

# Vapoare și nave

*În trecut, majoritatea navelor și bărcilor se construiau din lemn și abia prin 1790 au apărut primele nave din fier. Cu un secol mai târziu, pe șantierele navale se construia cu oțel.*

Cu aproximativ 200 de ani în urmă se anunța că urma să se construiască o navă din fier. Mulți oameni s-au temut că acest nou tip de vas se va scufunda, deoarece fierul este mult mai greu decât lemnul. Totuși, capacitatea unui vas de a pluti depinde de raportul dintre greutatea și volumul său. Indiferent cât de greu ar fi un vas, el va pluti dacă volumul său este destul de mare. Un bloc solid de fier nu plutește pe apă, dar același bloc poate fi transformat

într-un corp de navă care va pluti, deși are aceeași greutate ca blocul. Aceasta se întâmplă deoarece corpul navei are un volum mare în comparație cu greutatea sa.

## Dezlocuirea

Când un obiect este pus în apă, el dezlocuiește, sau împinge în afară, un anumit volum de apă. Acea apă era ținută în loc de către o forță ascensională produsă de apa din jur. Aceeași forță ascensională va acționa asupra unui obiect plasat în apă și, de aceea, va reduce greutatea aparentă a obiectului cu o cantitate egală cu greutatea apei dezlocuite.

Deci un obiect scufundat treptat în apă va fi supus la o forță ascensională ce crește constant, egală cu greutatea apei dezlocuite. În cazul unei bare de fier, chiar dacă e scufundată în întregime, forța ascensională va fi insuficientă pentru a o susține, de aceea ea se va scufunda. Însă dacă aceeași masă de fier are o formă voluminoasă,

atunci ea va dezlocui mult mai multă apă, ajungând să plutească la nivelul la care dezlocuiește propria sa greutate de apă.

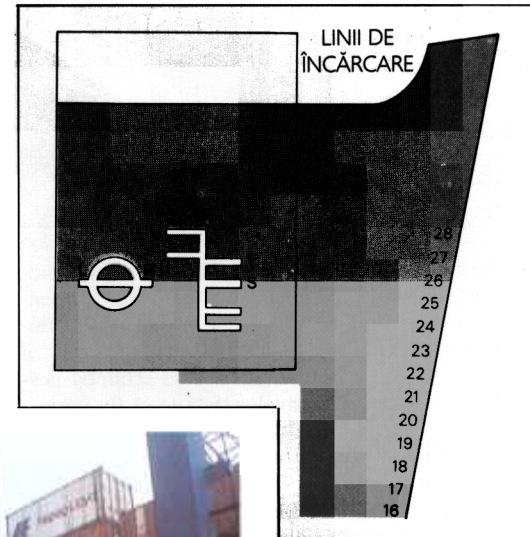
## Povara greutății

Să presupunem că acum se pune în barcă o mică încărcătură. Aceasta împinge barca în jos în apă până când corpul navei dezlocuiește un surplus suficient de apă pentru a asigura forța ascensională necesară pentru susținerea încărcăturii. Din nou barca va pluti la un nivel la care greutatea apei dezlocuite este egală cu greutatea totală a corpului plutitor. Dacă încărcătura este prea grea, barca nu atinge niciodată un punct în care să dezlocuiască destulă apă pentru a o susține și se va scufunda.

Pe mări agitate navele sunt supuse la solicitări foarte mari. Acestea apar pentru că forța ascensională de pe oricare parte a corpului navei depinde de înălțimea valurilor în acel punct. Acolo unde există o creastă de val, dezlocuirea efectivă



Un cargobot modern, semisubmersibil. Se inundă rezervoarele pentru a se scufunda nava până când doar suprastructurile de prora și pupă rămân deasupra suprafeței. Încărcătura (aici un alt vas) se lasă să plutească la bord și rezervoarele se golesc prin pompare. Pe măsură ce nava urcă, ea ridică și încărcătura.



“Bosanka” este o navă clasificată drept cargobot de mărfuri uscate generale. Asemenea nave transportă o gamă largă de mărfuri.



Linii de încărcare, sau semne Plimsoll, pe o parte a unei nave arată adâncimile până la care poate fi scufundată aceasta fără probleme, pentru diferite mări. Numerele de pe prora arată pescajul navei.

