi zbog velike brzine istjecanja i kočenja radi zaustavljanja lanac mogao puknuti ili se isčupati iz uglava u lančaniku. Osim toga, kočenjem pri velikoj brzini istjecanja lanca se oštećuje kočnica (troše se bez potrebe ferode) i sidreno vitlo. Za sve vrijeme otpuštanja lanca na most se javlja koliko je uza lanca isteklo udaranjem u zvono - za svaku uza lanca po jedan udarac u zvono. Pored toga je potrebno povremeno pokazivati ispruženom rukom u smjeru lanca da se označi smjer "kako sidro radi".

- Kad se sidro obori, noću se pale sidrena svjetla a gase navigacijska, a po danu se diže signalno tijelo u obliku kugle crne boje.**

3.1.5. Boravak na sidru

Nakon što se sidro obori i ispusti predviđena količina sidrenog lanca, postavi se lančani zapor. Časnik palube određuje poziciju broda i označava je na karti. Za sve vrijeme boravka broda na sidru se drži morská straža. To znači da je na zapovjedničkom mostu stalno u službi dežurni časnik palube, a u stroju časnik stroja. Časniku palube je dužnost da stalno provjerava poziciju sidrenja te da vodi računa o vremenskim prilikama. Za vrijeme boravka broda na sidru stroj mora biti "parospreman" da bi se u slučaju potrebe moglo voziti, a ako zatreba i napustiti sidrište na vrijeme.

Na sidrištu će brod ležati s više-manje zategnutim lancem i s pramcem okrenutim prema vjetru ili struji,

odnosno u rezultanti njihovog djelovanja. Kako vjetar i struja mijenjaju smjer, brod će se okretati. Brod usidren s jednim sidrom pod utjecajem vjetra i/ili struje "zaušija", tj. skreće naizmjenično lijevo - desno. Ovo se događa zbog toga što su sidrena ždrijela postavljena izvan uzdužnice broda, kao i zbog naizmjenične promjene smjera i jačine vjetra.

3.1.6. Dizanje sidra

Potrebno je izvršiti pripreme da bi se sidro diglo. Te su pripreme slične onima kod obaranja sidra, a one su sljedeće:

- obavijestiti stroj o dizanju sidra (da bi se u stroju izvršile određene radnje nužne pri dizanju sidra)
- isprobati vitlo; ako je električno utvrditi je li pod naponom, ako je parno, neko vrijeme ga zagrijavati uz stalno ispuštanje kondenzirane pare
- otvoriti ventil za dovod vode (mora) za ispiranje lanca
- uključiti barbontin u sistem zupčanika
- osloboditi kočnicu
- osloboditi lančane zapore

Kad se obavi sve što je navedeno, vitlo je spremno i o tome se obavještava zapovjednički most. Na zapovijed s mosta da se lanac uvitlava počinje dizanje sidra.

Sve vrijeme dok se lanac uvitlava prvi časnik javlja na most smjer u kojem sidro radi pokazujući to ispruženom rukom, a pokazuje i koliko još lanca ima u moru udaranjem u zvono (za svaku uzu po jedan udarac u zvono).

Da bi se olakšalo uvitlavanje, naročito pri jakom vjetru i struji, brod može lagano povremeno voziti strojem, ali ne toliko da lanac "radi" prema krmu. Kad kod uvitlavanja sidro popusti (otkači), javlja se na most "sidro popustilo", a kad dođe okomito, dojavljuje se "sidro stubokom".

Čim sidro popusti, to je znak da brod plovi. Po noći se pale navigacijska svjetla, a gase se sidrena svjetla. Po danu se spušta znak za usidren brod (kugla crne boje).

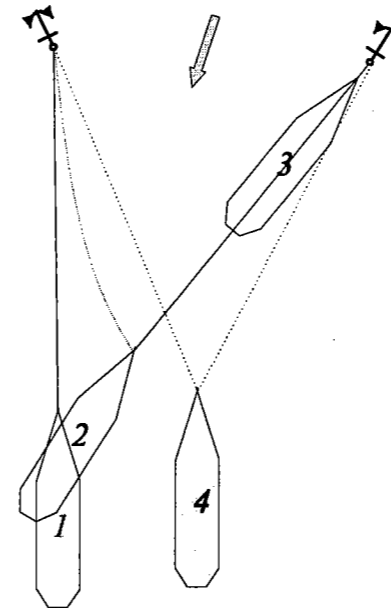
Lanac se dalje uvitlava. Kad sidro dođe na površinu, javlja se "sidro na površini" ili se brzo udari u zvono. Ako je na sidru dosta blata, i dalje ga se ispiru, a nakon toga ga se uvitla u ždrijelo (sidreno oko). Ukoliko sa sidrišta brod ulazi u luku, oba sidra moraju biti spremna za obaranje (na kočnicama, tj. barbontin mora biti oslobođen). Ako brod ide na otvoreno more, sidra treba osigurati tako da se na sidrene lance postave zapori. Na sidrena ždrijela treba postaviti poklopce, a otvore lančanika na palubi treba cementirati. Nekada su brodovi imali plitke lančanike pa je bilo potrebno za sve vrijeme dizanja sidra lanac slagati u vojeve. Danas brodovi imaju duboke lančanike i slaganje lanaca nije potrebno.

3.1.7. Manevar sidrenja s dva sidra

Sidrenje s dva sidra ima svojih prednosti, ali i nedostataka u odnosu na sidrenje s jednim sidrom. Prednost sidrenja s dva sidra je ta što je brod usidren s dva sidra sigurniji, (bolje drže dva sidra nego jedno), što je lazni prostor manji, a nema ni zaušijanja. Najveći nedostatak sidrenja s dva sidra je u tome što se mogu zamrsiti sidreni lanci kod dužeg boravka broda na sidrištu zbog laženja. To može biti velika prepreka kod dizanja sidra, a time i opasnost za slučaj hitnog napuštanja sidrišta. Iako se brodovi najčešće sidre s jednim

sidrom, ipak se ponekad, uvažavajući navedene prednosti, sidre i s dva sidra. Najčešće je to slučaj za jakog nevremena kad se to mora učiniti radi spašavanja broda, pogotovo ako jedno sidro slabo drži ili ore. To će se učiniti također u slučaju malih dubina te ako ograničen prostor sidrišta onemogućava veći ispust sidrenog lanca. Nije dobro sidriti s dva sidra na sidrištima gdje vladaju struje i vjetrovi promjenjivog smjera.

Slika 79 Sidrenje s dva sidra s prilaznim kursom protiv vjetra



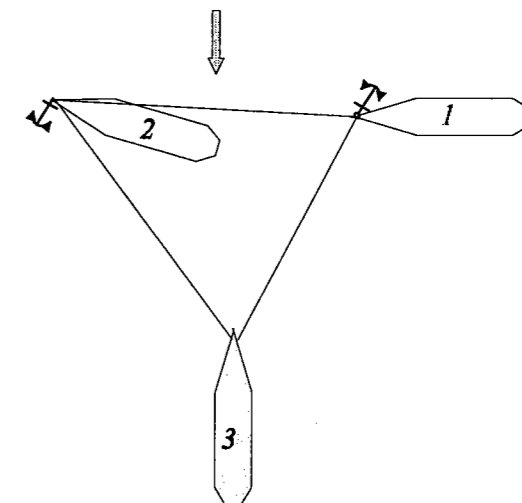
Pripreme za sidrenje s dva sidra su iste kao i kod sidrenja s jednim sidrom, s tim što ovdje treba pripremiti oba sidra. Sidrenje se može izvesti na jedan od ova dva načina:

- da se točki sidrenja prilazi kursom na vjetar (slika 79)
- da se točki sidrenja prilazi u kursu okomito na vjetar (slika 80)

Manevar sidrenja pramcem na vjetar primjenjuje se obično kod sidrenja na sidrištima gdje nema dovoljno prostora (u uvalama, i sl.). Postupak je sljedeći:

Brodom se vozi prema vjetru (ili struji) ka točki obaranja prvog sidra, na primjer lijevog (slika 79). Nakon što je oboreno lijevo sidro, lagano se zaveze krmom dok se ne ispusti određena količina lanca, a zatim se vozi prema točki obaranja desnog sidra uz potrebno ispuštanje lanca već oborenog sidra. Kad se dođe do točke obaranja desnog sidra, obara se to isto sidro te se vozi krmom uz povremeno kočenje lanca lijevog sidra i stalno popuštanje desnog. Vozeći dalje krmom, lanac se ispušta vodeći računa da desni i lijevi lanac na kraju budu jednake dužine.

Manevar sidrenja bočno na vjetar primjenjuje se često na prostranom i slobodnom sidrištu. To je najčešće slučaj kad se sidri na sidrištima na kojima je obala ravna crta, a vjetar puše od obale.



Slika 80 Sidrenje s dva sidra s prilaznim kursom okomito na vjetar

Postupak je sljedeći:

Brod polako vozi naprijed u kursu paralelno s obalom na izabranoj točki i najprije obara sidro privjetrine (slika 80). Nakon oborenog sidra privjetrine, brod nastavlja vožnju u istom kursu lagano naprijed do točke obaranja drugog sidra uz stalno ispuštanje lanca već oborenog sidra. Kad brod dođe na točku obaranja drugog sidra, zakoči se lanac prethodno oborenog sidra. Ovo je potrebno da bi se brod povoljno okrenuo. Nakon toga se obara sidro zavjetrine. Vozeći krmom uz popuštanje lanca zavjetrine, brod se okreće pramcem na vjetar, a istodobno se nateže i ukopava sidro. Kad se lanci izjednače i kad dobiju potreban ispust, pritegnu se kočnice na oba lanca i postave zapori.

Kad se želi napustiti sidrište, sidra se dižu tako da se najprije uvitlava sidro u zavjetrini uz eventualno potrebno popuštanje lanca privjetrine. Kad se digne sidro zavjetrine, uvitlava se lanac sidra u privjetrini. Kod mirnog je vremena svejedno koje će se sidro prije dizati. Pri tome odlučuje i to kakav je položaj broda nakon dizanja sidara. Uzimajući to u obzir, zadnje se diže ono sidro nakon kojega će brod ostati u što povoljnijem položaju s obzirom na kurs isplavljenja sa sidrišta.

3.2. Manevar uplovljavanja u luku i pristajanje

Prije uplovljenja u luku se treba detaljno upoznati iz priručnika i iz karata sa svim navigacijskim prilikama i ograničenjima za dotičnu luku. Treba naročitu pozornost posvetiti navigacijskim zaprekama, hidro-meteorološkim prilikama, zabranjenim područjima, oznakama za plovidbu, balisažnim oznakama te signalnim semaforiskim i bežičnim stanicama koje emitiraju signale i obavještavaju o načinu i vremenu za uplovljenje. Brod ne smije uploviti u kanal ili luku dok to ne dopusti određena lučka služba radio vezom ili propisanim signalom semaforске stanice. Za uplovljenje u luku, ako je potrebno ili kad to prilike i propisi zahtijevaju, treba ukrcati peljara i koristiti se njegovim uslugama. U većini zemalja je lučko peljarenje obavezno, a prema zakonu Republike Hrvatske (Pravilniku o pomorskom peljarenju - NN17/95), peljarenje je obavezno za sve brodove veće od 500 BT. Ta obaveza se odnosi i na naše brodove u kabotaži, osim na brodove HRM i putničke brodove i trajekte koji plove po redovitoj liniji i pod hrvatskom zastavom. Brodovi inozemnih RM redovito pozivaju peljara, između ostalog i stoga da pokažu kako poštuju propise obalne države. Uzimanje peljara se zapovjednik ne oslobađa odgovornosti upravljanja i manevriranja brodom, kao ni od posljedica koje iz tih propusta eventualno nastanu. Stoga, kadgod zapovjednik posumnja u peljara, tj. njegovu stručnost ili namjeru, dužan je preuzeti vođenje broda.

Prilikom uplovljavanja u luku je potrebno:

- voditi računa o brodovima koji isplavljavaju iz luke jer oni imaju prednost
- držati se međunarodnih pravila o izbjegavanju sudara, a ako postoje lokalna pravila za dotično područje, držati se tih pravila
- kod uplovljenja se držati više desne strane
- u luku uplovljavati laganom brzinom, uvijek vodeći računa da se radi o ograničenom prostoru na kojem može doći do nepredviđenih okolnosti, kako bi se u slučaju potrebe brod mogao zaustaviti na mjestu
- za vrijeme uplovljavanja oba sidra moraju biti spremna za obaranje
- posada palube mora biti raspoređena na svoja mjesta prema rasporedu za vez broda
- pripremiti sredstva za vez broda; na pramcu i na krmi pripremiti pritezna vitla, konope i čelik-čela te nekoliko bacala

Rukujući krmenim konopima i krmenim springom treba paziti da ih ne zahvati vijak. Radi toga se preporučuje da se za vez na krmi koriste konopi koji plivaju na vodi.

Ako je potrebno (na obali gdje nema bokobrana), treba spustiti brodske bokobrane do vodene linije, a na pramcu pripremiti prenosive bokoprane (balone) da se mogu postaviti na mjesto prvog dodira broda s obalom.

3.2.1. Manevar pristajanja uz obalu

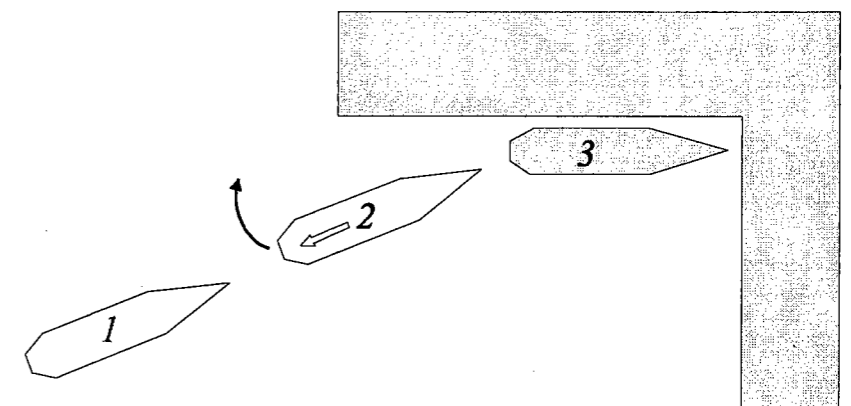
Pod manevrom pristajanja se podrazumijeva pristajanje brodom uz obalu ili gat. Uspoređujući ovaj manevar s manevrom sidrenja, vidjet ćemo da je ovaj manevar mnogo teži zbog čega zahtjeva više pozornosti i točnosti. Točnost pri izvođenju ovog manevra je potrebna zbog toga što najmanja pogreška u izvođenju može imati za posljedicu velike štete na brodu i na obali. S obzirom na to da se redovito izvodi u ograničenom lučkom akvatoriju, opreznost, sigurnost i točnost su glavna načela ovog manevra.

Pristajanje brodom uz obalu ili gat se može izvoditi samostalno, bez tegljača te uz pomoć jednog ili više tegljača. Samo manji brodovi, neki putnički brodovi, brodovi u kabotaži, ro-ro brodovi i svi brodovi koji imaju dodatne uređaje za lakše manevriranje često izvode manevar pristajanja bez tegljača, dok manevar pristajanja pomoću jednog, dva ili više tegljača redovito izvode veći brodovi. U sljedećem će se izlaganju najprije obraditi manevar pristajanja i isplavljanja broda s jednim (desnookretnim) vijkom po raznim vremenskim prilikama i bez upotrebe lučkih tegljača. Pri izvođenju manevra pristajanja i isplavljenja broda se istodobno koristimo kormilom, strojem i brodskim uževljem. Kako će se manevar izvoditi ovisi o veličini broda, njegovim manevarskim sposobnostima, vremenskim prilikama, veličini slobodnog prostora na mjestu priveza, itd.

3.2.1.1. Pristajanje broda s jednim vijkom po lijepom vremenu i manevar isplavljanja

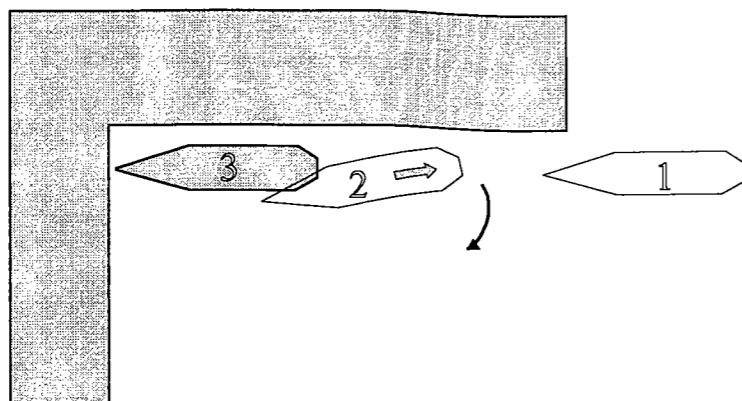
Brod s desnookretnim vijkom lakše pristaje lijevom bokom, tj. **na stranu izboja**. Manevar pristajanja na stranu izboja izvodi se na sljedeći način: brod se približava obali pod nešto većim kutem i smanjenom brzinom (slika 81). Na vrijeme se zaustavi stroj te nakon toga snažno zaveze krmom.

Slika 81
Pristajanje broda s jednim vijkom po lijepom vremenu na stranu izboja



Iako je brod prilazio pod određenim kutem, izboj vijka kod vožnje krmom djeluje stalno u lijevu stranu (ka obali), tako da će brod kad se strojevi zaustave imati položaj paralelan s obalom. Kod ovog manevra treba se držati sljedećeg načela: što je brzina približavanja obali veća i kut prilaženja obali treba biti veći jer bi u protivnom, kad bi kut bio premalen, krma mogla prije doći do obale i udariti u obalu.

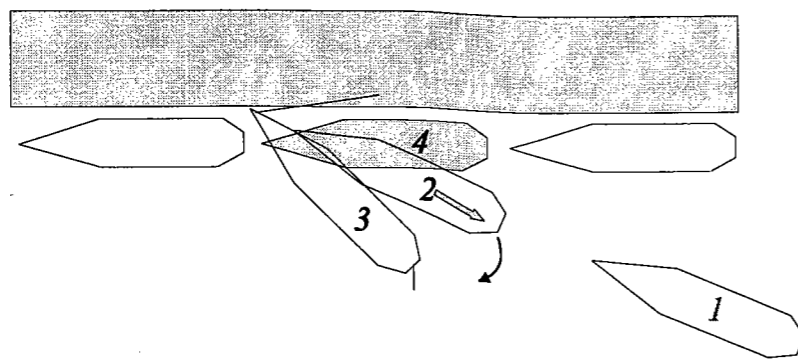
Manevar pristajanja **na stranu suprotnu izboju** treba izvoditi opreznije i uvijek najmanjom brzinom. Brodom se prilazi, ako je moguće, što paralelnije s obalom i veoma smanjenom brzinom. Neposredno prije nego će se zavesti krmom, kormilo se okrene od obale, što će udaljiti pramac (slika 82).



Slika 82

Pristajanje broda s jednim vijkom po lijepom vremenu na stranu suprotnu izboju

Nakon toga se lagano zaveže krmom da se brod zaustavi. Veže se pramčani spring i vozeći na springu se brod priljubi obali ako je negativni učinak stroja kod vožnje krmom bio veći. Ovakav manevar **pomoću springa** redovito je potreban kod pristajanja uz obalu na kojoj ima privezanih više brodova, pa nije moguće prići obali paralelno nego pod određenim kutem (slika 83).



