

3357  
**KOMISJA WYDAWNICZA**

Towarzystwa Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej.

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI  
WARSZAWSKIEJ

Dr. prof. inż. **ADAM ROŻAŃSKI** Nr. Inwent. 114

# Budowa dróg wodnych

KURS WYKŁADÓW  
NA POLITECHNICE WARSZAWSKIEJ

Rok akad. 1923/24.

Nr wyd. 172.

iz. 3357  
W A R S Z A W A

Skład Główny Komisji Wydawniczej: Politechnika — Polna 3. Telefon 88-60.

Drukarnia i Litografia „SATURN” Marszałkowska 91. Telefon 20-44.



~~A 55.~~

~~C. 1055.~~



NP. 45

BG02 P/42 1-13

## W s t ę p .

Przedmiotem wykładów jest budowa sztucznych dróg wodnych śródlądowych, a więc kanalizacja rzek i budowa kanałów żeglugi.

Wykład dzieli się na następujące rozdziały:

I. Spław drzewa.

II. Żegluga śródlądowa w rozmiarach potrzebnych do oceny wymogów, stawianych drogom wodnym.

III. Kanalizacja rzek /z pominięciem wiadomości, jakie podają osobne wykłady o jazach i budowie zakładów do wyzyskania siły wodnej/.

IV. Budowa kanałów żeglugi.

V. Śluzy komorowe.

VI. Podnośniki mechaniczne statków.

VII. Znaczenie gospodarcze dróg wodnych.

VIII. Sztuczne drogi wodne w Polsce.

## ROZDZIAŁ I.

### Spław drzewa.

Rozróżniamy: a/ spław drzewa niewiązanego, spław dziki czyli spust drzewa /ang. floating of isolated stems, franc. le flottage a bûches perdues, niem. /das Triften/; b/ spław drzewa wiązane /ang. raft floa-

ting, fr. le flottage /en train/, niem. das Flößen/. Ponieważ kłoc drewna puszczane luzem z wodą niszczą grunta nadbrzeżne i budowle regulacyjne, spust drewna jest coraz bardziej ograniczany i wzbraniany.

Wiązanie czyli zbijanie drewna w tratwy odbywa się w ten sposób, że kłoc drewna łączą się jeden obok drugiego poprzecznicami w tafle, tafle złączone z sobą, jedna za drugą tworzą pas /sznur/, kilka pasów obok siebie - tratwę. Ilość pasów w tratwie zależy od wielkości rzeki i od światła otworów mostowych. Najmniejsza głębokość wody wymagana dla сплаwu drewna wynosi 30 - 50 cm.

## ROZDZIAŁ II. ZEGŁUGA ŚRÓDLĄDOWA.

### A. Statki.

PODZIAŁ. Ze względu na urządzenia rozróżniamy: a/ statki bez własnego popędu /łódzie/, b/ statki o własnym popędzie. Jako własną siłę popędową statków uważa się: 1/ wiosła /bez znaczenia dla gospodarstwa społecznego/, 2/ popęd mechaniczny - niezależny od zewnątrz, a to: a/ parowy - na parowcach; b/ motorowy /gazowy lub elektryczny/ - na statkach motorowych /motorówkach/.

Jako własną siłę statku nie uważa się urządzeń zależnych od dna lub brzegów drogi np. odbijanie łodzi dragami od dna drogi lub holowanie z brzegu. - Również nie uważa się siły wiatru jako własnej siły statku, pomimo, że statki żaglowe mogą odbywać dalsze podróże.

Ze względu na cel rozróżniamy: statki osobowe, towarowe, holowniki, mieszane, służące ubocznie żegludze /łamacze lodu i skał podwodnych, pogłębiarki, statki służące do pomiaru głębokości wody/, dalej statki sportowe, ratunkowe, pływające żórawie, łodzie rybackie, promy i t.p.

Przewozy linowy i mosty pontonowe są raczej przeszkodą dla żeglugi. Młyny pływaki są zakazane, gdyż są szkodnikami dla żeglugi, powodując pod sobą nadmierne głębokości, przez co ulegają zniszczeniu najbliższe budowle regulacyjne i zmniejsza się głębokość wody w nurcie.

Ważniejsze części składowe kadłuba statku są:  
przód czyli dziób, tył, czyli rufa, patrząc ku przodowi lewa strona czyli bakbort /a. backboard, f. le babord, n. der Backbord/, prawa strona czyli sterowa, sztymbork lub sterbart /a. starboard, f. le tribord, n. der Steuerbord/, dno, pokład.