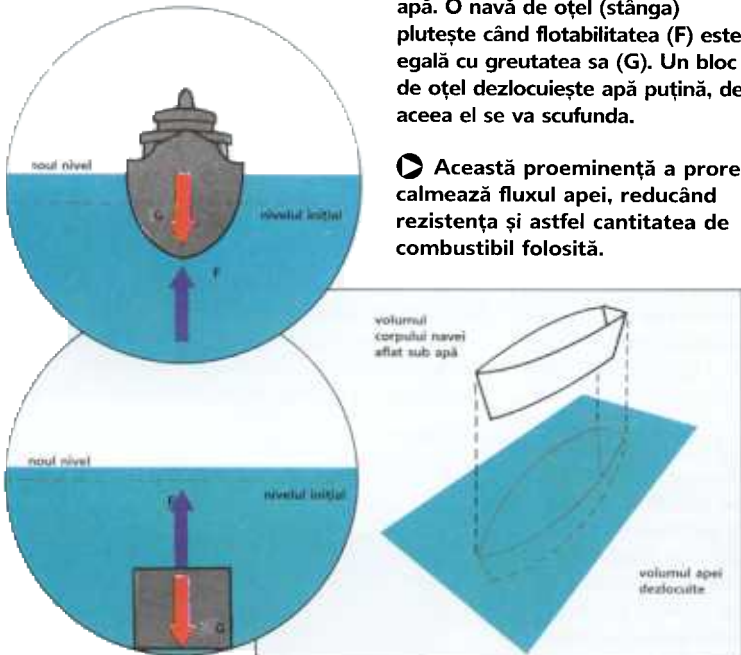
Navele rezervor transportă marfă în corpul și pe puntea lor. Când nava ajunge la destinație, rezervoarele se transferă pe autocamioane (insertje). Rezervoarele standardizate reduc timpul necesar încărcării și descărcării.





**FLOTAȚIA**

forța ascensională este egală cu greutatea apei dezlocuite;



La încărcare, partea roșie a corpului navei (sus) se află sub apă. O navă de oțel (stânga) plutește când flotabilitatea (F) este egală cu greutatea sa (G). Un bloc de oțel dezlocuiește apă puțină, de aceea el se va scufunda.

Această proeminență a prorei calmează fluxul apei, reducând rezistența și astfel cantitatea de combustibil folosită.



Fliedler-Werft Alsengeprodachtschiff

de apă este cea mai mare, deci și forța ascensională din acel loc este cea mai mare. Forța ascensională minimă se găsește la concavitățile valurilor. Pe mările agitate, forța ascensională variază pe lungimea corpului navei și se schimbă permanent. Corpurile navelor trebuie să fie proiectate în așa fel încât să reziste la asemenea solicitări.

**Vârfuri și concavități**

Cele mai vitrege condiții pe mare apar atunci când un vas înaintează pe valuri la care distanța dintre vârfuri este egală cu lungimea navei. Dacă la fiecare capăt al navei este un val și la mijloc este o concavitate, forța ascensională de la capete este mult mai mare decât la mijloc. De aceea, mijlocul corpului navei tinde să coboare. Apoi, dacă la mijlocul corpului navei este un vârf și la fiecare capăt este o concavitate, capetele tind să se îndoaie în jos. În condiții extreme, aceste efecte pot uneori să rupă nava în două.

Multe nave sunt prea mici pentru a fi afectate de tensiuni de încovoiere puternice. Navele lungi sunt în cel mai mare pericol, și cargourile mari precum navele-cisternă mari și cargoboturile pentru marfă în vrac se fac relativ late, astfel încât raportul dintre lungimea și lățimea lor poate fi păstrat între limite rezonabile.

**Presiunea apei**

În afara acțiunii tensiunilor de încovoiere, corpurile navelor sunt supuse și la o presiune spre interior din partea apei. Această presiune crește o dată cu adâncimea și de aceea are un efect puternic asupra navelor cu un pescaj adânc – distanța dintre suprafața apei și fundul corpului

navei. Corpurile unor astfel de nave trebuie să fie extrem de puternice pentru a nu fi sfărâmate de presiunea apei. Alte forțe ce acționează asupra corpului unei nave provoacă efecte numite vibrație a corpului navei, datorită balansului și loviturilor repetate de valuri.