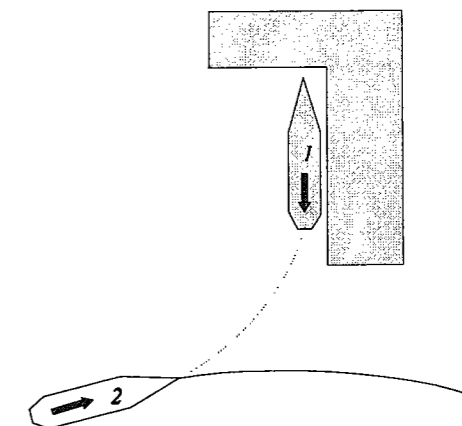
Slika 83

Pristajanje broda s jednim vijkom po lijepom vremenu na stranu suprotnu izboju pomoću springa

Manevar okretanja i priljublivanja obali na springu se izvodi tako da se nametne spring na obalnu bitu i da se vozi lagano prema naprijed s kormilom okrenutim od obale. Čim se krma dovoljno približi obali, privežu se krmeni konopi. Na mjestu prvog dodira pramca s obalom je potrebno postaviti bokobran.

Manevar isplovljavanja

Ako je brod uz obalu privezan sa **stranom suprotnom izboju** (desnom stranom za brod s desnookretnim vijkom), manevar je vrlo jednostavan (slika 84).

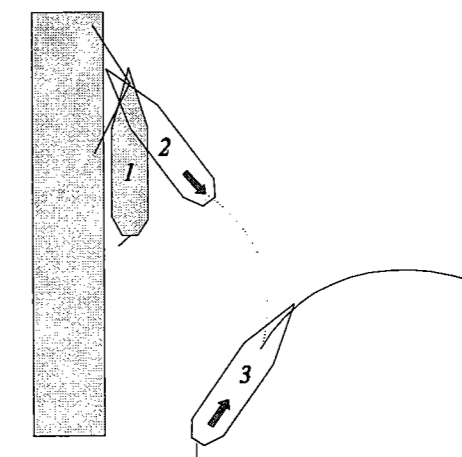


Slika 84

Manevar isplovljenja broda s jednim vijkom (izboj od obale)

Odriješe se konopi i brod zaveže krmom. Brod će se početi kretati krmom koja će se zbog izboja ulijevo udaljavati od obale. Da bi se spriječilo struganje prednjeg djela broda o obalu, potrebno je postaviti bokobrane. Struganje o obalu može se prethodno spriječiti laganom vožnjom naprijed na springu s kormilom postavljenim ka obali, što se i preporučuje.

Kad je brod privezan uz obalu sa **stranom izboja** (slika 85), potrebno je krmu broda zbog izboja ka obali dovoljno udaljiti vožnjom naprijed na springu s kormilom prema obali.



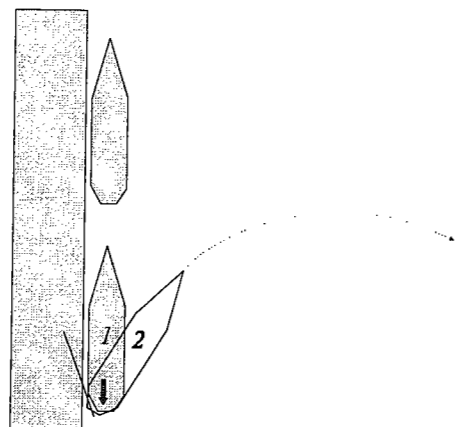
Slika 85

Manevar isplovljenja broda s jednim vijkom (izboj k obali)

Prije nego se zaveže naprijed, preporučuje se nategnuti spring povlačenjem prednjeg pramčanog konopa da se ublaže trzaji i spriječi pucanje springa. Nakon što se je krma dovoljno udaljila, brod zaveže krmom i isplovi.

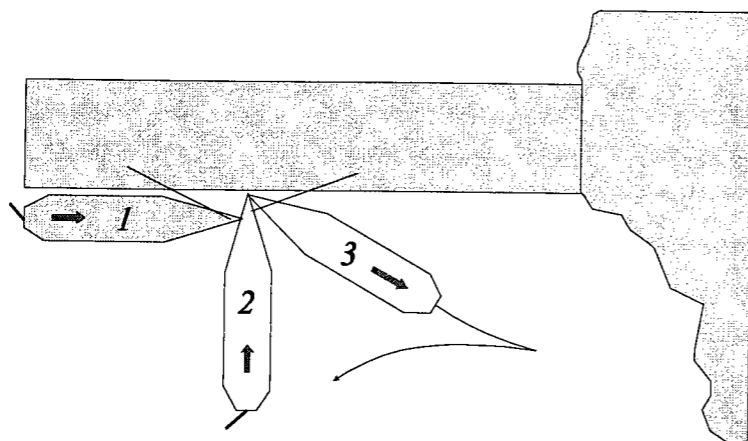
Manevar isplovljavanja katkad se može izvesti i **vožnjom krmom na krmenom springu** (slika 86). Ovaj manevar se može primijeniti samo ukoliko ne prijete opasnost oštećenja vijka ili kormila. To je moguće kad je brod privezan krmom na kraju gata ili kad je brod nakrcan pa je krmeni dio broda "širok" na vodenoj liniji.

Slika 86
Manevar isplovljenja broda s jednim vijkom (izboj k obali)



Nekad je zbog ograničenog prostora u luci potrebno izvršiti okret na springu za 180° (slika 87).

Slika 87
Okret broda s jednim vijkom za 180° vožnjom na springu



Kod ovog manevara treba u trenutku kad brod dođe u položaj okomit na obalu prebaciti spring na drugu stranu. Za cijelo vrijeme vožnje na springu je nužno postavljati bokobrane da ne dođe do oštećenja pramca broda i obale.

3.2.1.2. Pristajanje broda s jednim vijkom po vjetrovitom vremenu i manevar isplovljavanja

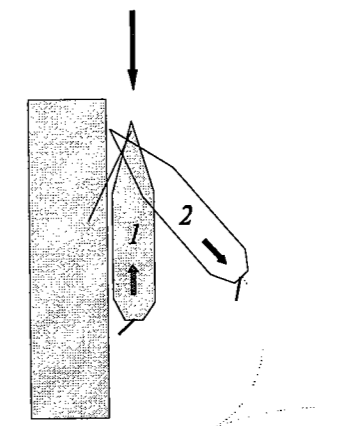
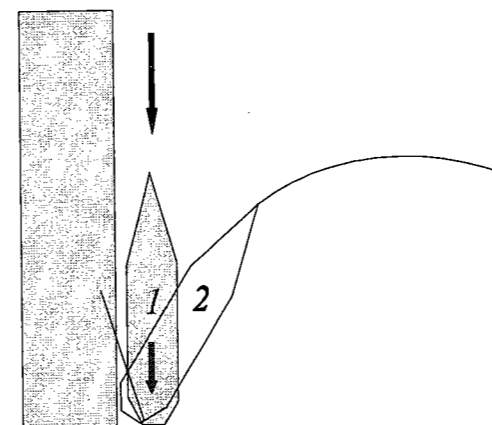
Po vjetrovitom vremenu su moguća sljedeća četiri osnovna slučaja:

- vjetar puše duž obale ili gata u pramac
- vjetar puše duž obale ili gata u krmu,
- vjetar puše ka obali
- vjetar puše od obale

Ako vjetar puše duž obale ili gata, manevar se ne razlikuje mnogo od manevara po lijepom vremenu, ali ipak treba znati da je manevar pristajanja s vjetrom u pramac lakši nego s vjetrom u krmu zbog kraćeg zaleta. Zbog toga, kadgod je moguće treba pristajati s pramcem na vjetar. Ukoliko se mora pristati s vjetrom u krmu, treba prilaziti opreznije i vrlo smanjenom brzinom da bi se brod lakše zaustavio.

Manevar isplovljavanja kad vjetar puše duž obale ili gata u pramac može se izvesti na dva načina, slično kao i po mirnom vremenu: brod se okreće na pramčanom springu (slika 88) ili na krmenom springu (slika 89).

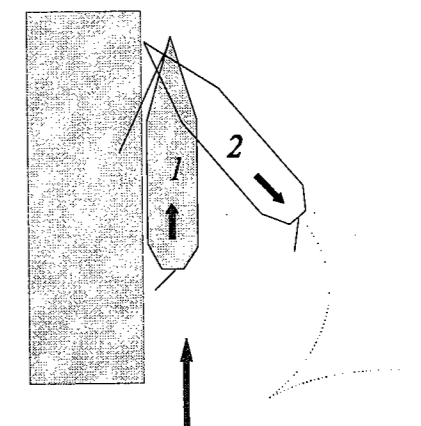
Slika 88
Manevar isplovljenja broda s jednim vijkom kad vjetar puše uzduž obale u pramac



Slika 89
Manevar isplovljenja broda s jednim vijkom kad vjetar puše uzduž obale u pramac pomoću krmenog springa

Ipak, treba napomenuti da je kod isplovljavanja i okreta na pramčanom springu za udaljavanje krme od obale zbog vjetra potrebna jača vožnja na pramčanom springu, zbog čega ga je potrebno "pojačati". Ako se isplovljava okretom na krmenom springu, manevar je lakši nego po mirnom vremenu jer vjetar pomaže okretu pa često nije ni potrebno voziti krmom, osim malo u početku. Kad vjetar puše uzduž obale u krmu, manevar isplovljenja je još jednostavniji (slika 90).

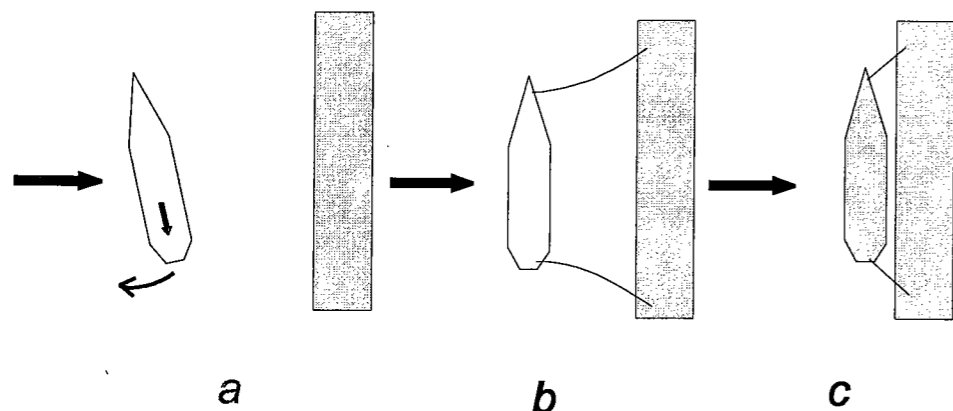
Slika 90
Manevar isplovljenja broda s jednim vijkom kad vjetar puše uzduž obale u krmu



U ovom slučaju je potrebno odriješiti sve konope na krmi. Uvitlavanjem prednjeg pramčanog konopa, "držeci" pramčani spring, brod će se početi okretati uz pomoć vjetra bez vožnje naprijed. Učinak se može dodatno poboljšati laganom vožnjom naprijed na springu.

Kad se krma dovoljno udalji, brod zaveze krmom i isplovi.

Kad **vjetar puše ka obali**, treba do mjesta pristajanja doći laganom brzinom držeći se podalje od obale. Brodom treba doći tako da se pri vožnji krmom radi zaustavljanja (a vodeći računa o izboju) brod postavi paralelno s obalom (slika 91). Kad je brod tako zaustavljen,



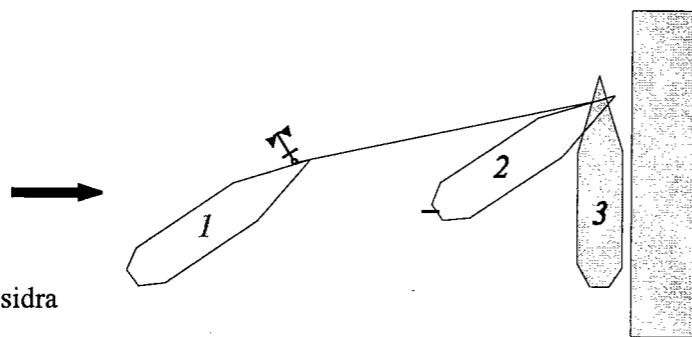
Slika 91 Manevar pristajanja broda s jednim vijkom i s vjetrom prema obali pomoću sidra

vjetar će ga postepeno približiti obali. Što je moguće prije treba "dati" pramčani i krmni konop s kojima će se regulirati da brod paralelno "pada" ka obali.

Ni u kojem slučaju se krma ne smije prije prisloniti zbog mogućeg oštećenja kormila ili vijka. Ako je vjetar ka obali i suviše jak, najbolje je manevar pristajanja izvesti pomoću sidra (slika 92).

Slika 92

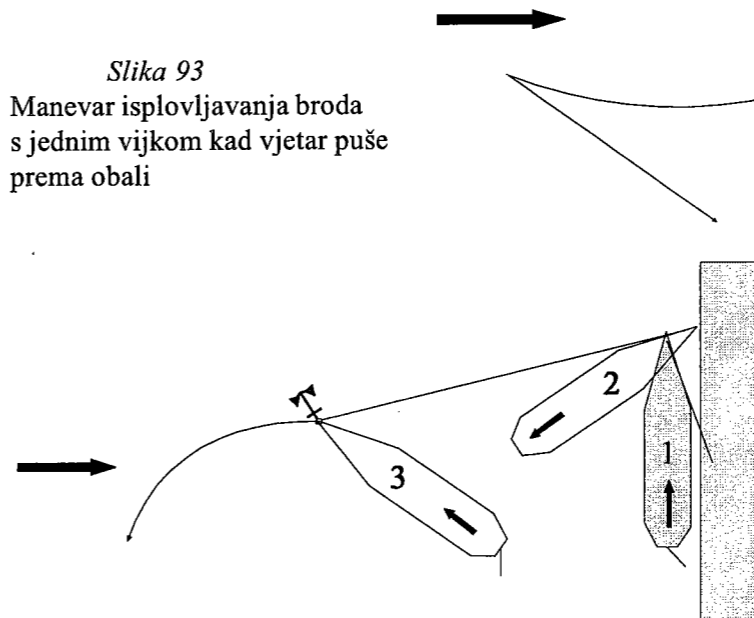
Manevar pristajanja broda s jednim vijkom i s vjetrom prema obali pomoću sidra



U ovom slučaju se obali prilazi okomitije i na određenoj udaljenosti (1 do 2 uze) se obori vanjsko sidro. Okret i zaustavljanje broda se regulira kočnicom vitla. Oboreno sidro omogućuje brodu lakše isplovljavanje, pogotovo ako i dalje puše jak vjetar ka obali (slika 94).

Kad vjetar puše ka obali, **manevar isplovljenja** se izvodi tako da se vožnjom naprijed na pramčanom springu i s kormilom prema obali krmu broda što više okrene u vjetar (slika 93).

Slika 93
Manevar isplovljavanja broda s jednim vijkom kad vjetar puše prema obali

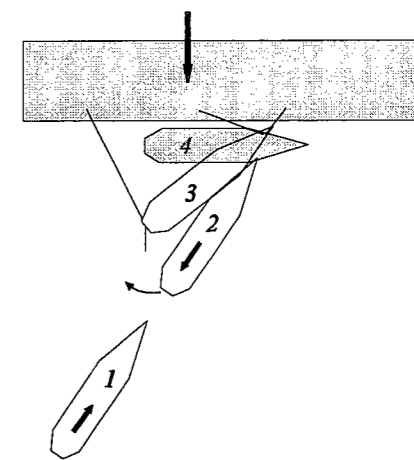


Krmu je potrebno okrenuti što više u vjetar da se smanji učinak vjetra i vraćanje broda k obali prestankom vožnje na springu. Ako je vjetar dovoljno jak, potrebna će biti i jača vožnja na springu. Radi toga će biti potrebno pojačati spring i eventualno ga podvostručiti (dupli spring). Osim toga, preporučljivo je spring vezati više prema krmi da "radi" na što većoj dužini radi elastičnosti. Kad se je krma dovoljno udaljila od obale, zaveze se snažno krmom i isplovi.

Kad **vjetar puše od obale, a pristaje se sa stranom izboja** (slika 95), brodom se treba približiti većom brzinom nego inače jer će vjetar djelovati na zaustavljanje. Kut prilaznja obali treba biti nešto veći da vjetar ne odbaci pramac. Neposredno prije nego se brod približi obali se zaveze svom snagom krmom, što će uvjetovati da krma zbog izboja "padne" k obali. Što je moguće prije treba vezati prednji pramčani konop i pramčani spring. Nakon toga se povlači prednji pramčani konop držeći spring. Kad se brod nasloni na obalu, vozi se naprijed na springu s kormilom otklonjenim od obale. Spring mora biti dovoljno jak zbog jače vožnje koja će biti potrebna da se savlada djelovanje vjetra.

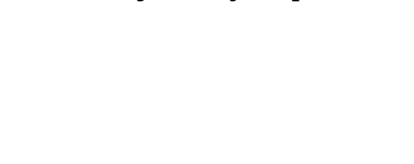
Slika 94

Manevar isplovljavanja broda s jednim vijkom pomoću sidra kad vjetar puše prema obali

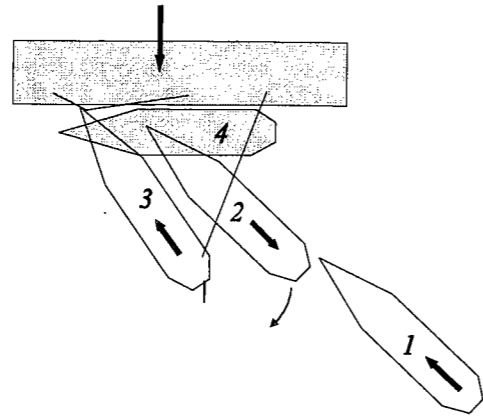


Slika 95

Manevar pristajanja broda s jednim vijkom na stranu izboja kad vjetar puše od obale



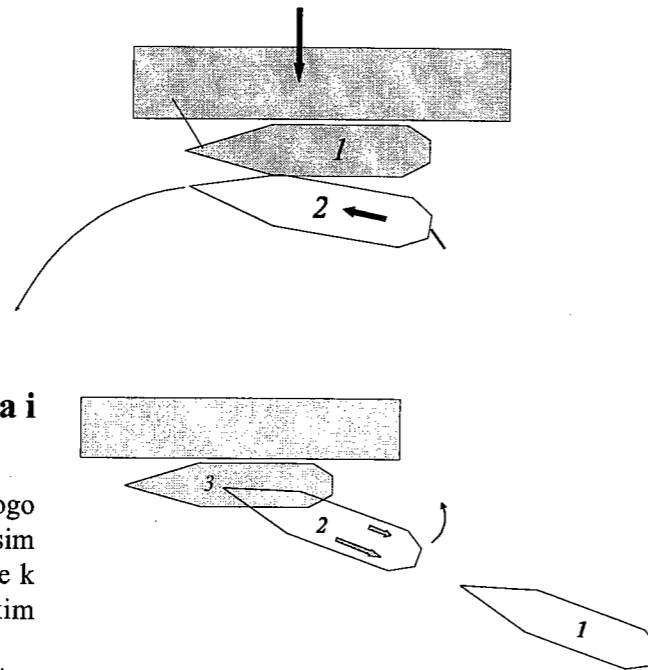
Kad vjetar puše od obale, a pristaje se sa stranom suprotnom izboju, manevar je sličan, s tim da se prilazi manjom brzinom, ali također pod nešto većim kutem (slika 96).