Linje charakterystyczne statku:

1. Linja zanurzenia próżnego statku lub dolna wodnica /a. light water-line, f. la ligne d'eau lège, n. die Leerwasserlinie/, jest to linja przecięcia się zwierciadła wody z kadłubem statku bez ładunku, leos z załogą, wszelkimi urządzeniami i zapasem węgla.
2. Linja zanurzenia pełnego statku lub górna wodnica /a. board water-line, f. la ligne d'eau en charge, n. die Tiefladelinie, die oberste Ladelinie, die Konstruktionswasserlinie/, jest to linja zanurzenia statku wraz z załogą, całym urządzeniem, zapasem węgla i pełnym ładunkiem.
3. Długość statku /t.zw. między pionami/ jest mierzona w linji pełnego zanurzenia, a długość statku całkowita na pokładzie górnym od końca dzioba do końca rufy.
4. Szerokość statku mierzy się w głównym żebrze /głównym szpuncie/ bez listw ochronnych, szerokość zaś największą statku z temi listwami.
5. Wzniesienie burt ponad linję pełnego zanurzenia /t.zw. wolna burta/ powinno wynosić na statkach o pojemności powyżej 15 ton 25 cm., poniżej 15 ton 15 cm.

Ciężarem własnym statku nazywamy ciężar statku bez załogi, urządzenia, zapasu węgla i bez ładunku.

Ciężarem martwym - ciężar statku bez ładunku, ale z załogą, urządzeniem i zapasem węgla.

Wypór /a. displacement, f. le déplacement, n. das Deplacement, die Wasserverdrängung/ jest to objętość wody wypchniętej przez statek, równa całemu ciężarowi statku wraz z załogą, urządzeniem, zapasem węgla i ładunkiem.

Współczynnik wyporu  $\delta$  /a. coefficient of displacement, f. le coefficient de déplacement, n. der Völligkeitsgrad/ jest to stosunek wyporu dla największego zanurzenia do czworobocznego pryzmatu, utworzonego z długości /między pionami/, szerokości i największego zanurzenia statku. Wynosi on dla szybkich parowców rzecznych 0,60 do 0,65, dla holujących parowców kołowych 0,75 do 0,85, dla takich śrubowców 0,45 do 0,65, a dla łodzi towarowych /bez własnego popędu/ 0,80 do 0,90.

Współczynnik pełności poziomej statku  $\alpha$  równa się stosunkowi powierzchni przekroju poziomego statku w linii pełnego zanurzenia do iloczynu  $L \cdot B$ . Dla statków śródlądowych  $\alpha$  wynosi około 0,9.

Współczynnik pełności poprzecznej statku  $\beta$  -

równa się stosunkowi powierzchni przekroju poprzecznego statku do iloczynu  $T \cdot B$ . Dla statków śródlądowych  $\beta$  dochodzi do 1.

Spółczynniki  $\delta$ ,  $\alpha$  i  $\beta$  są w pewnym stosunku do siebie, a mianowicie  $\delta = k \cdot \alpha \cdot \beta$ , gdzie  $k$  wynosi dla statków śródlądowych szybko płynących 0,83 - 0,85, a dla statków powolnie płynących 0,9 - 0,95.

Nośność, pojemność statku równa się wyporowi mniej ciężar statku z załogą, urządzeniem i zapasem węgla. W łogudze śródlądowej podaje się ją w tonnach ciężarowych /1 t. = 1000 kg./, rzadziej w tonnach przestrzennych czyli rejestrowanych /1 t. = 100 stóp ang. = 2,832 m<sup>3</sup>/.

Nośność statku  $N = \delta \cdot L \cdot B (t_r - t_p)$  gdzie  $L$  i  $B$  długość i szerokość statku;  $t_r$  - zanurzenie załadowanego statku, a  $t_p$  - zanurzenie statku próżnego. Np. dla łodzi towarowej zazwyczaj  $t_p = \frac{1}{5} t_r$ , zatem  $N = 0,8 \delta \cdot L \cdot B \cdot t_r$ . Łódź towarowa 65 m. długa, 8 m. szeroka, o zanurzeniu 1,75 m., przy  $\delta = 0,9$  ma pojemność  $N \approx 0,8 \times 0,9 \times 65 \times 8 \times 1,75 = 655$  t.

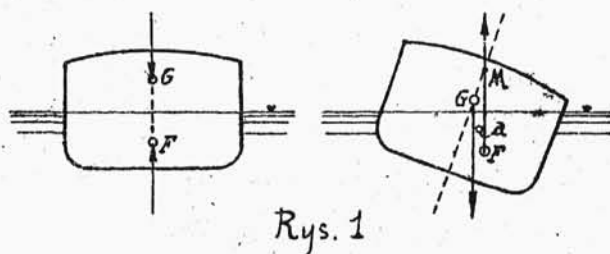
Stalność statku polega na zdolności powrócenia do normalnego położenia, gdy zostanie z niego wy-



chylony.