**Vibrațiile și loviturile de valuri**

În timp ce un vas se mișcă în sus și în jos pe o mare agitată, corpul navei la prora (în față) este supus la variații mari de presiune a apei. Când prora coboară, corpul navei în acel punct este împins spre interior. Apoi, în timp ce prora urcă, presiunea încetează. Mișcarea rezultată se numește vibrație datorită balansului. Ea apare pe tot corpul navei, dar este mai puternică la prora. De aceea, pentru a rezista la acest efect, corpul navei este întărit la prora.

Când se deplasează pe mări agitate, prorele multor nave sunt supuse și la forțele loviturilor repetate de valuri. Prora se ridică și se prăbușește pe apă repetat. Navele expuse la lovituri repetate de valuri sunt de obicei întărite pe aproximativ o treime din lungime de la prora.

Când o navă este supusă unor valuri venind dintr-o parte, adâncimea apei pe ambele laturi ale navei se schimbă continuu. Forțele inegale astfel produse de-a lungul corpului navei tind să îl deformeze. Pentru a contracara acest efect, numit împingere, structura internă a corpului navei este întărită în punctele în care traversele de pe lungul navei se întâlnesc cu laturile.

Stabilitatea unei nave sau a unei bărci depinde de poziția relativă a trei puncte imaginare – centrul de greutate, centrul de flotabilitate și metacentrul. Ne putem imagina

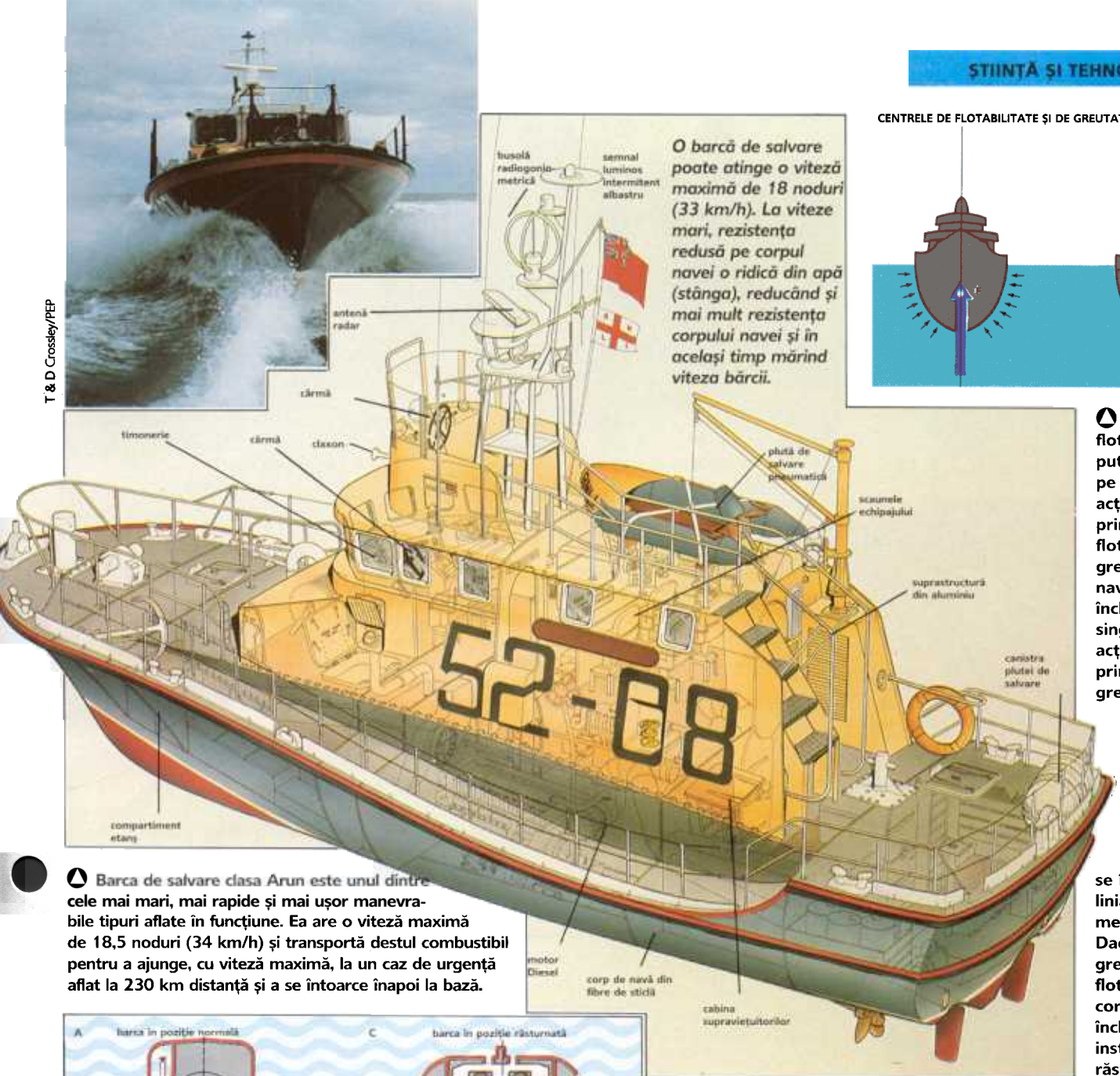
greutatea unei nave ca pe o singură forță acționând în jos, într-un punct numit centru de greutate. Iar flotabilitatea ne-o putem imagina ca pe o anumită forță acționând în sus într-un punct numit centru de flotabilitate. Când nava stă drept, centrul de flotabilitate este chiar sub centrul de greutate, ambele puncte fiind pe linia mediană.