Slika 96

Manevar pristajanja broda s jednim vijkom na stranu suprotnu od izboja kad vjetar puše od obale

Prilaziti treba sporije; ne preporučuje se duže voziti krmom zbog izboja koji djeluje negativno. Kad se brod približi obali, potrebno je što prije vezati prednji pramčani konop i pramčani spring. Nakon što se brod pramcem naslonio na obalu, vozi se naprijed s kormilom otklonjenim od obale. "Priljubljanju" obali se može u oba slučaja pripomoći uvitlavanjem krmenog konopa kojeg treba "dati" na obalu preko pramca ili uz pomoć brodice-privezivača. **Manevar isplovljavanja kad vjetar puše od obale** je vrlo jednostavan i lak. Potrebno je odriješiti krmene konope, a nešto kasnije i pramčane. Kad se vjetar dovoljno udalji, brod zaveze i isplovi (slika 97).



Slika 97

Manevar isplovljavanja broda s jednim vijkom kad vjetar puše od obale

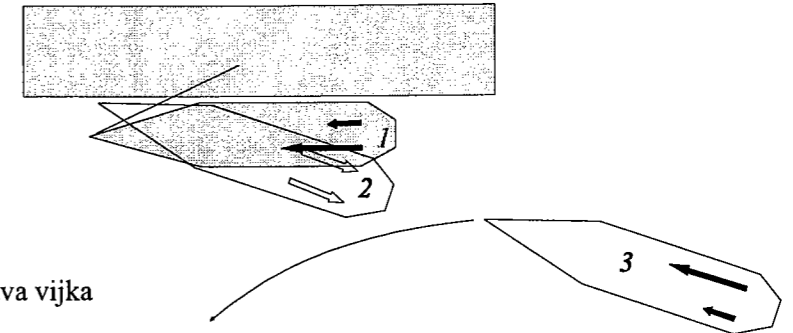
3.3. Pristajanje broda s dva vijka i manevar isplovljavanja

Manevar pristajanja brodom s dva vijka je mnogo jednostavniji jer nema negativnog izboja. Osim toga, kod broda s dva vijka željeni izboj krme ka obali se postiže vožnjom krmom s vanjskim strojem.

Obali se prilazi pod određenim kutem i u povoljnom trenutku zaveze krmom sa strojem na vanjskoj strani, a zatim lagano i na unutarnjoj (slika 98). Ovo će uzrokovati izboj krme ka obali.

Slika 98
Manevar pristajanja uz obalu broda s dva vijka

Kod isplovljenja se najprije laganom vožnjom prema naprijed na springu krmu udalji od obale (slika 99). Učinak okretanja i manjeg opterećenja na springu se može poboljšati vožnjom s vanjskim strojem naprijed, a unutarnjim lagano krmom. Kad se krma udalji, zaveze se krmom i isplovi. Kojom snagom i kojim strojem će se jače voziti krmom, ovisi o okretu i putanji koje krmom želimo postići s obzirom na izlaz iz luke.



Slika 99

Manevar isplovljavanja broda s dva vijka

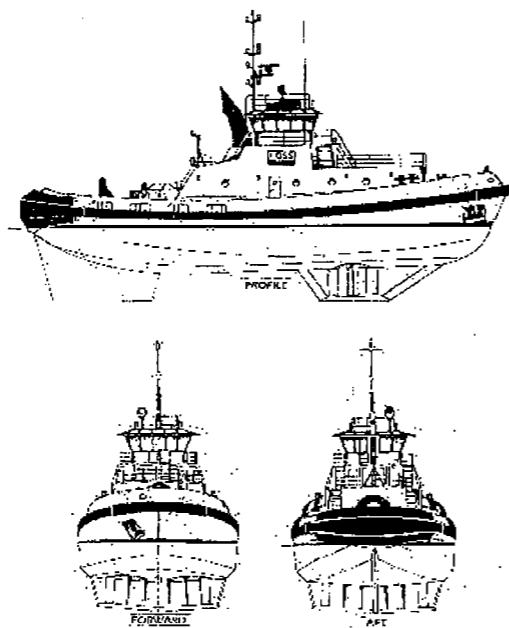
Manevar pristajanja i isplovljavanja pri vjetrovitom vremenu brodovima s dva vijka sličan je već opisanom, s tim što vožnja naprijed i krmom treba biti jača nego po mirnom vremenu. Po mogućnosti treba izvoditi manevar pramcem prema vjetru. Ako se ipak mora pristati s vjetrom u krmu, brzina treba biti manja jer je zaustavljanje broda teže.

Kad vjetar puše od obale, treba prilaziti većom brzinom i pod većim kutem, a ako vjetar puše ka obali, treba prići pod manjim kutom (paralelnije s obalom) i više u vjetar. Ako je potrebno, po jakom vjetru ka obali može se upotrijebiti sidro. U tom slučaju je manevar sličan onom kod brodova s jednim vijkom.

3.4. Manevar pristajanja pomoću tegljača

Uspješno izvođenje manevara pristajanja i isplovljenja, plovidba i prolaz kroz uske kanale, ulaz u dokove, i sl. većim brodovima nije moguće bez pomoći lučkih tegljača. Većina značajnijih svjetskih luka se nalazi na velikim rijekama, odnosno na njihovim ušćima koja su nekad i miljama uvučena unutar kopna. Stoga je za plovidbu kroz riječna korita i kanale do mjesta priveza potrebna pomoć tegljača.

U ograničenom lučkom prostoru su veliki brodovi bespomoćni i sa svojim strojevima ne bi bili u mogućnosti uspješno izvesti bilo koji manevar. Osim toga, rad strojeva velikih snaga u lukama i kanalima može nanijeti veliku štetu obali, okolnim brodovima i lučkim uređajima i zato je u mnogim lukama zabranjena upotreba vlastitih strojeva. Iako u najnovije vrijeme susrećemo brodove s vrlo snažnim strojevima i s mnogim dodatnim uređajima za manevriranje, ipak su današnji brodovi znatno veći u odnosu na prijašnje. Tako velikim brodovima u odnosu na postojeće uvjete luka, rijeka i kanala je danas potrebna pomoć tegljača nego ranije. Svaki pomak velikih brodova u lukama, rijekama i kanalima je uvjetovan radom tegljača. Da bi se manevar brodom uspješno odvijao potrebna je solidna suradnja broda s tegljačima. Svi klasični manevri zapovjednika njegovim brodom u lukama prestaju i svode se na njegovu suradnju s peljarom i zapovjednicima tegljača.



Slika 100
Suvremeni tegljač (vodeni traktor)
s Woith-Schneiderovim porivnikom

Zbog ograničenog prostora u kojem djeluju, lučki tegljači moraju imati ove karakteristike:

- dobra pokretljivost i okretljivost te mogućnost kretanja u svim pravcima (naprijed, krmom, bočno...) s jednakom porivnom i vučnom snagom bez obzira na rečeni smjer kretanja; ovom zahtjevu najbolje udovoljavaju tegljači s Woith-Schneiderovim porivnikom (slika 100), tzv. vodeni traktori koji se danas sve više koriste.
- jaka snaga strojeva; današnji lučki tegljači koriste strojeve snage i do 3000 Kw.
- male dimenzije radi lakšeg kretanja i rada u skučenom prostoru
- velika stabilnost zbog velikog opterećenja na teglju koji često i bočno "radi", što može prouzročiti velike i opasne nagibe
- dobra komunikacija i pregled iz kormilarnice za 360°
- bokobrani i brkovi za sprječavanje štete na tegljenom brodu

Najčešće usluge tegljača predstavlja "asistenca" prilikom pristajanja, isplovljenja i privezivanja u luci, prilikom okretanja u luci, na ulazu u luku, kanal, dok, prilikom premještanja s jednog veza na drugi, pri plovidbi kroz kanale, ušća rijeka, itd. Prilikom manevriranja u lukama tegljač može biti vezan s tegljem po pramcu po krmu ili bočno uz pramčani, odnosno krmni dio broda. Kad se tegli brod, tegljač se po pramcu vezuje na kuku, a tegljač po krmu osim kuke može koristiti pramčanu bitvu ili pramčano vitlo. Bočno vezivanje (tzv. "američki način") je prikladniji ako se koriste tegljači "vodeni traktori" s VS propulzorima i općenito kad vjetar puše od obale. U protivnom, kad vjetar puše prema obali, prikladnije je tegljače vezati na kuku ili na tzv. "europski način".

Za vrijeme asistiranja brodu, tegljače treba vezati tako da u svakom trenutku mogu zaustaviti brod koji tegle. Radi toga treba voditi računa o sljedećim stvarima:

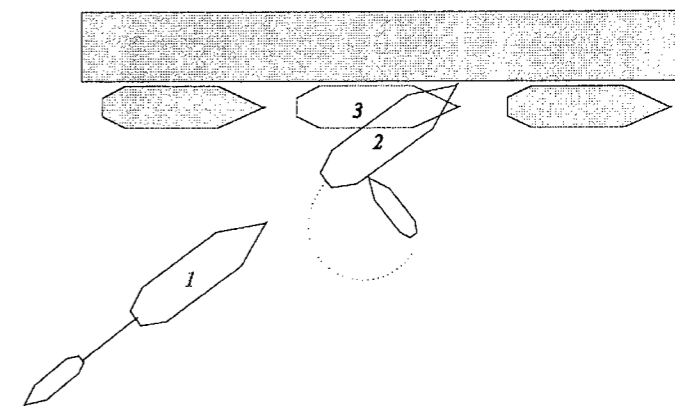
- Kad se koristi jedan tegljač, vezuje ga se po krmu jer se brod teže zaustavlja nego što se pokreće naprijed.
- Kad se koriste dva tegljača, jači tegljač se vezuje po krmu.

- Kad se "asistenca" obavlja na malom prostoru, tegljače je bolje vezati bočno.
- Kad se koristi jedan tegljač, vezuje ga se uz krmni bok na strani suprotnoj vezu, a kad se koriste dva tegljača, jedan se vezuje bočno uz krmu, a drugi bočno uz pramac.

Koliko će se tegljača koristiti ovisi o veličini broda, vremenskim prilikama, veličini akvatorija, mjestu priveza, lučkim propisima, itd.

3.4.1. Manevar pristajanja pomoću jednog tegljača

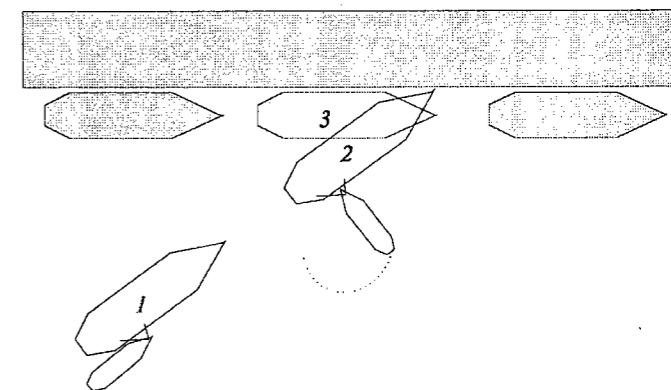
Kod ovog manevra tegljač može biti privezan na tegalj po krmu ili bočno po krmu. Ako je mjesto priveza udaljeno (do mjesta priveza plovi se duže kroz kanal, i sl.), tegljač je bolje vezati na tegalj po krmu. U tom slučaju, zadatak tegljača je da zaustavlja brod i okreće krmu. Kad brod dođe do mjesta priveza i približi se obali pramcem, daju se prednji pramčani konop i pramčani spring. Nakon toga tegljač otpušta tegalj i postavlja se više po krmu broda u položaj bočnog guranja (boksanja) broda k obali (slika 101).



Slika 101
Manevar pristajanja brodom
uz obalu pomoću jednog tegljača
vezanog na tegalj po krmu

Ako je mjesto priveza blizu, a prostor u luci jograničen, bolje je tegljač vezati bočno više po krmu, na stranu suprotnu privezu.

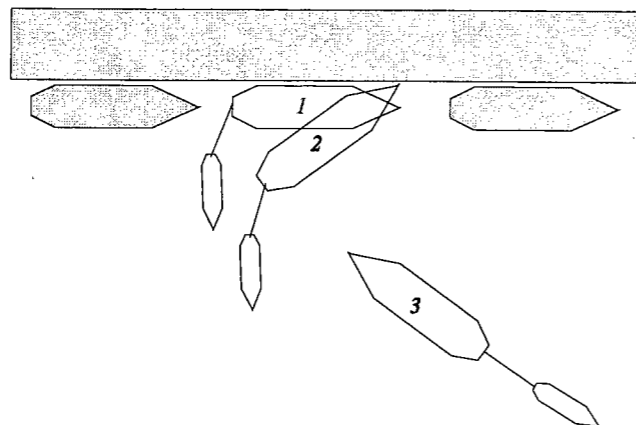
U ovakvom položaju tegljač i brod djeluju kao brod s dva vijka, što brodu omogućava bolje i lakše okretanje i zaustavljanje te poništava negativni izboja broda u vožnji krmom. Tegljač vezan na ovaj način nakon što se veže pramac (spring i prednji pramčani konop) lakše dolazi u položaj boksanja, tj. bočnog guranja (slika 102).



Slika 102
Manevar pristajanja brodom
uz obalu pomoću jednog tegljača
vezanog uz bok po krmu

Manevar isplovljavanja pomoću jednog tegljača

Izvodi se tako da se tegljač veže na tegalj po krmu. Odriješe se vezni konopi s krme, a na pramcu se neko vrijeme drži spring i prednji pramčani konop. Nakon toga, tegljač vozeći na teglju izvlači krmu od obale (slika 103). Kad se krma dovoljno udalji, otpušta se vez na pramcu, brod zaveže krmom i uz pomoć tegljača se okreće u povoljan položaj prema izlazu iz luke.

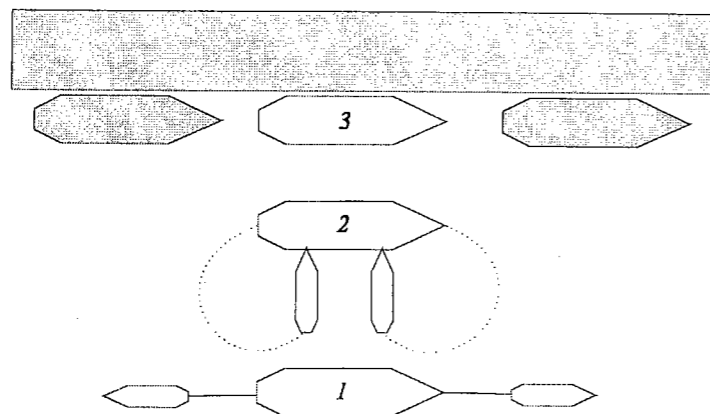


Slika 103

Manevar isplovljavanja broda pomoću jednog tegljača

3.4.2. Manevar pristajanja pomoću dvaju i više tegljača

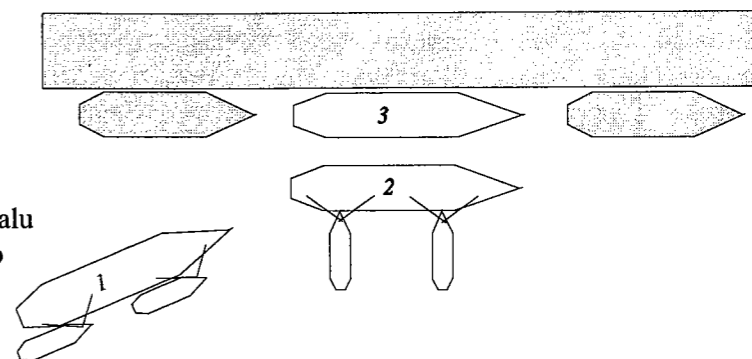
Kad se kod pristajanja brodom koriste dva tegljača, može ih se vezati na tegalj po pramcu i po krmu, što je čest slučaj kad se do mjesta priveza duže plovi kroz kanale ušća rijeka, i sl. Jači se tegljač obično vezuje po krmu sa zadatkom da zaustavlja brod i da okreće krmu prema potrebi udesno ili ulijevo. Kad brod dođe do mjesta priveza, tegljači postavljaju brod paralelno s obalom, nakon čega otpuštaju tegljeve i prelaze u položaj boksanja, tj. bočnog guranja (slika 104).



Slika 104

Manevar pristajanja brodom uz obalu pomoću dva tegljača vezana na tegalj po pramcu i po krmu

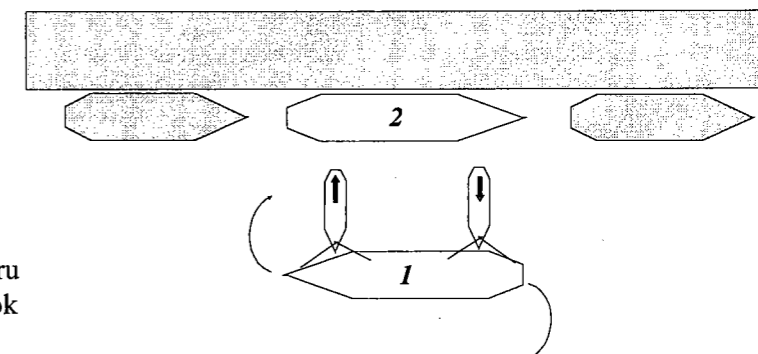
Kad je mjesto priveza blizu, a prostor za manevriranje tegljača ograničen, tegljače je bolje vezati uz pramac i krmu bočno, na strani suprotnoj privezu (sl. 105).



Slika 105

Manevar pristajanja brodom uz obalu pomoću dva tegljača vezana bočno po pramcu i po krmu

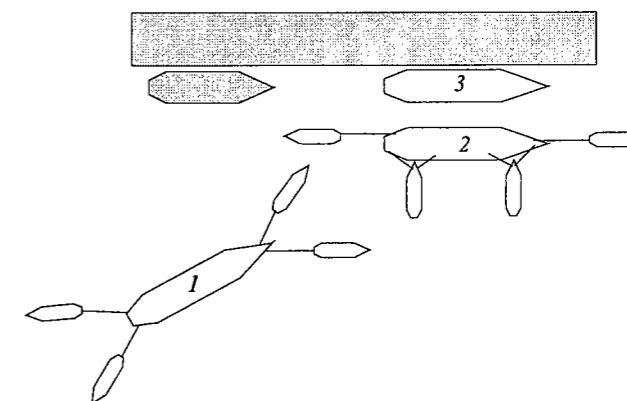
Prednost ovakvog načina vezivanja tegljača je i ta što nije potrebno "gubljenje vremena" za otpuštanje i prikupljanje teglja, već su tegljači (osim mogućnosti okretanja broda na malom prostoru koji nije veći od dužine broda) odmah u položaju boksanja (slika 106).



Slika 106

Okretanje broda na malom prostoru pomoću dva tegljača vezana uz bok po pramcu i po krmu

Kad brod prilikom pristajanja koristi četiri tegljača, obično ih vezuje u tzv. "lepezu" (slika 107). Ovakav način tegljenja se češće koristi kad se brod do mjesta priveza duže tegli kroz kanale. Na kraćim relacijama je praktičnije dva tegljača vezati na tegljeve po pramcu i krmu a druga dva uz bok po pramcu i po krmu. Kad se brod tegli u "lepezi", dva tegljača hvataju pramčane tegljeve, a druga dva po krmu hvataju krmene tegljeve.