Stałość statyczna zależy od kształtu i rozłożenia ciężaru. Punkt  $M$  przecięcia się kierunku wyporu statku pochylonego z jego osią nazywa się mimośrodem /metacentrum/.

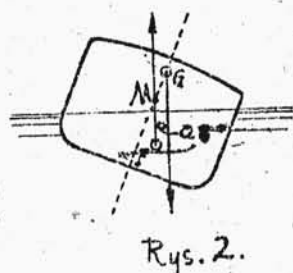
Statek o stałej równowadze na mimośrodek nad środkiem ciężkości /rys.1/ i wróci do położenia normalnego, statek o równowadze chwiejnej na mimośrodek po-



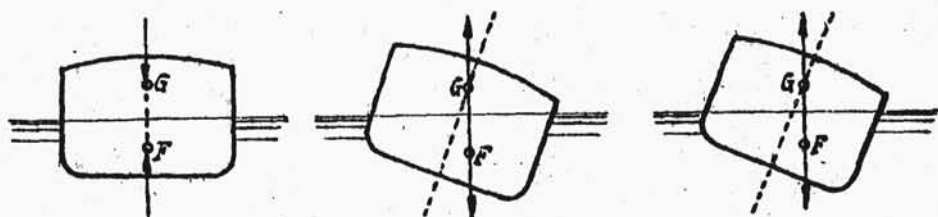
niżej środka ciężkości /rys.2/, to też wywróci się.

Jeżeli ramię  $a = 0$  /rys.3/.

wtedy statek znajduje się w równowadze obojętnej, ani nie wróci do normalnego położenia, ani się nie przewróci. Stałość statyczna



statku jest tem większa, im środek ciężkości leży niżej,



Rys. 3

a wogóle statek się nie przewróci, gdy środek ciężkości leży niżej środka ciężkości wyporu.

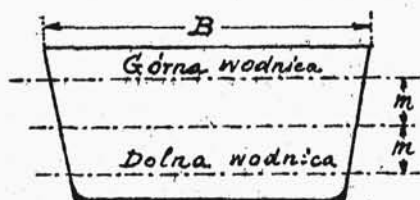
Mimośród może być także dla przekroju podłużnego statku.

Stałością dynamiczną nazywamy sumę algebraiczną pracy mechanicznej wyporu i siły ciężkości, jest <sup>ona</sup> miarą pewności statku przeciw działaniu wiatru i fali. Dla statków śródlądowych badanie to jest potrzebne w wyjątkowych wypadkach.

Cechowanie /a. gauging, f. le jaugeage, n. die Eichung/. Statki towarowe cechuje się to jest oznacza się objętość statku zawartą między płaszczyznami górnej i dolnej wodnicy, oraz powierzchnią boków. Na objętość tę podało Tow. centr. dla niemieckiej żeglugi śródlądowej w Berlinie wzór:

$$O = \frac{m}{3} (P_r + 4P_s + P_p) \quad \text{w m}^3,$$

gdzie  $P_r$  i  $P_p$  oznaczają powierzchnię przekrojów statku w wysokości górnej i dolnej wodnicy, zaś  $P_s$  powierzchnię przekroju poziomego statku w połowie odległości między temi linjami, a  $m$  - odległość tej płaszczyzny od płaszczyzny  $P_r$  i  $P_p$  /rys.4/.



Rys. 4.

Objętość warstwy górnej t.j. między płaszczyznami  $P_r$  i  $P_s$  wyznacza się ze wzoru

$$O_g = \frac{m}{2} (P_r + P_s),$$

a objętość warstwy dolnej t.j. między płaszczyznami  $P_s$  i  $P_p$

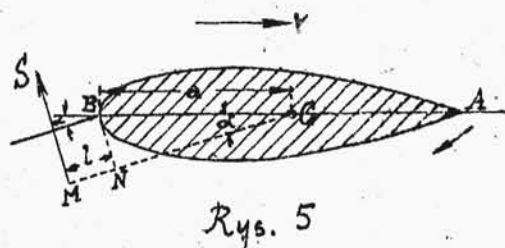
z wzoru  $O_d = O - O_g$ .

Objętość statku co 2 cm. zanurzenia wyznacza się przez podzielenie objętości tak warstwy górnej, jakoteż dolnej przez połowę ich odległości, wyrażonej w cm.