Dacă acțiunea vântului sau a valurilor determină nava să se încline într-o parte, centrul de greutate rămâne neschimbat. Centrul de flotabilitate se mută, însă, de pe linia mediană spre partea inferioară a navei. Greutatea navei orientată în jos și forța de flotabilitate acționează apoi pentru a readuce nava în poziție dreaptă. Dacă nava se înclină transversal, linia verticală pe care acționează forța de flotabilitate se întâlnește cu linia mediană inițială într-un punct numit metacentru. Atâta timp cât acesta este deasupra centrului de greutate, nava este stabilă și va reveni în poziție dreaptă după înlăturarea forței ce determină înclinarea navei. Dacă cele două puncte coincid, forța de flotabilitate și cea a greutateii vor acționa direct una împotriva celeilalte. Astfel nu va exista o forță care să îndrepte nava și ea va rămâne înclinată.

**Stabilitatea**

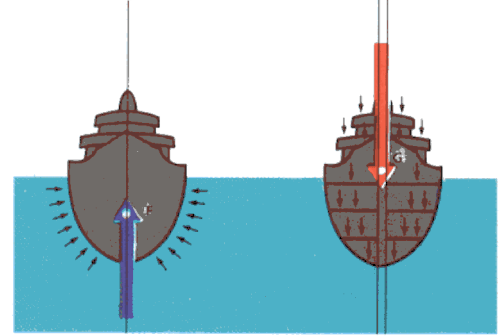
Dacă metacentrul se află sub centrul de greutate, atunci nava va fi instabilă. O dată ce nava începe să se încline, acțiunea greutateii și a flotabilității vor tinde să încline și mai mult nava putând să o răstoarne. Deși navele sunt proiectate să fie stabile, condițiile neobișnuite, precum supra-încărcarea, pot provoca instabilitate. Multe nave pot aștepta trecerea furtunilor, sau își pot

T & D Crossley/PEP



O barcă de salvare poate atinge o viteză maximă de 18 noduri (33 km/h). La viteze mari, rezistența redusă pe corpul navei o ridică din apă (stânga), reducând și mai mult rezistența corpului navei și în același timp mărinv viteza bărcii.

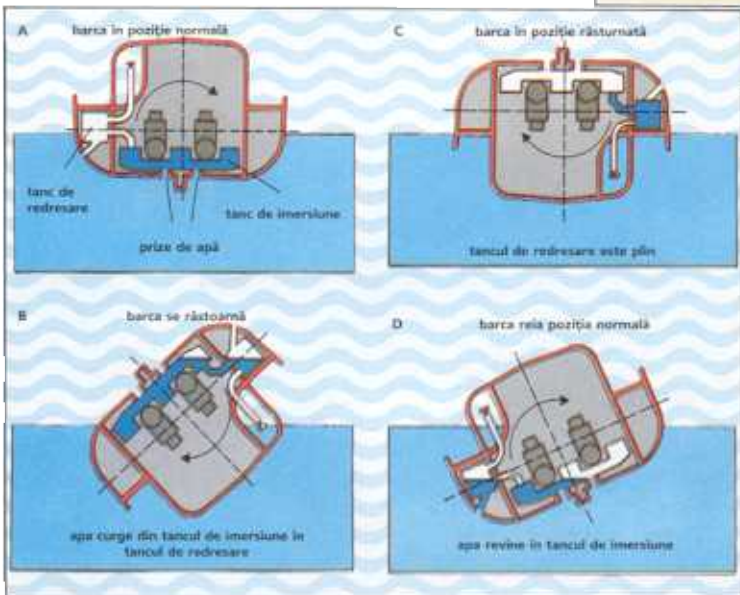
CENTRELE DE FLOTABILITATE ȘI DE GREUTATE