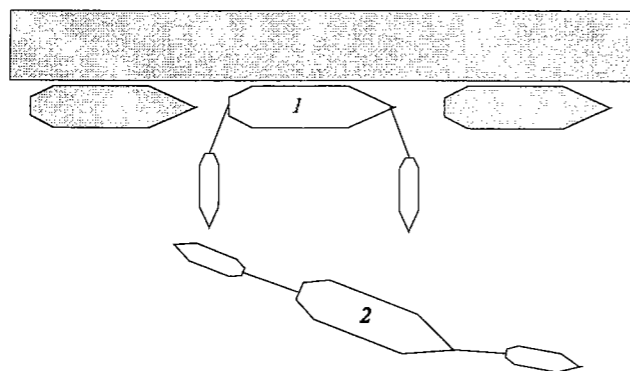
Slika 107

Manevar pristajanja i tegljenja pomoću četiri tegljača ("lepeza")

Pramčani tegljači vezuju tegalj na tegleću kuku, dok krmeni tegljači najčešće tegalj vezuju za pramčanu bitvu (križnu bitvu ili tzv. stup). Ponekad se kod ovakvog tegljenja i krmeni tegljači vezuju na tegalj za kuku. Ako su krmeni tegljači vezani za kuku, moraju ploviti posebno oprezno. Trebaju ploviti paralelno s brodom, uvijek vodeći računa da ne skrenu s kursa i ne dođu u bočni položaj dok brod vozi jer bi se tako izvrgli riziku od prevrtanja. Prije dolaska broda na mjesto priveza je poželjno da njegova brzina bude potpuno oslabljena, da ne koristi strojeve, već da se manevar izvodi samo uz pomoć tegljača. Kad se dođe do mjesta priveza, dva tegljača prelaze u položaj boksanja, dok se druga dva tegljača na tegljevima po pramcu i po krmi koriste za "držanje" broda u postavljenom položaju i za eventualno potrebno pomicanje naprijed-natrag.

Manevar isplavljanja pomoću dvaju tegljača

Kad brod kod isplavljenja koristi dva tegljača, obično ih vezuje na tegalj po pramcu i po krmi. Zadatak im je da izvuku brod s mjesta priveza (slika 108), okrenu ga povoljno prema izlazu iz luke i tegle ga prema potrebi kroz kanal na otvoreno more.

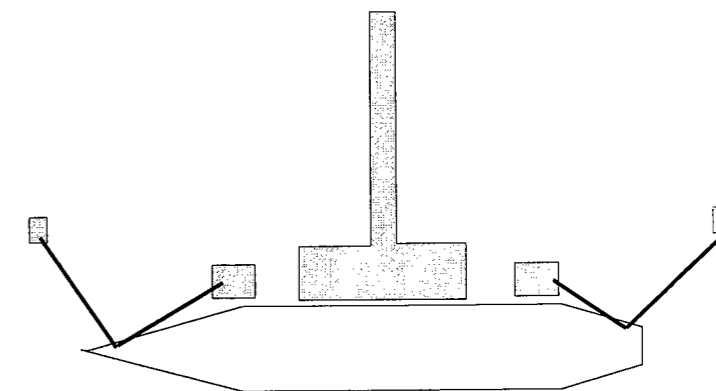


Slika 108
Manevar isplavljanja
uz pomoć dva tegljača

Slično se postupa i kad brod koristi više tegljača. Ako brod koristi četiri tegljača, dva će vezati na tegljeve po pramcu i po krmi, a dva bočno. Kad se brod "izvuče" s mjesta priveza, bočni tegljači prelaze na tegljeve po pramcu, odnosno po krmi da bi ga do izvan luke teglili u "lepezi" (slika 107).

3.5. Manevar pristajanja brodova velike tonaže

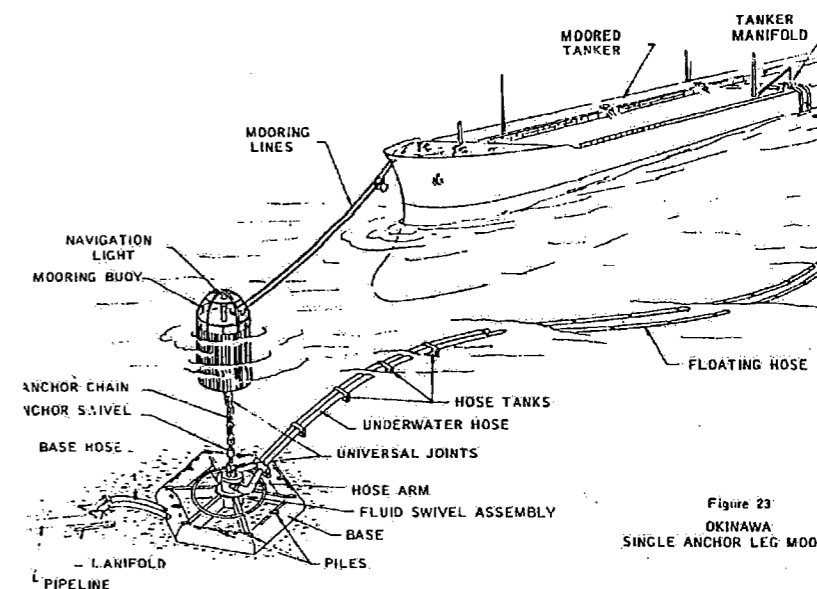
Brodovi velike tonaže pristaju i isplavljavaju samo uz pomoć tegljača. Zbog veoma velike mase, velikog i dugog zaleta i snažne inercije, brzina približavanja mora biti minimalna i točno kontrolirana. Kinetička energija u trenutku dodira broda i obale je velika ($E=mv^2/2$) radi čega je potreban veliki oprez. Brzina broda se povećava s kvadratom, a to znači da ona treba biti što manja. Da bi se točno znala brzina približavanja, svi brodovi velike tonaže opremljeni su preciznim uređajima doppler ili laserskog tipa za kontrolu pomicanja broda (brzina preko dna) u svim smjerovima. Točnost mjerenja brzine iznosi 0,3 m/min. Predočnik (display) ovog uređaja je najčešće prijenosnog tipa pa ga peljar uvijek ima pri ruci da bi mogao stalno nadzirati brzinu približavanja terminalu. Budući da su najveći brodovi danas tankeri, potrebno je ukratko opisati pristaništa za ukrcaj (iskrcaj) tankera.



Slika 109
Terminal za pretovar sirove nafte

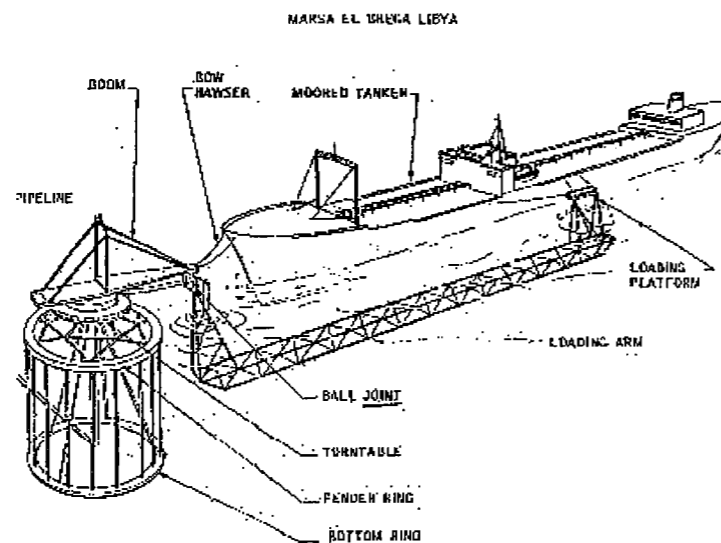
Ta pristaništa su obično laganije konstruirana od pristaništa za suhe terete jer ne zahtijevaju skladišta ni veliku opremu za manipulaciju teretom. Budući da se ukrcaj/iskrcaj vrši pomoću cjevovoda, čvrsti dio terminala može biti relativno malen, izveden najčešće na laganoj platformi izrađenoj na tzv. dolfinima. Na taj dio pristaništa tanker "naliježe" sredinom, a vezuje se na dolfine za vez prema pramcu, odnosno prema krmi (slika 109).

Slika 110
Plutača-terminal za pretovar
sirove nafte



Terminal može biti vezan s obalom laganom konstrukcijom (mostom) koja nosi cijevi. Pristaništa mogu biti izvedena kruto i elastično. Kruta su pristaništa masivna, građena obično od betonskih blokova, ukrućenih betonskih ili čeličnih stupova. Kruta pristaništa ne apsorbiraju energiju brodskih udaraca, pa su na njima postavljeni posebni tipovi pneumatskih bokobrana

Slika 111
Toranj-terminal za pretovar
sirove nafte



velikih dimenzija i velike elastičnosti koji apsorbiraju veliku količinu kinetičke energije i "amortiziraju" prvi dodir broda s obalom. Elastični tipovi pristaništa se rade od savitljivih čeličnih cijevi učvršćenih za dno. Djelovanjem sile, cijevi se elastično savijaju i time apsorbiraju energiju brodskih udara.

Ukrcaj/iskrcaj sirove nafte se danas najčešće obavlja na **plutačama** velikih dimenzija, posebno konstruiranim za tu namjenu (slika 110) koje na sebi nose priključne cjevovode ili preko **tornjeva** za vez s okretnom granom i plutajućim cjevovodom (slika 111).

Prilikom pristajanja na plutaču ili toranj supertankerima ili mamut tankerima, zbog već navedenih razloga se potrebno približavati oprezno i minimalnom brzinom, uvijek vodeći računa o navedenim čimbenicima.

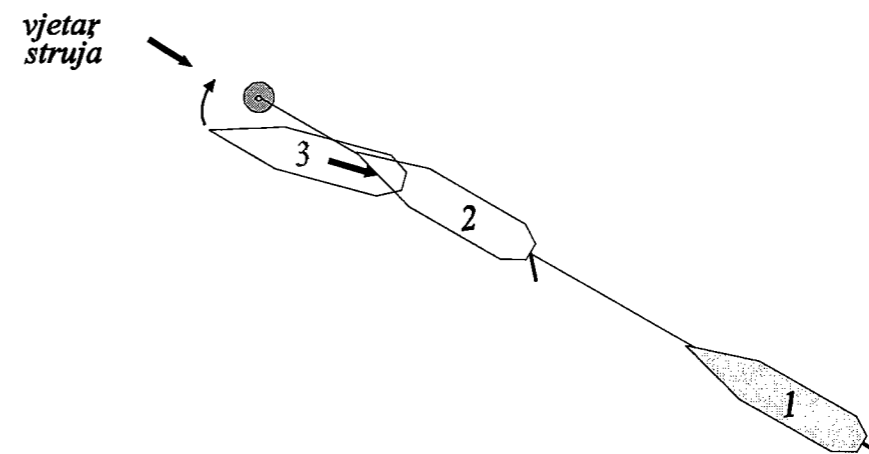
3.6. Manevar pristajanja broda na plutaču

Vež na plutaču se često koristi u lukama smještenim u prostranim i zaštićenim zaljevima i na ušćima velikih rijeka. Budući da je jeftiniji, takav se vež koristi najčešće kao tzv. mrtvi vež. Na mrtvom vežu se ne vrše trgovačke djelatnosti ukrcaja ili iskrcaja broda. Vežom na plutaču se najčešće koriste ratni, ali i teretni brodovi koji dulje čekaju teret, brodovi u raspredi te brodovi i jahte u turističkim lukama (marinama). Ima mnogo luka u kojima se radnje ukrcaja i iskrcaja čak i sa suhim teretom obavljaju s brodova privezanih na plutačama. Teret se pretovaruje s broda na barže (maone). To su najčešće luke nerazvijenih zemalja.

Pojavom velikih tankera za koje nema dovoljno dubine u lukama, počele su se koristiti posebne plutače koje služe kao terminali za ukrcaj/iskrcaj sirove nafte. Tako su u lukama Perzijskog zaljeva izgrađeni veliki tankerski terminali na kojima se ukrcaj sirove nafte obavlja pretežno preko plutača. Ove su plutače velikih dimenzija i na sebi nose po nekoliko priključaka naftovoda. Promjer cjevovoda iznosi i do 1.20m, a kapacitet pretovara preko 15000 tona sirove nafte na sat.

Vež na plutaču je sigurniji od sidrenja jer je plutača usidrena s više sidara (najmanje tri). Lazni prostor na plutači je vrlo mali. Osim toga, po ružnom vremenu plutača djeluje elastično jer svojim uzgonom ublažava trzaje prouzrokovane djelovanjem valova i vjetera.

3.6.1. Prilaženje plutači

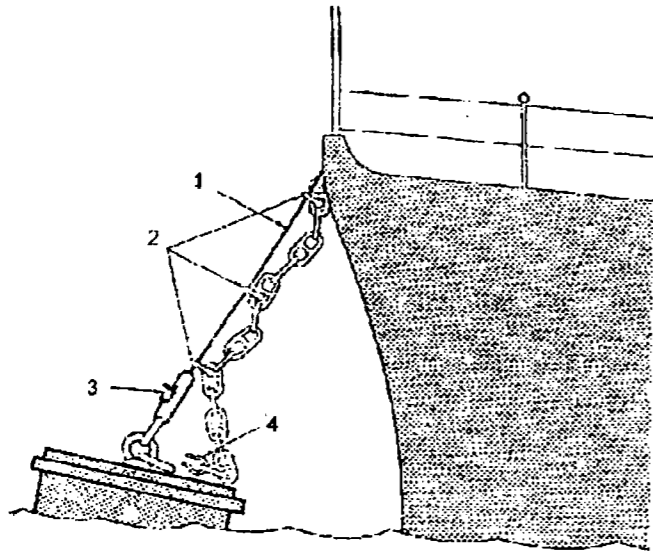


Slika 112 Manevar veza na plutaču (prilaz plutači broda s desnookretnim vijkom)

Ako je vrijeme lijepo, a more mirno i nema struje, prilazni kurs može biti iz bilo kojeg smjera. Ako puše vjetar ili je jaka struja, plutači treba prilaziti s vjetrom u pramac ili struju, odnosno u rezultanti njihova zajedničkog djelovanja. Plutači treba prilaziti smanjenom brzinom. Na određenoj udaljenosti od plutače, neposredno prije vožnje krmom, brodom treba skrenuti tako da plutača ostane na strani suprotnoj izboju. Brod s desnookretnim vijkom zbog izboja krme ulijevo ostavlja plutaču s desne strane pramca. Na taj će se način zbog izboja, nakon što brod zaveže krmom, desna strana pramca priljubiti uz plutaču (slika 112).

Kad veći brod pristaje na plutaču, potrebno je da privezivacki camac čeka uz plutaču za prihvata veza. Vrlo je važna brzina prihvata prvog veza, posebno kod jaceg vjetera. Prvi vež na plutaču je udvojak koji se provuce kroz prsten plutače odozgo i ponovno se vrati na brod bacalom. Umjesto udvojka, privremeni vež može biti i celik-celo s posebnom, tzv. slipnom kukom. Glavni vež na plutači je najčešća lanac koji se veže pomoću škopca. Ako brod na plutači ostaje krace vrijeme, mogu se za glavni vež koristiti konopi i celik-cela. Ipak je vež s lancem na plutaču najčešći jer je najsigurniji, premda je rukovanje lancima posebno teško. S obzirom na to da je sidreni lanac dosta težak, potrebno je pri radu s lancima koristiti sidreno vitlo i pritezna vitla. Prvi korak kod ovog veza je uhvatiti plutaču te osigurati da pramac broda bude uvijek iznad plutače. To nam omogućava tzv. privremeni vež s celik-celom pomoću kojeg se plutaču privuce k brodu. Na privremenom vežu ce se brod držati dok se vezuje glavni vež s lancem. Postoje razni nacini vezivanja i spuštanja lanca na plutaču, a ovdje ce se objasniti tzv. "trolley metoda" (slika 113). Ovaj način spuštanja lanca do prstena plutače je jedan od najbržih i najpraktičnijih, a ne zahtjeva mnogo ljudi ni opreme.

Osim toga, prilično je siguran od bilo kakvih povreda ljudi pri radu. Najprije se rastavi lanac i oslobodi ga se od sidra na prvoj spojnoj kariki iza sidrenog zapora. Pomoću sidrenog vitla i korištenjem celik-čela se lanac složi na palubi. Nakon toga se kraj lanca vezan celik-čelom izvlači kroz vodilice ili kroz središnje oko (panama). Svakih otprilike 1 m se pričvrsti lanac za celik-čelo privremenog veza sa spojnom karikom (škopcem) te ga se tako spušta sve do prstena na plutaču. Kad je lanac spušten do plutače, veže ga se za prsten spojnom karikom.

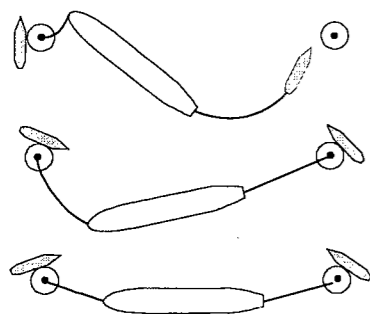


Slika 113 Vez na plutaču lancem (trolley metoda)

1=čelik-čelo 2=spojna karika 3=omča zatvorena škopcem 4=sidreni škopac

3.6.2. Vez broda na dvije plutače

Vezivanje broda na dvije plutače omogućava brodu ostajanje u istom položaju bez obzira na promjenu smjera struje ili vjetra. Brod nema lazno prostora, što omogućava vez više brodova istovremeno. Vez na krmenu plutaču se lako rješava kad se veže pramac. Najprije će se brod vezati pramcem na jednu plutaču na već objašnjen način. Ako su na raspolaganju dva privezivačka čamca, može se u međuvremenu s krme prihvatiti konop ili čelik-čelo za krmenu plutaču. Nakon što je završen vez na pramcu, vezuje se krma. S prihvaćenim konopom (čelik-čelom) privlačimo krmu k plutači pomažući se pri tome i strojem uz stalno popuštanje lanca na pramcu (slika 114). Vez na dvije plutače će biti lakši ako su plutače usidrene u smjeru struje, kako je to i obično na ušćima rijeka i na kanalima. U tom slučaju je vez lakši jer se krmom lakše može prići plutači jednostavnim popuštanjem pramčanog veza. Nakon što se veže pramac na plutaču uzvodno, popuštanjem lanca će se krma približiti plutači nizvodno. Tada se priveže krmu. Kad su privezani i pramac i krma, zategnu se vezovi i regulira se udaljenost od plutača prema potrebi.



1. privesivanje pramca

2. privesivanje krme

3. prikupljanje veza

Slika 114 Vez broda na dvije plutače

3.6.3. Isplovljavanje s plutače

Ako je brod vezan na dvije plutače, najprije se odveže vez s krmene plutače. Nakon toga se pristupa odvezivanju s pramčane plutače. Prije skidanja glavnog veza treba "dati" udvojak ili čelik-čelo s kukom. Ako se vezuje udvojak, treba ga provući kroz prsten plutače odozgo. Nakon što je udvojak provučen i vraćen na brod, lagano se uvitlava. Povlačenjem udvojka glavni vez olabavi, nakon čega se odriješi. Kad je glavni vez oslobođen i povučen na brod, dovoljno je odvezati udvojak, povući ga na brod, zavesti krmom i isploviti.