Statek otrzymuje na obu bokach z przodu, w środku i z tyłu znaki dolnej wodnicy i nad <sup>a crestą i pod niemi,</sup> niemi ~~podziatkę~~, a w świadectwie o cechowaniu jest podana pojemność jego obliczona co 2 cm. zanurzenia w postępie od dołu do góry, współczynnik pełności przestrzeni o cechowanej /0,81 - 0,99/, Opis statku i jego zasadnicze wymiary. Znak wolnej burtę jest znakiem górnej wodnicy.

Ster. W żegludze śródlądowej używa się do steru obracającego się tylko około osi pionowej /ster stały/, albo steru wahadkowego, t.j. osadzonego na sworzniu i obracającego się w płaszczyznach poziomej i pionowej. Szerokość steru zwana w żegludze śródlądowej długością wynosi /0,04 - 0,08/, długości statku lub /0,2 - 0,4/ szerokości statku.

Działanie steru /rys.5/. Jeżeli nazwiemy  $S$  siłę uderzenia wody o powierzchnię steru  $P$ , przez  $\xi$



spółczynnik doświadczalny,  $\gamma$  - ciężar właściwy wody,  $\alpha$  - kąt odchylenia steru od osi statku, a  $v$  - szybkość statku, to:

$$S = \xi \cdot \gamma \cdot P \frac{(v \sin \alpha)^2}{2g} = \xi \gamma P \sin^2 \alpha \frac{v^2}{2g}$$

Kładąc długość  $CN = a \cos \alpha$  i opuszczając odległość  $l$  jako małą w stosunku do długości  $CN$ , otrzymany moment <sup>obrotu</sup> siły w odniesieniu do środka ciężkości statku  $C$

$$M = \xi \gamma P \frac{v^2}{2g} a \sin^2 \alpha \cos \alpha$$

$M$  osiąga maximum dla  $\alpha = 54^{\circ}44'$ , praktycznie przyjmuje się max  $\alpha = 35^{\circ} - 40^{\circ}$ .

Łodzie towarowe na Wiśle i wschodnich wodach niemieckich mają przeważnie ster wahadłowy.

Kotwice. Dawniej miały łodzie towarowe kotwice tylko na przodzie, obecnie mają także na rufie, co umożliwia zatrzymanie przy jeździe w dół rzeki, bez obracania łodzi. Wielkie łodzie mają po 2 kotwice na przodzie i na tyle, a nadto kotwice pomocnicze. -

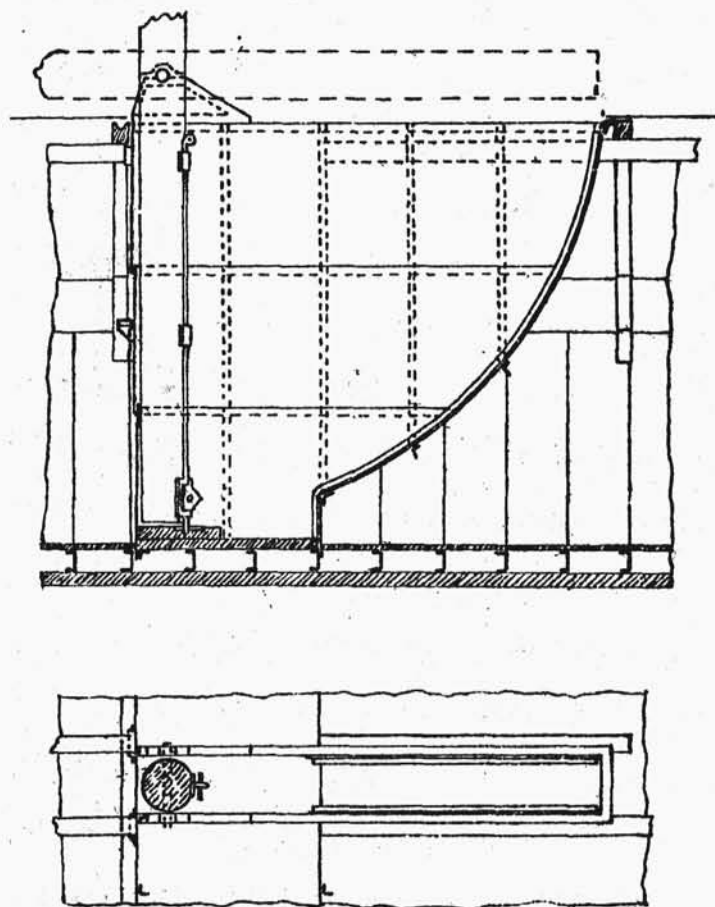
Ilość kotwic i ich ciężar oznacza się zależnie od nośności statków /po 80 - 35 kg. na 100 t. zależnie od wielkości statku/ lub zależnie od pojemności statku, wyrażonej w  $m^3$  /o wadze 35 - 465kg. sztuka/. -

Maszt i żagle. - Żagle używa się na łodziach płynących na rzekach blisko ujścia i na jeziorach, nie powinno się ich używać na kanałach.