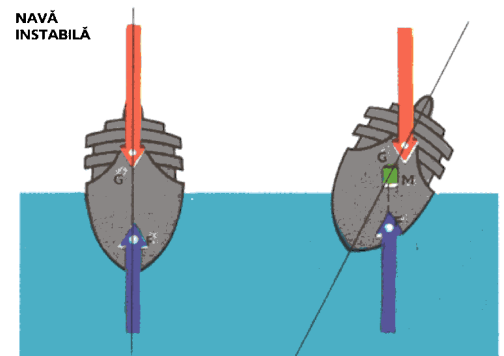
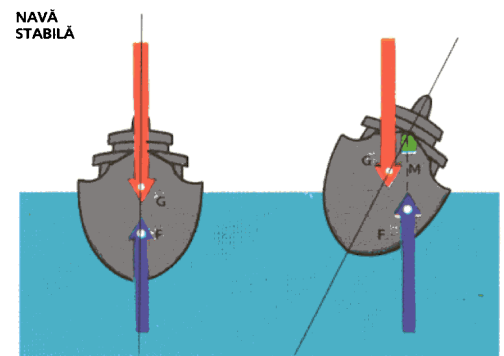
▲ Forțele de flotabilitate ni le putem închipui ca pe o singură forță acționând în sus prin centrul de flotabilitate (F). Iar greutatea unei nave ne-o putem închipui ca pe o singură forță acționând în jos prin centrul de greutate.

▼ Când o navă se înclină, flotabilitatea (F) se depășește într-o parte. Linia sa se întâlnește cu linia mediană în metacentru (M). Dacă e stabilă, greutatea și flotabilitatea corectează înclinarea. Dacă e instabilă, barca se răstoarnă.

▲ Barca de salvare clasa Arun este unul dintre cele mai mari, mai rapide și mai ușor manevrabile tipuri aflate în funcțiune. Ea are o viteză maximă de 18,5 noduri (34 km/h) și transportă destul combustibil pentru a ajunge, cu viteză maximă, la un caz de urgență aflat la 230 km distanță și a se întoarce înapoi la bază.



● În sistemul de auto-redresare Oakley, un tanc de imersiune din corpul navei este umplut cu apă. Un tanc de redresare gol este montat pe partea stângă (A). Dacă barca se răstoarnă, apa din tancul de imersiune umple tancul de redresare (B). Acesta controlează rotirea sau întoarce barca cu capul în jos (C) și înapoi în poziție dreaptă (D).



schimba traseul, în cazul în care căpitanul consideră că nava va fi pusă în pericol de mările agitate. Totuși, pe vreme rea sunt de obicei folosite bărcile de salvare; de aceea proiectanții trebuie să fie deosebit de atenți la stabilitatea acestor ambarcațiuni. Bărcile de salvare moderne sunt proiectate astfel încât să se redreseze singure – chiar dacă se răstoarnă, ele revin automat în poziția normală.

Ruliul este mișcarea oscilantă dintr-o parte în alta a unei nave, de obicei provocată de vânt sau de valuri. Pe lângă provocarea unor tensiuni în structură, ruliul este neplăcut și pentru cei de la bord. Efectul tinde să fie mai evident la navele care sunt foarte stabile în sensul că sunt rezistente la răsturnare, deoarece niște forțe puternice acționează pentru a corecta orice înclinare. Totuși, pentru a reduce ruliul, se montează

## VAPOARE ȘI NAVE

adesea niște dispozitive numite stabilizatori.

Tangajul este o mișcare oscilatorie în plan longitudinal a unei nave, efectuată în jurul unei axe transversale. Fiecare navă are o perioadă de tangaj naturală. Aceasta depinde de mărimea, forma și greutatea navei. Tangajul care are loc depinde de perioada de tangaj naturală a navei, de lungimea valurilor și de viteza cu care înaintază nava.