Ako je potrebno brod okrenuti povoljno prema izlazu iz luke, može se to učiniti tako da se polako vozi naprijed popuštajući udvojak toliko da plutača dođe do sredine broda. Brod se laganom vožnjom naprijed s kormilom na stranu plutače okreće na plutači kao na springu dok ne dođe u najpovoljniji položaj prema izlazu iz luke.

Kad brodovi velike tonaže (supertankeri i mamut tankeri) pristaju na plutaču, moraju to činiti s posebnim oprezom i minimalnom brzinom. Brzinu stalno treba kontrolirati zbog velikog i dugog zaleta. Najčešće brodovi velike tonaže prilaze i privezuju se na plutaču uz pomoć više tegljača. Takvi brodovi ne mogu pristajati i privezivati se na plutaču na ranije izložen način zbog nemogućnosti kormilarenja i upravljanja pri malim brzinama.

3.7. Manevar pristajanja brodom u četverovez

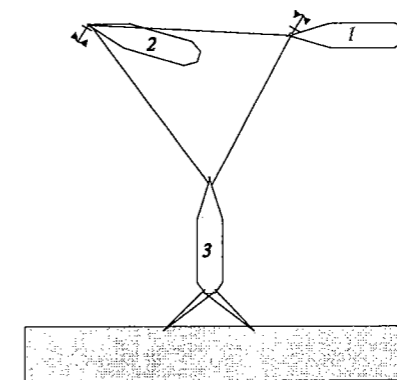
Četverovez predstavlja vez broda s jednim ili dva oborena sidra na pramcu i krmom vezanom konopima za obalu. Umjesto oborenih sidara, pramac se kod četveroveza može privezati i za plutaču.

Prednosti ovakvog vezivanja broda su sljedeće:

- brod zauzima vrlo malo prostora na obali
- manevar isplovljavanja iz četveroveza je jednostavan i brz za bilo kakvog vremena

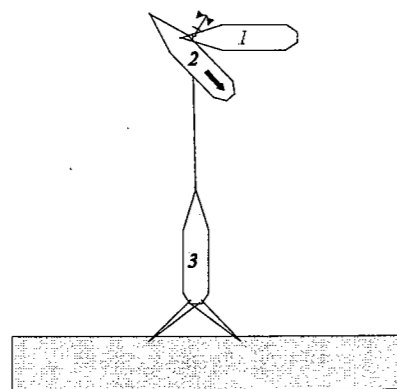
Najveći nedostatak ovakvog veza je taj što je krma broda kao najosjetljiviji dio (kormilo i vijak) izložena oštećenju zbog blizine obale. Radi toga, prilikom izvođenja ovog manevra treba biti posebno oprezan. S obzirom na to da se manevar izvodi vožnjom krmom, a upravljanje brodom u vožnji krmom je posebno teško, ovakav manevar zahtijeva dodatnu stručnost i izvježbanost.

Klasičan primjer četveroveza predstavlja četverovez s dva oborena sidra. Taj se manevar izvodi na sljedeći način: brod s jednim vijkom vozi u kursu paralelno s obalom prilazeći joj po mogućnosti s one strane koja je povoljnija s obzirom na izboj u vožnji krmom (slika 115).



Slika 115 Manevar pristajanja broda u četverovez s dva sidra

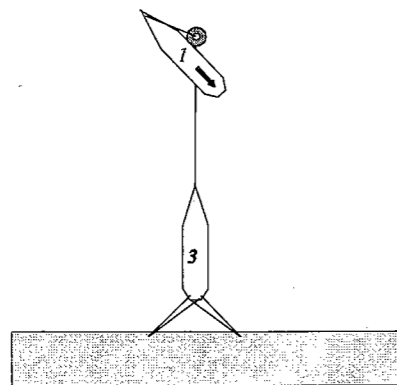
Vozeći lagano prema naprijed, najprije se obara vanjsko sidro (1). Nakon toga se nastavlja laganom vožnjom prema naprijed do mjesta obaranja unutarnjeg sidra uz stalno ispuštanje lanca već oborenog sidra. Neposredno prije obaranja unutarnjeg sidra se zakoči istjecanje lanca toliko da se brod okrene i zauzme povoljni položaj za vožnju krmom s obzirom na izboj (2). Nakon toga se obara unutarnje sidro i zaveže krmom. Kad se krma približi obali, daju se konopi na obalu. Nakon što se krmu veže sa dovoljnim brojem konopa, uvitlavaju se sidreni lanci onoliko koliko je potrebno. Konope treba pritegnuti tako da vez bude elastičan.



Slika 116 Manevar pristajanja broda u četverovez s jednim sidrom

Četverovez s jednim oborenim sidrom se izvodi tako da se na odabranom mjestu obori sidro, a zatim izvede okret na oborenom sidru da krma dođe u najpovoljniji položaj prema obali s obzirom na izboj u vožnji krmom (slika 116).

Sličan će se okret izvršiti ako se brod vezuje u četverovez s pramcem na plutaču umjesto sa sidrima (slika 117).



Slika 117 Manevar pristajanja broda u četverovez s pramcem vezanim na plutaču

Kad veći brodovi pristaju u četverovez, redovito se pri ovom manevru koriste tegljači.

3.8. Boravak i sigurnost broda na vezu

Privezivanje broda je posljednja radnja nakon dolaska broda u luku i izvršenog manevra pristajanja. Sigurnost broda u luci ovisi o kvaliteti priveza. Radi toga vez mora biti takav da može odoljeti svim silama koje bi mogle djelovati i ugroziti siguran boravak broda privezanog uz obalu. Značajne sile koje djeluju za vrijeme boravka broda u luci su sile koje nastaju djelovanjem vjetra, struja, valova, utjecajem plime i oseke, utjecajem valova i prisisavanja brodova u prolazu ili prilikom manevriranja sile koje djeluju na opterećenje veza zbog ukrcaja i iskrcaja tereta. Loš vez ne samo što može oštetiti vlastiti brod i obalu, već može ugroziti druge brodove privezane uz obalu i ljudske živote. Da bi vez bio siguran, mora biti takav da ni u jednom trenutku ne dovede u pitanje sigurnost broda s obzirom na mogućnost djelovanja navedenih čimbenika. Količina sredstava za vez (konopa, čelik-čela, lanaca) i njihova kvaliteta mora uzimati u obzir sve okolnosti uvažavajući pri tome posebnost svakog slučaja. Osim toga, opterećenje svakog konopa mora biti ravnomjerno. Česti su slučajevi kidanja veza, ne zbog toga što je brod bio privezan s nedovoljnom količinom konopa, nego zbog "nestručnog" veza. Nameće se pitanje kakav treba biti optimalan vez s obzirom na spomenute čimbenike i sigurnost broda. Kad se uzima u obzir utjecaj vjetra, treba znati da je prazan brod više izložen vjetru nego nakrcan. Osim toga, vjetar u pramac i krmu manje djeluje na brod nego bočni vjetar. Općenito djelovanje sila vjetra na brod može se podijeliti na dvije komponente: silu u uzdužnom smjeru broda -longitudinalnu silu koja djeluje u uzdužnici broda i poprečnu ili transverzalnu silu koja je okomita na longitudinalnu. Budući da vjetar utječe s kvadratom brzine, znači da će vjetar snage 40 čv. imati utjecaj 4 puta veći od vjetra jačine 20 čv. Najjaču longitudinalnu silu na brod ima krmeni vjetar. Međutim, krmeni vjetar djeluje na malu površinu broda pa je longitudinalna sila relativno mala. S druge strane, bočni vjetar djeluje na daleko veću površinu pa će zbog toga i transverzalna sila biti mnogo veća. Računa se da je ova sila veća od 5 do 10 puta od longitudinalne. Budući da se obično ne može pretpostaviti smjer i jačinu vjetra za vrijeme boravka broda u luci, raspored veza mora biti takav da udovolji maksimalnom djelovanju vjetra iz bilo kojeg pravca. Utjecaj struje treba pridodati utjecaju vjetra, pri čemu treba znati da utjecaj struje osim o snazi struje ovisi još i o količini vode ispod kobilice. Sljedeći važan čimbenik je utjecaj valova. Iako u lukama nema većih valova živog mora, značajan može biti utjecaj tzv. stojnog vala koji nastaje kao posljedica jakog nevremena i valova mrtvog mora izvan lučkog akvatorija na otvorenom moru. Ovakvi valovi se često javljaju u nekim lukama, a poznati su kod nas pod nazivom štiga ili bibavica. Takvi valovi posebno nepovoljno utječu na brodove privezane uz obalu, zbog čega se često kidaju konopi. Naročite neprilike mogu izazvati nastupi plimnih valova koji su također česta pojava u mnogim lukama s većom razlikom plime i oseke te u lukama uvučenim na ušćima rijeka. Što se tiče veza, da bi se utjecaj valova smanjio svi konopi (čelik-čela) moraju biti jednako pritegnuti i opterećeni. Kod ovakvih pojava posebno je važna i elastičnost veza. Zbog vertikalnog pomicanja broda (dizanja i spuštanja) koja nastaje uslijed plime i oseke dolazi do promjena na opterećenju veza. Zbog toga u slučaju dizanja broda (plima) nastaju dodatna opterećenja uzrokovana uzgonom broda. U slučaju spuštanja broda (oseka), konopi olabave i brod počinje "šetati", što za posljedicu može imati udaljavanje broda od obale, zalet broda zbog drugih sila, uzrokujući tako nova opterećenja i kidanje konopa. Slična situacija se javlja kad brod uronjava ili izronjava zbog ukrcaja i iskrcaja tereta. Da bi se spriječili mogući negativni utjecaji i moguće posljedice koje nastaju ovakvim djelovanjem, vez broda se stalno mora kontrolirati i podešavati ručno ili pomoću odgovarajućih vitala.



1. Što se podrazumijeva pod pojmom sidrenje i kako se izvodi taj manevar?
2. Što sve spada u opremu za sidrenje?
3. Opiši sidreni uređaj broda.
4. Što je to sidrište; koje uvjete mora ispunjavati dobro sidrište?
5. Kakav je nanos morskog dna najbolji za sidrenje?
6. Na kojim se dubinama brodovi sidre, koliko se na pojedinim dubinama uza lanca ispušta?
7. Što je lazni to prostor; kakav je lazni prostor broda usidrenog s jednim, a kakav broda usidrenog s dva sidra?
8. Objasni sile koje djeluju na sidro i sidreni lanac dok je brod usidren.
9. Koje je pripremne radnje potrebno izvršiti prije sidrenja?
10. O čemu ovisi izbor točke sidrenja, kako se prilazi točki sidrenja?
11. Opiši obaranje sidra.
12. Kako se vrši straža za boravka broda na sidru i koje su dužnosti časnika straže?
13. Opiši način dizanja sidra i napuštanja sidrišta.
14. Kako se izvodi manevar sidrenja s dva sidra?
15. Koje su prednosti, a koji nedostaci sidrenja s dva sidra?
16. Kad brod može uploviti u luku?
17. O čemu je potrebno voditi računa prilikom uplovljenja u luku i koje je pripreme potrebno izvršiti?
18. Na koji način brod s jednim vijkom pristaje uz obalu po lijepom vremenu:
 - a) na stranu izboja
 - b) na stranu suprotnu izboju
19. Opiši način isplovljavanja broda s jednim vijkom po lijepom vremenu za brod privezan:
 - a) na stranu izboja
 - b) na stranu suprotnu izboju
20. Kako brod s jednim vijkom pristaje uz obalu kad vjetar puše:
 - a) uzduž obale u pramac
 - b) uzduž obale u krmu
21. Objasni manevar isplovljavanja broda s jednim vijkom kad vjetar puše uzduž obale u pramac (u krmu).
22. Kako brod s jednim vijkom pristaje uz obalu kad vjetar puše prema obali:
 - a) bez upotrebe sidra
 - b) korištenjem sidra
23. Kako brod s jednim vijkom izvodi manevar isplovljenja ako vjetar puše ka obali?
24. Kako brod s jednim vijkom pristaje uz obalu ako vjetar puše od obale?
25. Kako izgleda manevar isplovljenja broda s jednim vijkom kad vjetar puše prema obali?
26. Kako brod s dva vijka izvodi manevar pristajanja uz obalu?
27. Kako brod s dva vijka izvodi manevar isplovljavanja?

28. Što su lučki tegljači, čemu služe i koje su karakteristike suvremenog tegljača?
29. Opiši manevar pristajanja broda uz obalu pomoću jednog tegljača.
30. Kako brod privezan uz obalu isplovljava pomoću jednog tegljača?
31. Kako brod izvodi manevar pristajanja uz obalu pomoću dva tegljača?
32. Koji brodovi koriste više tegljača kod pristajanja (isplovljenja)? Opiši taj manevar.
33. Opiši manevar pristajanja na plutaču, vez na plutaču i manevar isplovljenja s plutače.
34. Što je to četverovez i kako se izvodi taj manevar:
 - a) pomoću oborenog jednog sidra
 - b) s dva sidra
 - c) s pramcem vezanim na plutaču

4. Manevriranje brodom u posebnim uvjetima

Brod se pri plovidbi veoma često može naći u teškim, a nerijetko i pogibeljnim situacijama. Takve okolnosti i stanja nastaju najčešće u posebnim i izvanrednim slučajevima, kao što su: požar na brodu, prodor vode, sudar, nasukavanje, teško nevrijeme, spašavanje ljudi iz mora, napuštanje broda, i sl. U takvim izvanrednim trenucima potrebno je poduzeti stručne, a veoma često i energične mjere da bi se spasili brod i ljudi. Upravo pravovremen, pravilno i stručno izveden manevar, odnosno poduzete mjere će značiti spas, a u slučaju paničnog i nestručnog reagiranja će biti, nažalost, obratno. Radi uspješnosti rečenog je potrebno često simulirati određenu situaciju i **redovito održavati vježbe za slučaj požara na brodu, spašavanja ljudi na moru** (vježba: čovjek u moru) i **napuštanja broda**. Sve radnje u vezi toga su regulirane odredbama *Međunarodne konvencije o zaštiti ljudskih života na moru - SOLAS^{vii}*.

Odredbe konvencije nalažu da se vježbe napuštanja broda, gašenja požara i spašavanja moraju izvršavati na svakom putovanju i najmanje jedanput mjesečno. Podatak o izvršenim vježbama se obavezno upisuje u brodski dnevnik.

Pogibeljna situacija po brod i ljude, kao što je već rečeno, uglavnom nastaje nakon sudara, požara, nasukavanja i prodora vode. Da bi se u takvim slučajevima ublažile posljedice i omogućilo izvršavanje najdjelotvornijih radnji, potrebno je znati kakav je manevar potrebno poduzeti u slučaju:

1. požara na brodu
2. prodora vode
3. sudara
4. nasukavanja
5. spašavanja ljudi na moru
6. napuštanja broda

4.1. Manevriranje brodom u slučaju požara

Požar na brodu je česta pojava koja, ukoliko se na vrijeme ne otkrije i ne ugasi, često ima za posljedicu gubitak broda, a nažalost i ljudskih života.

Najlakše je ugasi požar u začetku, pa se radi toga na brodovima postavljaju uređaji za rano otkrivanje i dojavu požara.

Uzroci požara na brodu mogu biti različiti, a najčešći su: nepažnja, nestručno rukovanje teretom, otvorena vatra, kratki spoj na električnim instalacijama, kemijske reakcije pojedinih tereta, itd.

S obzirom da se požar na brodu obrađuje kroz druge nastavne predmete (zaštita na radu, itd.), u ovom će se odjeljku pozornost usmjeriti na manevriranje brodom u slučaju izbijanja požara.

Ako požar izbije na otvorenom moru, treba poduzeti takav manevar koji će najbolje djelovati na sprječavanje širenja vatre i olakšati posadi kretanje po brodu pri gašenju požara. Tu se prije svega misli na postavljanje broda u najbolji položaj (kurs) s obzirom na vjetar i valove. Radi toga se treba držati sljedećih načela:

Ukoliko je požar izbio na vanjskom djelu broda, a brod je plovi, treba ga okrenuti niz vjetar jer vjetar pogoduje raspirivanju vatre i širenju požara. Da bi se olakšalo kretanje ljudi, brod treba postaviti i držati u onom kursu u kojem će najmanje valjati.

Ako je požar izbio u unutrašnjosti broda, treba spriječiti dovod zraka. Radi toga je potrebno:

- kod prirodnog provjetravanja okrenuti vjetrolovke niz vjetar i na njih postaviti kape
- kod umjetnog provjetravanja odmah treba isključiti ventilatore i na usise zraka postaviti poklopce ili kape

Brodovi koji imaju parni pogon često koriste paru kao sredstvo gašenja požara. U slučaju izbijanja požara na takvom brodu, potrebno je smanjiti brzinu kako bi se veće količine pare mogle koristiti za gašenje požara. Ipak, brzina treba biti tolika da kormilo dobro sluša i da se može upravljati brodom.

Za gašenje požara u zatvorenim prostorijama se često koristi CO₂. Kod korištenja CO₂ za gašenje požara treba prethodno prostor potpuno zatvoriti, nakon čega ljudstvo treba napustiti prostoriju, a tek tada, kad smo potpuno sigurni da u prostoriji nema nikoga, pustiti CO₂.

Ako se požar gasi morskom vodom, nekad će biti potrebno u skladišta ubaciti velike količine morske vode. Pri tome treba voditi računa o plovnosti i stabilnosti broda zbog utjecaja novih težina i slobodnih površina. Ukoliko je izbio požar, a brod se nalazi u blizini obale, ponekad će biti razumno brod nasukati na pogodnom mjestu i naplaviti ga.

Ako su vlastita sredstva za gašenje požara nedostatna, treba zatražiti pomoć drugih brodova, po mogućnosti brodova posebno opremljenih za gašenje požara (tegljača).

4.1.1. Zaštitne mjere od požara za vrijeme boravka broda u luci

Za vrijeme boravka broda u luci (na terminalu) se moraju poštivati sva pravila vezana za sigurnost broda u slučaju opasnosti. Nakon što je brod privezan, zapovjednik broda mora stupiti u vezu s predstavnicima terminala radi:

- upoznavanja s pravilima terminala u vezi sa sigurnošću
- dogovora u načinu povezivanja (komuniciranja) i pozivanja pomoći u slučaju požara
- dogovora o poduzimanju akcija s obje strane u slučaju požara
- dogovora o mjestima određenim za pušenje

Kod brodova za prijevoz opasnih i lako zapaljivih tereta prilikom dolaska na terminal protupožarne cijevi moraju biti razmotane i spojene na glavni cjevovod. Za vrijeme dok brod u luci krca ili iskrcava opasan i lako zapaljiv teret, potrebno je održavati spremnost za rad glavnog pogonskog stroja, kormilarskog uređaja i ostale opreme za manevriranje kako bi brod mogao što prije napustiti luku i udaljiti se od mjesta priveza u slučaju iznenadne opasnosti. Ne smije se ništa popravljati (zavarivati) bez dozvole nadležnih organa lučkih vlasti.

^{vii} "SOLAS (Safety Of Life At Sea) - međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru. Konvencija je donesena prvi put 1914, nakon potonuća putničkog broda "Titanic" 1912.

Za sve vrijeme ukrcaja/iskrcaja opasnih i lako zapaljivih tereta i boravka broda na terminalu moraju biti uspostavljene komunikacijske veze između broda i obale. Dužnost je zapovjednika broda da upozna časnike i ostale članove posade s vrstom tereta koji se krca i o mogućoj opasnosti i u vezi s tim da zahtijeva odgovarajući način ponašanja, poduzimanja i provođenja svih mjera predostrožnosti. Na brodovima koji krcaju/iskrcavaju i prevoze opasne i lako zapaljive terete se strogo zahtijeva korištenje tzv. kontrolnih lista (engl. checking lists). Ove su liste veoma važne u provođenju svih mjera sigurnosti. U njima se po točkama navode određene radnje u vezi s provjerom i provođenjem mjera predostrožnosti prije dolaska na terminal, prije početka ukrcaja ili iskrcaja, kao i za vrijeme boravka broda na terminalu.

Za sve vrijeme dok brod u luci ukrcava ili iskrcava lako zapaljivi teret na dobro uočljivim mjestima moraju biti postavljeni istaknuti natpisi o zabranjenom pušenju. Strogo je zabranjeno i opasno koristiti predajne antene radara i radio stanica. Sva protupožarna oprema mora biti uvijek spremna za korištenje, protupožarne cijevi razmotane i priključene na hidrante, a glavni protupožarni cjevovod pod tlakom. Cjevovodi za teret i bunker moraju biti uzemljeni i premošteni. Na dimnjacima moraju biti postavljene metalne zaštitne mreže protiv iskrenja. Brod mora biti sigurno privezan. Siz mora biti ispravno postavljen i na njemu mora biti stalna straža. Užad za tegljenje na pramcu i na krmu mora biti postavljena do nivoa mora da bi je tegljač mogao prihvatiti u slučaju opasnosti i potrebe hitnog napuštanja terminala. Brod mora biti spreman isploviti i napustiti luku u bilo koje vrijeme. U vezi s tim, minimalan broj posade mora uvijek biti na brodu.

4.2. Manevriranje brodom u slučaju prodora vode

Na trgovačkim brodovima prodor vode najčešće nastaje kao posljedica sudara brodova, sudara broda s ledenom santom ili kao posljedica nasukavanja. Prodor vode može nastati i kao posljedica naprezanja brodske konstrukcije u nevremenu, posebno ako je brod nestručno krčan u vezi s raspoređivanjem težine u uzdužnom smislu. Uzroci prodora vode mogu biti i oštećenja koja nastaju zbog eksplozije.

Sudar brodova obično rezultira teškim strukturalnim oštećenjima, a posljedica toga su najčešće veliki otvori na oplati, što nerijetko uzrokuje brže ili sporije potonuće jednog, a katkad i obaju brodova. Slično se događa i kod sudara broda s ledenom santom.

Osnovna mjera sigurnosti koje se danas mora provoditi po propisima *Međunarodne konvencije o zaštiti ljudskih života na moru (SOLAS)* je pregrađivanje broda. Prema toj konvenciji, kao zaštitu za slučaj prodora vode brodovi moraju imati dvodno koje štiti brod u slučaju probijanja dna.

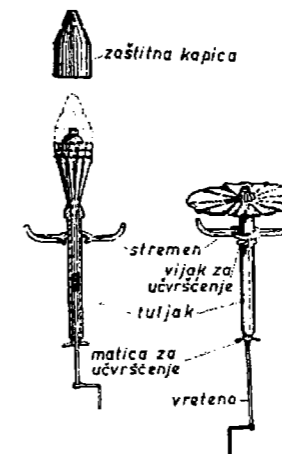
Za sprječavanje prodiranja vode u slučaju sudara, brodovi moraju imati protusudarne pregrade na pramcu u slučaju oštećenja pramca i pregradu krmenog pika u slučaju oštećenja kreme. Osim spomenutih pregrada, brod mora imati pregrade koje dijele strojarnicu od ostalih prostora. Pregrade su okomito postavljene i sežu od dna do glavne palube.

Pored ovih pregrada, konvencija propisuje i druge pregrade prema zahtjevu proračuna nepotopivosti posebno za svaki pojedini brod, ovisno o njegovoj namjeni. Kod brodova za prijevoz suhih tereta se obično ne zahtijevaju uzdužne pregrade, osim na brodovima za prijevoz rasutih tereta. Konvencija uz propise o pregrađivanju propisuje i djelotvoran drenažni sustav s odgovarajućim sisaljka da bi se prodrli voda mogla izbacivati.

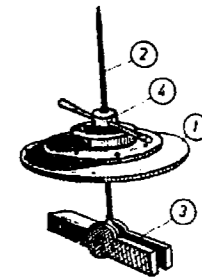
Za zatvaranje manjih oštećenja (rupa), na brodovima se koriste drveni čepovi raznih veličina. Nakon začepljivanja i šuperenja se preporučuje cementiranje oštećenog dijela zbog što djelotvornijeg zatvaranja do dolaska broda u luku i popravljivanja oštećenja.

Osim drvenih čepova, na ratnim brodovima se koriste i tzv. patentni čepovi, najčešće tipa Douglas (slika 118) ili Wood (slika 119).

Slika 118 Patentni čep tipa Douglas

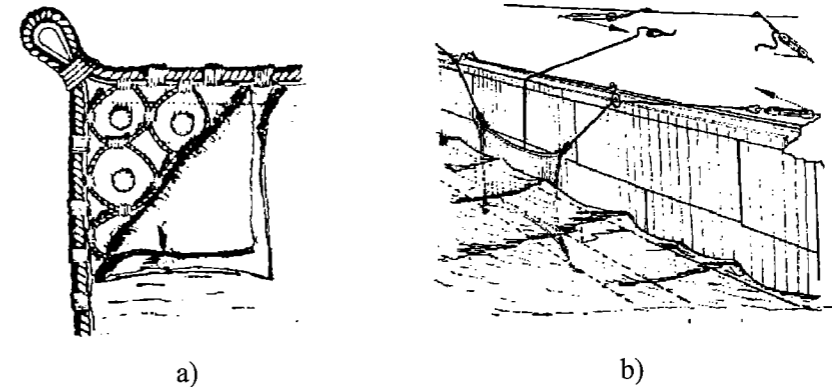


Slika 119 Patentni čep tipa Wood



- 1-čelična ploča
- 2-beskonačni navoj
- 3-preklopna poluga
- 4-pritezna matica

Za zatvaranje većih otvora se koriste i prodorne ponjave. Prodorne ponjave su naprave izrađene od čvrstog platna (jedrenine) između kojih se kao u sendviču nalazi čelična mreža napravljena od čelik-čela ili prstenova (slika 120). Prodorne ponjave se izrađuju u raznim veličinama (3 x 3 m, 4,5 x 4,5 m, pa čak i 6 x 6 m).

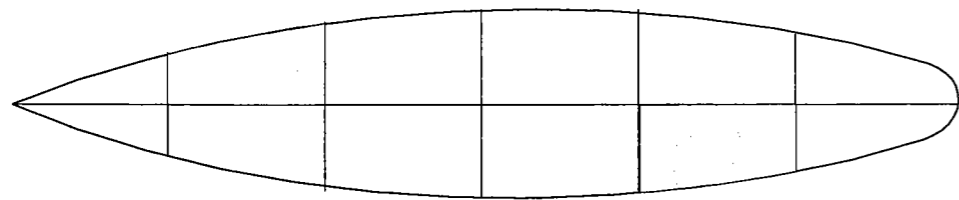


Slika 120 Protuprodorna ponjava
a) izrada ponjave b) postavljanje ponjave

Ponjava se postavlja pomoću škota provlačenjem od pramca, a rjeđe od kreme do mjesta prodora vode. Na mjestu prodora ponjava će se zbog djelovanja jakog vanjskog tlaka čvrsto priljubiti uz oplatu broda. Hoće li brod potonuti u slučaju prodora vode ili ne ovisi o:

- mjestu prodora
- veličini otvora, tj. o količini vode koja prodire u brod
- prostoru koji će zbog prodiranja biti naplavljen

Ako je oštećenje nastalo na dvodnu, bit će naplavljen dotični tank dvodna, posljedica čega će biti nagib broda, promjena trima i veći gaz. Nagib se može ispraviti punjenjem tanka dvodna na suprotnoj strani ako to neće ugroziti plovnost broda (slika 121).



Slika 121 Izravnavanje broda za slučaj prodora vode punjenjem tanka na suprotnoj strani

Ako voda prodre u skladište, posljedice mogu biti i gubitak broda. Kakve će posljedice imati prodiranje vode u skladište, ovisi o otvoru i količini vode koja prodire u brod. Količina vode koja prodire u brod može se proračunati po formuli:

$$q = A\sqrt{2gh} \dots\dots\dots(13)$$

U formuli je:

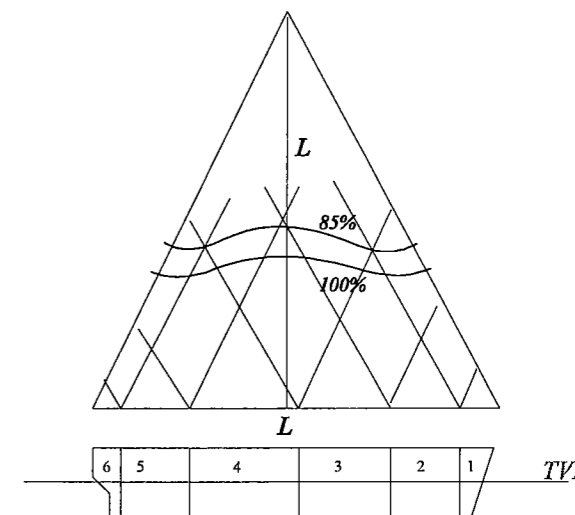
- A - površina otvora
- g - akceleracija sile teže (9,81 m/s)
- h - udaljenost otvora od VL

U slučaju prodora vode je važno brzo zaključiti kakve će posljedice za brod značiti prodor vode. Pri tome treba znati:

1. **Prodor vode neće uzrokovati teže posljedice ako je kapacitet sisaljki veći od količine vode koja prodire u unutrašnjost broda.**
2. **Prodor vode neće imati ozbiljne posljedice ako je do prodiranja došlo u tankove dvodna ili u prostor ispred (iza) sudarne pregrade. Takav prodor će uzrokovati naginjanje i/ili promjenu trima.**
3. **Prodor vode neće uzrokovati potonuće dobro pregrađenog broda (tankera, brodova za prijevoz spremnika-kontejnera, i sl.). Kod brodova za prijevoz spremnika, svaki spremnik predstavlja posebnu uzgonsku i pregradnu jedinicu.**
4. **Prodor vode obično neće imati za posljedicu potonuće broda ako su brodska skladišta puna laganog i volumenoznog tereta, i obratno.**

Navedeni čimbenici i pokazatelji su veoma važni jer će se na osnovi njih donijeti pravilne odluke o sprječavanju prodora vode zatvaranjem otvora, izravnavanju broda punjenjem suprotnih tankova dvodna, nasukavanju broda ukoliko je obala u blizini (da bi se spriječilo potonuće broda) ili o napuštanju broda. Jedan od najboljih pokazatelja posljedice prodora vode predstavljaju *krivulje naplavljenosti* (slika 122).

Krivulje omogućavaju zapovjedniku broda brz uvid u broju odjeljenja koja mogu na određenoj plovnoj VL biti naplavljena, a da brod ostane u plovnom stanju. Pomoću tih krivulja vrlo brzo i pouzdano će se utvrditi kakve će posljedice za brod imati prodor vode u dotično skladište (odjeljenje), što je osobito važno za donošenje već spomenutih važnih odluka. Krivulja može biti više, a svaka se odnosi na određenu VL. Za praktične svrhe na teretnim brodovima je najvažnija krivulja koja se odnosi na *teretnu vodnu liniju* (TVL)^{viii}. Krivulje izrađuje tehnički ured brodogradilišta i daje ih brodu na upotrebu. Pokazatelj naplavljenosti je tzv. *faktor naplavljenosti*. On u postocima izražava omjer između naplavljenog volumena i ukupnog volumena nekog prostora. U stvari, faktor naplavljenosti nam govori koliki volumen može ispuniti voda ako prodre u dotični prostor. Voda može ispuniti samo onaj prostor koji nije popunjen teretom. Zato će naplavljeni volumen biti uvijek manji od 100% za skladište u kojem ima tereta. Za različite terete je različit i faktor naplavljenosti. Za teret drva iznosi 35%, za brašno u vrećama 29%, za strojarnicu 85%, za tankove tekućeg tereta 0%, itd. Pokazatelj toga hoće li brod ostati u plovnom stanju je vrh trokuta na slici. Naime, ukoliko vrh trokuta povučeno s određenog (određenih) odjeljenja pada ispod krivulje, brod će ostati u plovnom stanju.



Slika 122 Krivulje naplavljenosti

4.3. Manevriranje brodom u slučaju sudara na moru

Sudar brodova na moru se najčešće događa kao posljedica ljudske pogreške. Ova pomorska nezgoda je učestalija u područjima gustog prometa, slabe vidljivosti, ali se često događa i u "normalnim okolnostima" zbog nemara i nepažnje.

Sudar je vrlo često posljedica nepoduzimanja pravilne i djelotvorne radnje za izbjegavanje sudara na vrijeme. Radi toga manevar izbjegavanja sudara mora biti blagovremen i efikasan. U protivnom, kasno poduzet manevar dovodi brod u tzv. "agoniju sudara" (elgl. "in extremis"). To je situacija u kojoj se sudar može izbjeći samo ako oba broda poduzmu prikladan manevar, što je malo vjerovatno s obzirom na to da u "agoniji sudara" postupci često nisu racionalni.

Pri sudaru brodova su posljedice najčešće velika strukturalna oštećenja, što vrlo često uzrokuje potonuće jednog ili oba broda uz brojne žrtve.

Kod teških sudara do potonuća dolazi relativno brzo, pa je skraćeno vrijeme za smireno, pravilno i uspješno napuštanje broda. Upravo radi toga, najveće pomorske tragedije s mnogo žrtava su se dogodile kao posljedica sudara. Do bržeg potonuća dolazi kod brodova koji imaju manje pregrada, a uz to su nakrcani teškim teretom, tj. u slučaju kad je prostor za teret relativno prazan, a brod nakrcan do TVL.

Osnovne mjere sigurnosti u tom smislu provode se za vrijeme gradnje broda, a te mjere propisuje *Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru* - SOLAS. Odredbe ove konvencije, ovisno o tipu, vrsti i namjeni broda, propisuju njegovo pregrađivanje.

^{viii}Teretna vodna linija (TVL) je presjecište vanjskog oblika brodskog trupa s razinom mora kada na kojoj plovi potpuno nakrcan i opremljen brod.

Radi sprječavanja i smanjenja rizika sudara u područjima gustog prometa, *Međunarodna pomorska organizacija - IMO*^{ix} je regulirala plovību tim područjima uvođenjem shema odvojene plovību putem *Međunarodnih pravila o izbjegavanju sudara na moru*.

U slučaju sudara pri kojima su brodovi pretrpjeli velika i teška strukturalna oštećenja potrebno je voditi računa o sljedećem:

1. Prodiranje vode u unutrašnjost broda će biti manje dok je brod pramcem u trupu drugog broda jer je otvor koji je prouzročio sudarom relativno dobro zatvoren. Radi toga nije razumno odmah voziti krmom i odvojiti se od broda s kojim smo se sudarili, osim ako se radi o brodovima s opasnim i zapaljivim teretom. Takav čin može prouzročiti brže potonuće broda s bočnim otvorom.
2. Ako je sudar takav da će posljedica biti potonuće broda, potrebno je čim prije oglašiti uzbunu. Nakon toga treba bez panike organizirati napuštanje broda. Posadu treba uključiti u radnje prema rasporedu za uzbunu oko pripremanja i spuštanje sredstava za spašavanje, a na putničkim brodovima u radnje na organiziranju i pružanju pomoći putnicima za uspješno napuštanje broda.

Brod koji je u sudaru prošao s manje oštećenja i u plovnom je stanju mora učiniti sve da pruži pomoć posadi i putnicima broda koji tone.

4.4. Nasukavanje broda i manevar odsukavanja

Nasukavanje broda je slučaju kojem brod sa svojim dnom dotakne morsko dno i ostane na njemu. Nasukanje može biti namjerno ili hotimično i nenamjerno ili slučajno. Namjerno nasukavanje zapovjednik broda primjenjuje da bi izbjegao veće štete na brodu i teretu, a često i da spasi brod od potpunog uništenja (na primjer, kod prodora vode da spasi brod od potonuća na velikoj dubini ili prilikom požara radi gašenja naplavlivanjem, itd.).

Kod namjernog nasukavanja oštećenja na brodu obično nisu tako velika kao kod nenamjernog nasukavanja jer zapovjednik broda u takvoj situaciji bira najpogodnije mjesto na kojem će brod nasukati. Osim toga, brzina broda kod namjernog nasukavanja je najčešće minimalna da bi se izbjegle veće štete.

Nenamjernom nasukavanju su najčešće uzroci loše vremenske prilike, ljudska greška, (najčešće nautička) ili kvar na stroju.

Kad se brod nasuče, gubi sposobnost kretanja, a time i manevriranja. Kao posljedice nasukavanja, na brodu nastaju oštećenja podvodnog dijela brodskog trupa s ili bez prodora vode, veliki nagib, prevrtanje, a nekad i potonuće broda. Ponekad može doći i do oštećenja vijka i kormila. Kolika će i kakva sve oštećenja nastati, ovisi o vrsti morskog dna na kojem se brod nasukao, dubini na i oko mjesta nasukavanja, brzini broda u trenutku nasukavanja te o vremenskim prilikama za vrijeme, ali i nakon nasukavanja.

Često prilikom nasukavanja dolazi do prevrtanja broda zbog smanjenja ili potpunog gubitka pozitivne stabilnosti broda. Ovakva opasnost je veća za vrijeme jakog nevremena s velikim valovima. Do prevrtanja može doći ako se brod nasukao za vrijeme plime na neravnom dnu u području s velikim amplitudama plime i oseke. Kad prijete opasnost od prevrtanja, potrebno je što prije napustiti brod.

Kad se brod nasuče na pjeskovito ili muljevito dno, njegov će trup pretrpjeti manja oštećenja s eventualnom deformacijom oplata, ali obično bez prodora vode, dok su kod nasukavanja broda na kamenitom dnu oštećenja veća, najčešće s probijanjem dna i prodorom vode.

^{ix}International Maritime Organisation (IMO) - Međunarodna pomorska organizacija.

4.4.1. Mjere koje treba poduzeti za odsukavanje broda

Obično će kod nasukavanja zapovjednik broda (najčešće instinktivno) vožnjom svom snagom po krmi pokušati odsukati brod.

Takav manevar nije dobar i može završiti s teškim posljedicama iz sljedećih razloga:

- Ako se uspije odsukati, brod ipak može potonuti čim dođe na veću dubinu zbog velikog podvodnih oštećenja oplata i prodora vode.
- Vožnja krmom može uzrokovati dodatna oštećenja na trupu, na vijku i na kormilu zbog novog položaja broda i izboja krme.

Zbog navedenog se ne smije voziti krmom prije nego se "snimi" situacija. Najbolje je odmah zaustaviti stroj, a kormilo ostaviti u položaju u kojem je bilo u trenutku nasukavanja.

Kad se brod nasukao, treba učiniti sljedeće:

1. Proučiti položaj nasukanog broda, što podrazumijeva radnje oko utvrđivanja nanosa morskog dna i dubina oko broda. Poželjno je označiti ih na skici (crtežu).
2. Treba izračunati visinu vode u trenutku nasukavanja broda, vrijeme i visinu nastupa sljedeće visoke vode.
3. Treba izračunati visinu vode u trenutku nasukavanja broda, vrijeme i visinu nastupa sljedeće visoke vode.