### Rezonanța

Dacă o navă înaintază cu o anumită viteză pe valuri de o lungime dată, ea va întâlni valurile la intervale ce sunt egale cu perioada sa de tangaj. Așa cum leagănul unui copil este împins câte puțin la intervale egale, nava în curând va oscila violent înainte și înapoi. Acesta este un exemplu



M. Harty/Telegraph Colour Library



A. Shell Photograph

▶ Pluta de salvare cu umflare automată a salvat multe vieți. Ea poate să transporte 20 de persoane și este utilată cu hrană, apă, medicament și scule de pescuit.

◉ Sistemele de control computerizate de la bordul navelor-cisternă păstrează mărimea echipajului la circa 25-35 de persoane. Vasele mult mai mari cu aparatură manuală necesită echipaje mai numeroase.

▶ Uneori navele sunt supuse la forțe de încovoiere care le rup în două. Aceasta se întâmplă când valurile produc forțe inegale orientate în sus.



Photo Researchers

nava face valuri în timp ce înaintază pe apă. Rezistența datorită formei este o forță orientată spre înapoi, provocată de o zonă de presiune scăzută creată în apă în spatele navei în timp ce ea înaintază. Rezistența datorită vârtejurilor este provocată de corpul navei care creează curenți circulari în apă.

Proiectanții calculează rezistența totală a unei nave construind un model la scară al vasului. În funcție de cifra calculată, proiectanții pot să deducă puterea efectivă necesară pentru a propulsa nava prin apă – depinzând de mărimea și pescajul său. Totuși, este necesară o putere efectivă a motorului, mai mare decât cea calculată, deoarece nici un sistem de propulsie nu este 100% eficient. Trebuie admise pierderile de putere din motor și de la elice pentru a se hotărî ce putere a motorului trebuie folosită.

Multe bărci și nave mici sunt acționate de motoare Diesel, dar majoritatea navelor mari sunt acționate de turbine cu aburi.

al unui efect cunoscut sub numele de rezonanță, în care chiar și impulsurile ușoare pot să producă un efect dramatic dacă există un anumit interval între impulsurile succesive. Pentru a minimaliza efectul de tangaj, constructorul efectuează teste cu valuri pe modele de navă construite la scară. Dacă e necesar, el modifică structura vasului pentru a se asigura că tangajul este menținut la un nivel tolerabil.

Pentru a înainta pe apă, o navă trebuie să

înfrunte forțe de rezistență. Printre acestea se numără rezistența datorită frecării, rezistența valului, rezistența datorită formei, rezistența datorită vârtejurilor și rezistența provocată de accesorii – cum sunt cârma și elicea.

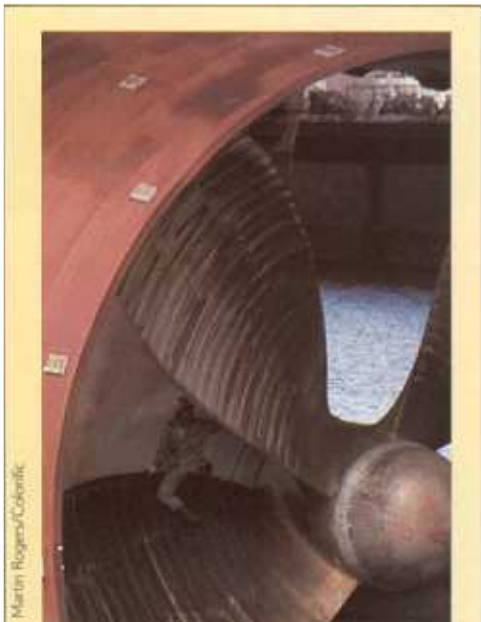
### Rezistența

Rezistența datorită frecării este provocată de efectul frecării dintre corpul navei și apă. Rezistența valului este provocată de faptul că

▶ Primele nave cu velă complet automate au doi arbori rigizi. Velele, care sunt controlate de un computer, pot fi îndoite în jos când condițiile de vânt sunt nefavorabile.

◉ Elicea cu ajutor are un inel în jurul paletelor. Ea este mai eficientă decât elicea liberă, reducând astfel consumul de combustibil și prin urmare și cheltuielile totale de exploatare.

Daudier/Jerrican



Martin Rogers/Corbis