Proračun težina se vrši na osnovi poznatog gaza prije nasukavanja i gaza nakon nasukavanja na sljedeći način:

pomoću srednjeg gaza T_s iz tablica (skale) ili dijagrama se izvade odgovarajući deplasmani broda prije i nakon nasukavanja. Gaz broda prije nasukavanja je poznat. Gaz u zadnjoj luci odlaska je umanjen za razliku utroška goriva i zaliha. Tom gazu odgovara deplasman broda prije nasukavanja D_1 . Gaz broda se očita nakon nasukavanja te se na osnovu novog gaza iz tablica (skale) dobije novi deplasman D_2 . Razlika tih dvaju deplasmana daje težinu kojom brod leži na morskom dnu:

$$t_1 = D_1 - D_2 \dots\dots\dots (14)$$

Ako brod zbog nasukavanja ima i prodor vode, tom iznosu valja pribrojiti i težinu vode t_2 koja se proračuna:

$$t_2 = V \cdot \gamma \dots\dots\dots (15)$$

Ako je brod nakon odlaska iz zadnje luke bio više dana na putovanju, u račun obavezno treba uvrstiti promjenu gaza, odnosno deplasmana zbog potrošenog goriva i zaliha.

Ovaj proračun je važan je da bi se znalo koliko je potrebno rasteretiti brod radi lakšeg odsukavanja.

Nakon analize svih navedenih čimbenika se može sigurnije zaključiti, a time i donijeti odluku o tome na koji način odsukati brod, tj. može li se brod odsukati:

- samostalno, koristeći se svojim raspoloživim sredstvima
- pozivanjem u pomoć drugih brodova i tegljača

U jednom i u drugom slučaju je poželjno brod rasteretiti te mu dati potreban trim i nagib. Rasterćenje se mora vršiti stručno, prema proračunu trima. Rasterćenja se mogu izvršiti:

- iskrcavanjem ili prebacivanjem balasta
- iskrcavanjem ili prebacivanjem dijela tereta ako je nasukani brod nakrcan
- iskrcavanjem opreme,

iskrcavanjem ili prebacivanjem zaliha (pogonskog goriva, pojne i pitke vode)

Ako se je nakon pregleda broda utvrdi da nema prodora vode, da je morsko dno povoljno, da je krma slobodna te da ispod i iza ima dovoljno dubine, a nakon svih obavljenih priprema, može se pristupiti odsukavanju broda vlastitim sredstvima. Započeti treba u vrijeme nastupa visoke vode. Strojevi se upućuju povremeno "svom snagom krmom". Dug rad strojevima se ne preporučuje ako je dno muljevito ili pjeskovito zbog opasnosti od oštećenja stroja muljem i pijeskom koji se unosi kroz usisne košare. Osim toga, na taj se način dodatno "zatrpava" brod muljem koji vijak potiskuje pod brod prema pramcu. Ako se samo radom strojeva brod ne može izvući, mogu se iznijeti sidra prema krmi i njihovim uvitlavanjem istovremeno s radom stroja dodatno pripomoći odsukavanju. Osim toga, sidra i lanci će na taj način dodatno rasteretiti pramac. Sidra se prema krmi mogu prenositi brodskim dizalicama (samaricama).

Ako se ovakvim pokušajem ne uspije brod odsukati, treba pristupiti dodatnom rasterećenju.

Prvo rasterećenje je iskrcavanje balasta. Treba iskrcati balast iz onih tankova koji će brod najviše rasteretiti i dati mu najbolji trim. Brodovi koji mogu ukrcati velike količine balasta ponekad će samim iskrcavanjem balasta zaplivati. Radi toga je razumno, kadgod se plovi uz obalu pri lošem ili maglovitom vremenu, imati pune tankove balasta.

Ukoliko se nakon svih pokušaja brod ne uspije odsukati vlastitim snagama, treba zatražiti pomoć. Prije dolaska brodova spasilaca treba pripremiti za to potrebnu opremu (tegljeve, konope, čelik-čela, lance, i sl.).

Poželjno je da se brod koji dolazi u pomoć najprije usidri na najpogodnijem mjestu s obzirom na smjer izvlačenja prema raspoloživim dubinama. Nakon što se brod usidrio na dovoljnoj udaljenosti sa što većim ispuštom lanca, daje (ili prima) tegalj nasukanom brodu. Uvitlavanjem sidrenog lanca se dobro nategne tegalj, a nakon toga počinje istodobno vožnja strojevima oba broda. Ako brod koji pruža pomoć nije usidren, poželjno je da pogodnim manevrom, na primjer, vožnjom desno-lijevo čak i do bočnog položaja, pokuša pokrenuti nasukani brod.

Kad u manevru odsukavanja sudjeluje više brodova (tegljača), dobro je da se jedan, obično slabiji, upotrijebi za davanje tzv. "prvog impulsa". Dok drugi tegljači neprestano voze, taj će tegljač zavesti "svom snagom" na olabavljenom slobodnom teglju. Zalet tegljača na slobodnom teglju je vrlo važan jer bi bez takvog početnog impulsa bilo teško pokrenuti brod. Pri tome treba računati na mogućnost pucanja teglja, što se često događa kod ovakvih manevara. Zbog toga je potrebno da ljudstvo bude u zakloništu. Nakon toga, kad se brod pokrene ostalim tegljačima, neće biti teško konačno izvlačenje broda.

Ako se ni nakon ovakvog pokušaja brod ne uspije odsukati, a na njemu ima tereta, potrebno je prići tzv. glavnom rasterećenju, tj. prekrcavanju tereta na druge brodove ili u maone.

Navedena uputstva i radnje vrlo često će dati dobre rezultate, ali, nažalost, ne i svaki put.

Kod težih nasukavanja poduzimanje svih radnji oko odsukavanja broda mora biti u dogovoru s brodarom i osigurateljem.

4.5. Spašavanje ljudi na moru

Spašavanje na moru je čin pružanja pomoći i spašavanja ljudi u pogibelji. Ta situacija nastupa kad s broda padne u more netko od posade ili putnika, kad se brod topi zbog nevremena, sudara, nasukanja te ako na brodu izbije požar ili prodor vode većih razmjera radi čega ga je potrebno napustiti.

Ljudi se mogu spašavati sredstvima vlastitog broda, sredstvima i pružanjem pomoći drugih brodova, zrakoplovima, helikopterima ili sredstvima za spašavanje obalnih stanica.

Na teretnim i putničkim brodovima većim od 500 BT koji obavljaju međunarodna putovanja sredstva za spašavanje ljudi na moru moraju biti usklađena s odredbama SOLAS - konvencije. Izmjenama SOLAS -

konvencije 1983. godine bitno su promijenjene ranije odredbe i uvedena su značajna unapređenja u pogledu sredstava za spašavanje te komunikacijske opreme.

4.5.1. Sredstva za spašavanje vlastitog broda

Sredstva za spašavanje koja postoje na svakom brodu su propisana odredbama *Međunarodne konvencije o zaštiti ljudskih života na moru - SOLAS*. Ova sredstva možemo podijeliti na:

- zajednička sredstva za spašavanje
- osobna sredstva za spašavanje

U zajednička sredstva za spašavanje spadaju brodice i splavi za spašavanje s odgovarajućom količinom hrane, pitke vode i propisanom opremom te spasilačke brodice. Osim toga, u zajednička sredstva za spašavanje spadaju pirotehnička sredstva, sredstva za pozivanje u pomoć (rakete na mostu, baklje, bacala konopa, sredstva za lokaciju (EPIRB i SART^x)) te sredstva za komunikaciju. Od opreme za komunikaciju na brodovima postoje sljedeća sredstva i uređaji:

- sredstva satelitske komunikacije standarda A,B,C
- radiotelex (NBDP)
- radiotelefonski uređaj srednjeg (MF-DSC) i velikog dometa (HF-DSC)
- VHF-DSC radiotelefonski uređaj
- radiotelefonski autoalarm
- prijenosni VHF radio uređaj, (dvosmjerni radiotelefon - 3 kom.)

Koja od sredstava za komunikaciju i pozivanje pomoći brodovi moraju imati, ovisi o području plovidbe. Sva svjetska mora podijeljena su u četiri područja:

- A1 - do udaljenosti 30 Nm od obale, domet VHF uređaja
- A2 - do udaljenosti 100 Nm od obale, pokrivenost srednjevalne frekvencije (MF)
- A3 - od $\varphi = 70^\circ N$ do $\varphi = 70^\circ S$ (zemljopisne širine), pokrivenost satelitskih komunikacija
- A4 - ostala svjetska mora

U osobna sredstva za spašavanje spadaju prsluci za spašavanje, koluti (pojasi) za spašavanje i hidro- i termozaštitna odijela.

Za uspješno spašavanje pomoću vlastitih sredstava brodsku opremu treba pravilno održavati i stalno provoditi vježbe prema rasporedu za uzburu. Sva oprema za spašavanje mora biti u ispravnom stanju prije početka putovanja i spremna za korištenje u svakom trenutku tijekom putovanja. Održavanje i pregled sredstava i opreme mora biti redovito i temeljito, prema uputstvima. Svaki pregled, zamjenu i održavanje opreme je potrebno unijeti u za to predviđen dnevnik koji propisuje SOLAS.

- Jednom na tjedan mora se obaviti vizualna kontrola brodice i splavi za spašavanje, spasilačkih brodice i opreme za spuštanje. Najmanje jedanput tjedno treba uputiti pogonski stroj u brodicama i isprobati opći (generalni) alarm.
- Mjesečni pregled predviđa pregled cjelokupne opreme, inventara brodice za spašavanje i spasilačkih brodice prema popisu opreme.
- Jednom godišnje pneumatske splavi i hidrostatske kuke moraju na pregled stručnog servisa^{xi}.

^xEPIRB (Emergency Position Indicator Radio Beacon),

SART (Search And Rescue Radar Transponder)

^{xi}Hidrostatske kuke su posebne naprave koje oslobađaju splavi ili EPIRB plutaču s tonećeg broda na određenoj dubini (4,5m), ako ih se nije oslobodilo ručno.

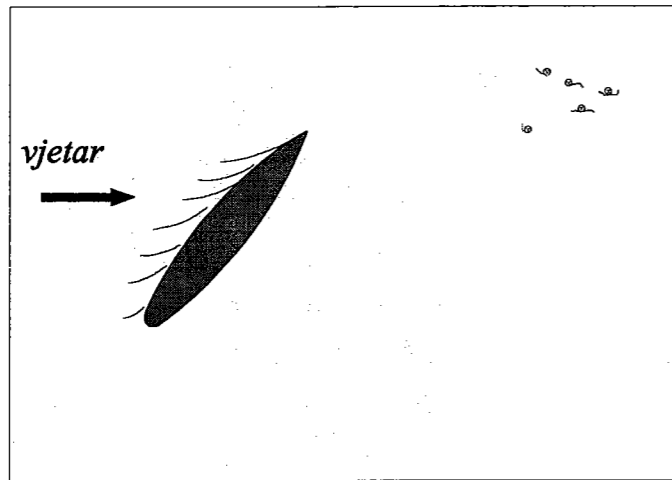
- Posebnu pozornost valja posvetiti čelik-čelima na opremi za spuštanje brodica i splavi. U tu svrhu svakih 30 mjeseci im se okrenu krajevi, a svakih 5 godina treba ih zamijeniti novima.
- Svi pomični dijelovi moraju biti čisti, nauljeni i podmazani.

4.5.2. Spašavanje pomoću drugih brodova

Za lijepog vremena i mirnog mora brod spasavalac ima više mogućnosti i uspjeh akcije je veći. Nažalost potpuno mirno more i lijepo vrijeme u godini je rijetkost, pa dizanje preživjelih iz mora nekad može biti dosta teško.

Nema jednostavnog načina ili službene doktrine za slučajeve kako prići utopljenicima u svim uvjetima, već to ovisi o prevladavajućim okolnostima od slučaja do slučaja.

Iskustva su pokazala da je utopljenicima moguće prići na sljedeći način: brod-spasilac se postavi u privjetrinu u odnosu na utopljenike i prepusti se da ga vjetar lagano nosi sa zaustavljenim strojevima (slika 123).



Slika 123
Spašavanje utopljenika
(prilaz broda spasioca)

Za teškog mora prilaziti treba tako da vjetar i valovi dolaze s četvrtine krme (u krmeni kvartir) i postaviti se tako da utopljenici ostanu u zavjetrini. Ovakav način smanjuje valjanje i moguće opasnosti za utopljenike i spasioce.

Ako se utopljenici nalaze u brodici ili na splavi koje vjetar brže nosi nego brod, brodom se treba postaviti niz vjetar, prepuštajući da brodica odnosno splav sama dođe do broda nošena vjetrom. Ovakav način također sa sobom nosi određeni rizik. Posebno se mora paziti da se brodica ili splav ne prevrne ili snažno udari o brod zbog valjanja broda.

Drugi uspješan način prilaznja je taj da brod lagano vozi. Kad brod u laganoj vožnji prođe pored utopljenika, dobacuje plutajuće konope s kolutima ili gumenim prstenima. To može ponoviti nekoliko puta i kružiti oko utopljenika sve dok se uspješno ne obavi spašavanje.

Koluti za spašavanje i plutajući konopi trebali bi biti uočljive boje. Kadgod je kruženje potrebno ponoviti, preporučljivo je utopljenicima baciti kolut s dimnim signalom i svjetlom radi lakšeg uočavanja i ponovnog dolaska na isto mjesto.

Često su utopljenici tako iznemoćali od hladnoće i/ili dugog boravka u vodi da nisu u stanju uhvatiti bačeni konop. U takvom slučaju, izvježbani i najbolji plivač treba skočiti, doplivati do utopljenika i pomoći mu. Plivač mora biti toplo odjeven i obavezno vezan konopom oko pojasa jer u protivnom i on može postati osoba koju treba spašavati.

U mnogo slučajeva je spašavanje praćeno raznim nesrećama. To se najčešće događa potjecenivanjem vremenske situacije, zbog brzopletosti i kod nepromišljenog i nestručnog rukovanja i manevriranja. Ponekad spasavaoci s najboljim namjerama griješe u pružanju pomoći klonulim i bespomoćnim utopljenicima. Izloženost moru i vremenu i dehidracija najveća su opasnost za utopljenike. Za tako iscrpljene osobe dodatnu opasnost kod spašavanja predstavlja velika silina valova, što kod spašavanja prouzrokuje posebne teškoće i rizike. Spašavanje osoba iz brodica ili splavi može biti izuzetno složena i opasna operacija. Mnogo je ljudskih života bespotrebno izgubljeno zbog žurbe i nestrpljenja u trenutku kad su spasioci bili na mjestu spašavanja.

Posebno je važno uspostaviti komunikaciju između brodica (splavi) i spasilaca.

Ukoliko je vjetrovito vrijeme, a more uzburkano, najbolje je da brod spasilac napravi zavjetrinu brodici. Manevar će biti olakšan ako brodica ima motorni pogon. Kad se brodica i brod dovoljno približe, treba brodici dobaciti (spravom za bacanje konopa) tegalj.

Najrizičniji trenutak je onaj u kojem se brodica približi brodu zbog udaranja brodice o brod. Tada može doći do gnječenja ili sličnih ozljeda kod pokušaja da se čovjek obrani od udarca.

Na brodu spasiocu treba postaviti konopce do vodene linije za koje će se brodica privezati. Nije dobro brodicu ili splav privezati za čvrsti dio broda jer zbog valjanja broda (uzdizanja i spuštanja) može doći do prevrtanja brodice.

Posebnu teškoću predstavlja penjanje ljudi uz jakovljice na brod dok valja. Povrijeđene i iscrpljene osobe valja podizati mrežom.

Sve rečeno treba imati u vidu kod spašavanja. S tim u vezi, posadu broda koji pruža pomoć spašavanja treba unaprijed pripremiti na sve mogućnosti i potencijalne opasnosti kako bi se akcija uspješno odvijala i konačno sretno završila.

4.5.3. Manevar: čovjek u moru

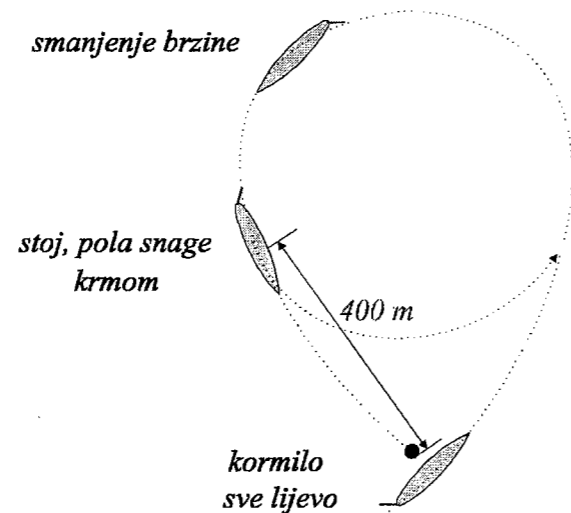
Ni kod ovog načina spašavanja nema standardnog načina spašavanja zbog mnogostruko različitih situacija. Radi toga je svaka akcija specifična i zahtijeva različit pristup. Ipak, načelno se mogu odvojiti dva slučaja:

- manevar punog okreta
- Williamsov manevar

Ako je čovjek pao u more s broda i netko od posade ili putnika je to primijetio, dužan je što prije o tome izvijestiti zapovjednički most. Odmah je potrebno baciti kolut za spašavanje, po mogućnosti kolut s dimnim i svjetlosnim signalom.

Dimni, odnosno svjetlosni signal će osigurati promatranje s broda, čime se omogućava točan dolazak broda na mjesto pada. Osim toga, omogućit će čovjeku lakše održavanje na površini, naročito ako je more valovito. Najbrži dolazak broda na mjesto utopljenika je tzv. *manevar punog okreta* (slika 124).

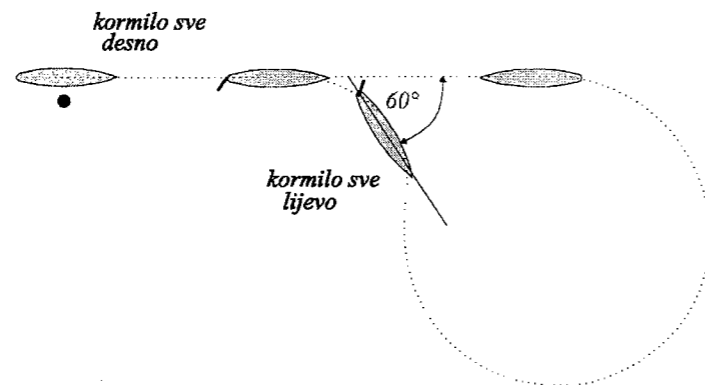
On se primjenjuje kad se s zapovjedničkog mosta uoči pad čovjeka u more. Kormilo je u tom trenutku potrebno otkloniti sasvim na stranu na koju je pao utopljenik. Na taj će se način krma i vijak udaljiti od utopljenika.



Slika 124
Spašavanje utopljenika
(manevar punog okreta)

Kad se dođe do utopljenika, podizanje utopljenika iz mora na brod se može obaviti tako da mu su dobaci kolut s konopom s pramca. Ponekad, a pogotovo ako se radi o velikom brodu, bit će potrebno spustiti brodicu i njome obaviti spašavanje.

Najčešće se događa da u trenutku pada čovjeka u more nitko od posade ili putnika pad, odnosno nestanak čovjeka s broda nije primijetio, a od trenutka pada do saznanja o tome je proteklo određeno vrijeme. U takvoj situaciji najtočniji dolazak na mjesto pada utopljenika omogućava izvođenje posebnog, tzv. *Williamsovog manevra* (slika 125).



Slika 125
Spašavanje utopljenika
(Williamsov manevar)

Da bi se ovaj manevar uspješno izvršio i brod se vratio u protukurs i na istu brazdu, treba najprije otkloniti kormilo sasvim udesno (ili sasvim ulijevo) dok brod ne promjeni prijašnji kurs za 60° (na slici $90^\circ + 60^\circ = 150^\circ$). Nakon toga se prebacuje kormilo sasvim na suprotnu stranu dok brod ne dođe u protukurs. Pravilno izvršenje ovog manevra omogućuje brodu prilično točno vraćanje na mjesto pada utopljenika. Vježbanje ovog manevra je omogućeno bacanjem u more dobro uočljivog predmeta (prazne bačve). Spomenuti kut (60°) nije jednak za sve brodove, već se kreće između 50° i 70° . Brodovi velike tonaže pri izvođenju Williamsovog manevra moraju prebaciti kormilo već pri promjeni kursa za otprilike 40° . Koliko će iznositi taj kut za konkretan brod, najbolje će se odrediti upravo vježbanjem ovog manevra na otvorenom moru.

4.6. Raspored za uzbunu i napuštanje broda

Za vrijeme mirnog mora, lijepog i toplog vremena i danju je napuštanje broda lakše. Tako idealne okolnosti prava su rijetkost. Pomicanje tereta, prodor vode, sudari, požari i nasukavanja su najčešći uzroci napuštanja broda koji uglavnom nastaju u teškim vremenskim i navigacijskim uvjetima. Kad nastupe takve okolnosti, napuštanje broda je najčešće zadnji čin. Naredba za napuštanje broda je neopoziva odluka, najčešće poduzeta u neprirodnim uvjetima, onda kada je svaki prethodni čin za spas posade i broda postao uzaludan.

Uspjeh napuštanja broda najviše ovisi o trenutku i vremenu kad je ono započeto. Osim što je važno procijeniti pravi trenutak za napuštanje koje ne smije biti poduzeto prekasno, treba uzimati u obzir i moguće posljedice preranog napuštanja broda. Poznat je primjer broda tipa "Liberty" oštećenog (s napuknućem palube) u oluji na sjevernom Atlantiku. Brod je proveo tri dana u borbi s nevremenom. Nakon stižavanja vremena je brod prosljedio do najbliže luke. Četvrtog dana, vremenski izvještaj je nagovještavao pogoršanje vremena pa je zapovjednik donio odluku o napuštanju broda. Tako napušteni brod je ostao u plovnom stanju i nasukao se na Hebridskim otocima. Iako nije krajnje izvjesno, zaključci sugeriraju da bi brod sigurno stigao u luku zakloništa da nije napušten.

Razmak vremena između odluke o napuštanju broda i samog čina napuštanja je najvažniji. Ako vremena ima dovoljno, stvarne pripreme mogu se uredno i smireno obaviti. Naravno, ovdje bi trebalo uključiti i vrijeme za odašiljanje radio poruke pogibelji. Ako je odgovor na poruku pogibelji (engl. distress) dobiven, činjenicu treba obznaniti svakom utopljeniku u brodicu i na splavi. Potrebno je odrediti i zabilježiti točnu poziciju broda te azimut i udaljenost od najbližeg kopna. Sa sobom treba ponijeti pilotsku kartu, navigacijsku kartu, sekstant, kronometar, radio, almanah, signalne lampe, navigacijske tablice, računalo, itd.

Česti su slučajevi da je zbog nagnuća broda onemogućeno kretanje po brodu, a time i dolazak na palubu brodica za spašavanje. Osim toga, ponekad ljudi ostanu odsječeni u prostorijama iz kojih je teško ili nemoguće izaći kad se brod nagne. Također se često događa da se zbog panike i nedovoljnog poznavanja broda pogotovo u mraku ljudi ne mogu snaći i pronaći izlaz iz prostorija. Zato je odmah po ukrcanju na novi brod potrebno naučiti najlakši put iz svoje prostorije do mjesta okupljanja prema rasporedu za uzbunu.

U slučaju sudara ili eksplozije je moguće naplavlivanje prostora kroz koje voda prolazi ili da su odsječene stepenice koje se obično koriste. Zbog toga bi svaki pomorac morao dobro poznavati svoj brod. Takvo upoznavanje najbolje se stječe vježbanjem koje treba provoditi redovito u različito doba danju i noću. Vrhunsko stanje uvježbanosti za slučaj napuštanja broda može dati samo vježba. Za uspješno napuštanje broda treba istaknuti sljedeće:

1. Kadgod je moguće, čovjek treba napustiti brod toplo odjeven i bez teške obuće.
2. Kad su uobičajeni putovi i prolazi odsječeni, onaj tko bolje poznaje sve izlaze ima daleko veće izgleda da izađe na palubu.
3. Ako se može birati, napuštanje broda je bolje na strani privjetrine, odnosno s pramca ili krme gdje je brod manje uronjen.
4. Kad brod ima bočni nagib, treba ga napustiti sa strane manje uronjene u vodu.
5. Skakanje s palube tonećeg broda s velikim nadvođem je popraćeno poteškoćama, što se može izbjeći ako se napušta brod pomoću jakovljca, mreža, konopa, i sl. Ako je ikako moguće, treba silaziti, a ne skakati.
6. Ako se mora skakati, onda je dobro skočiti na noge s ukrućenim tijelom i čvrsto držeći prsluk.
7. Kad se skače s broda, a uokolo je izlivena nafta koja gori, treba skakati prema strani od vjetra. Treba zatvoriti nos i usta jednom rukom, a drugom zatvoriti oči. Prije skakanja treba udahnuti dosta zraka i plivati što je moguće dalje ispod površine. Kad je potrebno izroniti i ponovno udahnuti,

treba staviti ruke na glavu te rukama odbaciti (zapljusnuti) more da bi se plamen na tren odstranio. Dok se kreće površinom, utopljenik treba nastojati plivati okrenut leđima prema vjetru. Treba zauzeti položaj leđima prema vjetru i prilikom svakog ponovnog izronjavanja radi uzimanja zraka. Ovo treba ponavljati dok se ne dođe do područja koje nije zahvaćeno vatrom.

8. Kad se čovjek nađe u moru napuštajući brod, treba plivati što dalje nastojeći se udaljiti od broda koji tone barem 150 do 200 m.
9. Nakon što se je utopljenik dovoljno udaljio od broda, treba lagano plivati ili čekati da dođe do čamca ili splavi za spašavanje.
10. Treba sačuvati što više snage za moguće veće, nepredviđene napore.
11. Treba se držati na okupu, a sve čamce i splavi treba povezati.
12. Nužno je stvoriti povoljnu i optimističku atmosferu. Svakom članu posade treba dati posebno zaduženje. Takva zaduženja su korisna zbog podizanja morala i samopouzdanja kod ljudi, što je važan čimbenik za preživljavanje na moru.

4.6.1. Raspored za uzbunu

Rasporedom za uzbunu se propisuje postupak na brodovima za slučaj nastupa izvanrednih okolnosti koje prijete ljudima i brodu. Da bi se spriječila neorganiziranost u takvim situacijama,

Za sve osobe na brodu se propisuju dužnosti, točne upute i postupci u slučaju nastupa raznih opasnosti (požar, prodor vode, čovjek u moru i napuštanje broda). Primjeri rasporeda za uzbunu moraju biti postavljeni na pogodno odabranim mjestima na brodu (hodnicima, nastambama, strojarnici i zapovjedničkom mostu). U svakoj kabini (pored uzglavlja kreveta) moraju biti postavljena pojedinačna uputstva o dužnostima članova posade za slučaj požara i napuštanja broda. Na putničkim brodovima takva uputstva i odredbe o mjestu okupljanja moraju biti ispisana na nekoliko jezika. Osim toga, na propisanim mjestima moraju biti istaknuta i uputstva (slikom) o načinu oblačenja prsluka za spašavanje. Raspored za uzbunu mora sadržavati opis signala za napuštanje broda i način izdavanja naredbi o napuštanju broda. Svaki raspored za uzbunu mora sadržavati dužnosti članova posade, uključujući:

- zatvaranje vodonepropusnih vrata
- opremanje brodica, splavi i ostalih sredstava za spašavanja
- pripremu i spuštanje brodica za spašavanje
- okupljanje putnika
- korištenje radio opreme
- rukovanje opremom za protupožarnu zaštitu
- posebne dužnosti vezane za gašenje požara

U rasporedu za uzbunu valja odrediti časnike zadužene za održavanje sredstava za spašavanje i protupožarne opreme. Moraju biti navedene zamjene za ključne osobe, imajući u vidu da razne opasnosti zahtijevaju poduzimanje raznih akcija.

SOLAS konvencija propisuje odredbe koje se moraju provoditi za slučaj takvih opasnosti. Prema odredbama *SOLAS konvencije*, svaki raspored za uzbunu mora sadržavati odredbe koje slijede.

Moraju biti navedene i dužnosti članova posade vezane za pomoć putnicima u slučaju opasnosti, kao što su:

- upozoravanje putnika
- provjera opreme putnika, uključujući pravilno oblačenje prsluka za spašavanje
- okupljanje putnika na za to predviđenim mjestima
- održavanje reda u prolazima i hodnicima

Raspored za uzbunu mora biti pripremljen prije odlaska broda na putovanje.

Raspored za uzbunu mora odobriti nadležna vlast.

4.6.2. Vježbe napuštanja broda

Mnogo je ljudskih života izgubljeno zbog nepoznavanja korištenja sredstava za spašavanje i zbog panike. Učestalim provođenjem i uvježbavanjem postupaka u slučaju raznih opasnosti se takvi gubici mogu spriječiti. Zbog toga *SOLAS konvencija* (glava III, pravilo 18) propisuje obvezu uvježbavanja postupaka za slučaj požara na brodu i napuštanja broda. Prema tim odredbama, svaki član posade mora sudjelovati bar jedanput mjesečno u jednoj vježbi napuštanja broda i u vježbi gašenja požara. Ukoliko se promjeni više od 25% članova posade, vježba se mora obaviti 24 sata nakon isplovljavanja. Na putničkim brodovima vježba okupljanja putnika na za to predviđenim mjestima se mora provesti 24 sata nakon ukrcaja putnika. Tijekom vježbe, putnike valja obučiti kako koristiti prsluk i upoznati ih s radnjama u slučaju opasnosti. Takva radnje se provode na putničkim brodovima svakog tjedna.

Vježba napuštanja broda mora sadržavati sljedeće radnje:

- na dati signal za napuštanje broda okupiti putnike na predviđenim mjestima
- provjeriti jesu li putnici upoznati s postupkom i radnjama prema rasporedu za uzbunu
- provjeriti imaju li putnici i posada odgovarajuću odjeću i obuću
- provjeriti jesu li prsluci za spašavanje ispravno navučeni i privezani
- izvršiti pripreme za spuštanje brodica za spašavanje
- spustiti u more barem jednu brodicu za spašavanje uz pokretanje pogonskog stroja
- izvršiti sve pripreme za spuštanje splavi sohama ili dizalicam
- kontrolirati svjetla iz napajanja za nuždu prilikom svake vježbe

Prilikom svake sljedeće vježbe valja spuštati drugu brodicu da bi tijekom tri mjeseca svaka brodica za spašavanje bila jedanput u moru. Preporučuje se da se vježbe spuštanja brodica provode dok brod ne plovi. Obučavanje članova posade treba obaviti u prva dva tjedna. Svaku provedenu vježbu i njen opseg je potrebno evidentirati u brodski dnevnik ili u poseban dnevnik. Ukoliko vježba nije održana u određenom roku ili u potrebnom opsegu, u dnevnik treba unijeti razloge neodržavanja.

4.6.3. Priručnik za vježbe

Priručnik za vježbe mora imati svaki brod. Priručnik može biti sastavljen i u audio-vizualnom obliku. U priručniku moraju biti objašnjene radnje i data sljedeća upustva:

- oblačenje prsluka za spašavanje i termozaštitnih odjela
 - okupljanje i smotra na označenim mjestima
 - ukrcaj, spuštanje i oslobađanje plovila za spašavanje
 - rasvjeta u nuždi
 - upotreba opreme za preživljavanje
 - upotreba uređaja za radio pozicioniranje
 - upotreba radiostanice za nuždu
 - upotreba lijekova
 - upotreba, upućivanje i rukovanje pogonskim strojem
 - podizanje plovila za spašavanje
 - opasnost od hladnoće
 - spašavanje helikopterima i drugim obalnim sredstvima
 - objašnjenje postupaka iz rasporeda za uzbunu
 - upustva za popravak sredstava za spašavanje u nuždi.
- Sve vježbe se moraju obavljati prema uputama iz priručnika.

4.6.4. Brodski alarmni sustav

Brodski alarmni sustav služi za uzbunjivanje putnika i članova posade u slučaju napuštanja broda, požara na brodu i davanje znaka uzbune "čovjek u moru".

- Poziv na uzbunu i okupljanje na zborna mjesta (za slučaj neposredne opasnosti i napuštanja broda) se označava s najmanje sedam kratkih signala, nakon čega slijedi jedan dugi signal pomoću brodske sirene ili zviždaljke, a zatim neprekidnom zvonjavom električnog zvona.
- Požar na brodu se označava ponavljanjem kratkog i dugog zvučnog signala.

Alarmni sustav mora emitirati znak za uzbunu pomoću brodske zviždaljke ili sirene, ali i električnim zvonom ili klaksonom. Sustav pored glavnog napajanja mora imati i napajanje u nuždi, a aktiviranje je omogućeno sa zapovjedničkog mosta ili s ostalih strategijskih mjesta na brodu. Alarm se mora čuti u svim nastambama za posadu i putnike i u svim prostorijama za svakodnevni boravak.

Signali kojima se traži pomoć kad brodu prijete ozbiljna i neposredna opasnost se upotrebljavaju po naredbi zapovjednika. Na otvorenom moru, daleko od ostalih brodova, signali i pozivi se uvijek šalju radio telefonijom, radio teleksom, EPIRB i SART uređajima. Međutim, ako u području ili na vidiku ima i drugih brodova, tada se upotrebljavaju i optički i zvučni signali, a to mogu biti :

- rakete s padobranom koje daju narančasto-crvenu svjetlost
- prskalice koje stvaraju crvene zvjezdice
- neprekidni zvuk spravom za davanje zvučnih signala
- paljenje otvorene vatre ili dimni signal narančaste boje
- pokreti rukama gore-dolje
- četvrtasta zastava ispod koje je signalno tijelo oblika kugle
- pucanj ili drugi eksplozivni signal ispaljen svake minute



1. Kakav manevar treba poduzeti slučaju izbijanja požara na brodu pri plovidbi?
2. Što treba poduzeti ako je požar izbio u unutrašnjosti broda?
3. O čemu treba voditi računa kod gašenja požara morskom vodom?
4. Kakav se manevar može poduzeti u slučaju požara ako se brod nalazi u blizini obale?
5. Koje mjere predostrožnosti treba poduzeti za boravka u luci dok brod ukrcava ili iskrcava lako zapaljivi teret?
6. Što je zapovjednik broda dužan dogovoriti s nadležnim lučkim organima po dolasku broda u luku u kojoj će se krcati ili iskrcavati lako zapaljivi teret?
7. Koje dodatne mjere treba poduzeti kad brod krca/iskrcava lako zapaljivi teret?
8. Koje odredbe propisuje SOLAS konvencija protiv prodora vode?
9. Što se koristi na brodovima za zatvaranje manjih otvora, a što neki brodovi (ratni i putnički) koriste za zatvaranje većih otvora?
10. O čemu ovisi plovnost i sigurnost broda u slučaju prodora vode?
11. Nabroji nekoliko slučajeva u kojima neće biti ugrožena plovnost broda.
12. Što je faktor naplavljivosti?
13. Što su krivulje naplavljivosti i kako se koriste?
14. Koje je mjere potrebno poduzeti u slučaju sudara kod kojih su brodovi pretrpjeli velika strukturalna oštećenja?
15. Na koji je način regulirana plovidba u područjima gustog prometa radi sprječavanja sudara na moru?
16. Objasni pojam nasukavanja broda - namjernog i nenamjernog.
17. Kakve su posljedice namjernog, a kakve nenamjernog nasukavanja?
18. Koje je radnje potrebno poduzeti neposredno nakon nasukavanja?
19. Na koji se način može proračunati težina kojom brod leži na morskom dnu?
20. Koje je sve predradnje potrebno izvršiti prije početka odsukanja?
21. Kako se brod može odsukati korištenjem vlastitih sredstava?
22. Kako se vrši rasterećenje broda? Opiši redosljed.
23. Opiši način odsukavanja broda uz pomoć drugih brodova.
24. Koja sredstva za spašavanje poznaješ?
25. Nabroji posebno zajednička, a posebno osobna sredstva za spašavanje.
26. Što predstavlja garanciju uspješnog spašavanja?
27. Kako se vrši spašavanje i pružanje pomoći od strane broda spasioca?
28. Opiši manevar čovjeka u moru i dolazak broda do utopljenika izvođenjem:
 - a) manevra punog okreta
 - b) Williamsovog manevra
29. Što je raspored za uzbunu i što je sve njime predviđeno?
30. Zašto i kako se moraju provoditi vježbe prema rasporedu za uzbunu?
31. Koje sve radnje mora sadržavati vježba napuštanja broda?

32. Kako je sastavljen i čemu služi priručnik za vježbe?
33. Što obuhvaća, kako i kad se koristi brodski alarmni sustav?
34. Kako se oglašava uzbuna na brodu za slučaj:
 - a) napuštanja broda
 - b) požara na brodu
 - c) čovjeka u moru

1574/02
302502 ep. 1200/03
62,00 29,00

L I T E R A T U R A

1. B.Biočić, V.Jurić, Tegljači, Brodospas , Split, 1974.
2. Ivo Buljan; Manevriranje brodom, Zagreb, 1982.
3. I.Buljan, D.Medić, V.Stipanović, Pomorstvo, Split, 1955.
4. P.Mardešić, I.Buljan, Pomorska enciklopedija , Zagreb, 1978.
5. Mr. M. Russo, Pomorac, Split, svibanj 1997.
6. Mr. M. Russo, Naše more, Dubrovnik, (3-4)/96.
7. A.I. Simović, Terestrička navigacija, Zagreb, 1993.
8. Prof. Dr. Alice Vučinić, Hidromehanika broda - Otpor broda u mirnoj vodi, Rijeka, 1983.
9. Damir Zec, Rukovanje sredstvima za spašavanje, Rijeka, 1990.
10. Capt. C. Baptist, Tanker Handbook for deck officers, Glasgow, 1969.
11. Dr. C B Barrass, F.R.N.A. Liverpool Polytechnic, Manoeuvring, Nov. 1979.
12. John W. Chanslor, Survival At Sea, U.S. Naval Oceanografic Office, Washington, 1972.
13. Capt.R.S.Crenshaw, Naval Shiphandling, U.S.Naval Institute, Maryland, 1972.
14. Mascenik, EXXON, Shipboard Mooring Guide, ožujak 1976.
15. Prof. Giuseppe Sorrentino, Manovra Navale, Padova, 1960.
16. Maritime Centre Warsash, Shiphandling Training Course Notes, siječanj 1997.
17. Tugs/Salvage/Offshore, Ship & Boat International, siječanj/veljača 1988.
22. Pomorska enciklopedija, Zagreb, 1985.