Łodzie rzeczne mają jeden lub dwa maszt, a łodzie kanałowe szup potrzebny do umocowania liny holowniczej.

Maszt są świerkowe 22 - 30 m. wysokie, w dolnym końcu o średnicy 35 - 43 cm., oparte w spodzie o blok drewniany, ułożony poprzecznie lub podłużnie

do osi łodzi. Maszt obraca się na żelaznym trzpie-  
niu w wysokości pokładu i jest stężony u dołu żelaz-  
nym rygłem pionowym, wpuszczonym w kłoc, a u góry



Rys. 6

liną drucianą, umocowaną u przodu statku /rys. 6/.

Przy złożeniu masztu podciąga się rygiel do góry,  
a linę zwalnia. Maszt łodzi mającej zamknięcia <sup>zamek</sup> jest

umieszczony w specjalnej obudowie żelaznej:

Urządzenie żaglowe składa się:

1/ z masztów wraz z belkami pomocniczymi; jeżeli na łodzi są 3 maszty, to pierwszy z przodu nazywa się fok, środkowy wielkim /grot/, a tylny bezan;

2/ z lin masztowych i żaglowych /a. rigging, f. le greement, n. die Takelage/, z których jedno podtrzymują stale omasztowanie, a drugie służą do poruszania belkami omasztowania i manewrowania żaglami;

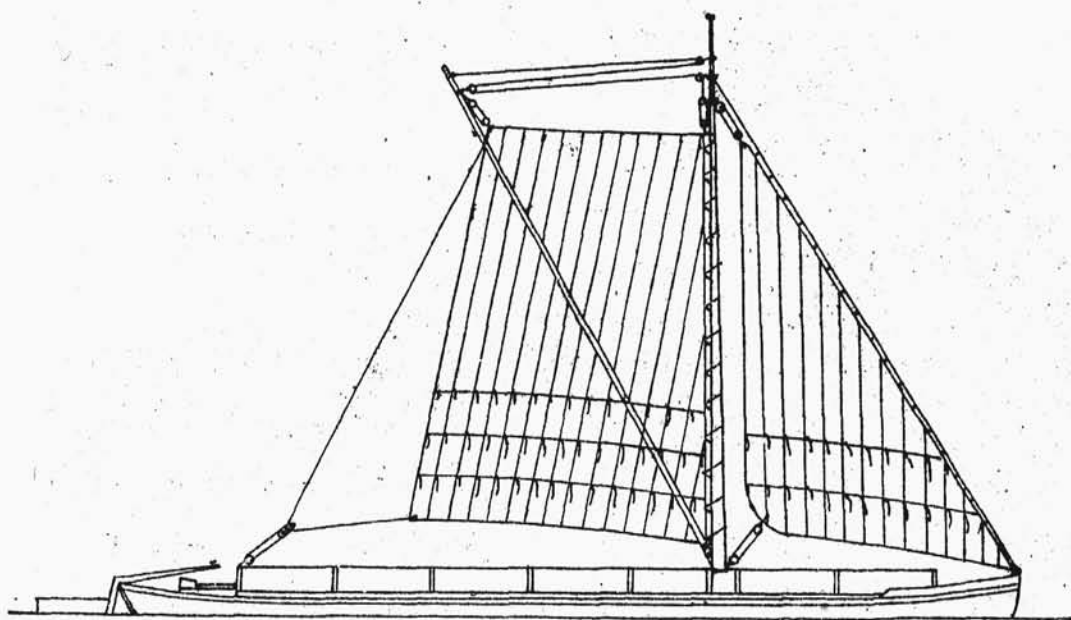
3/ z żagli t.j. płacht płóciennych zeszytych z brytów i mających kształt trapezu /żagiel prosty/ lub czworokąta nieforemnego /trajzel/, albo wreszcie trójkąta; żagle proste są przymocowane do reji t.j. do belki poprzecznie przytwierdzonej do masztu, żagle czworokątne są zawieszone na gafie, t.j. belce opierającej się jednym końcem o maszt i zawieszonym na linach, albo też na rejce, t.j. belce długiej, zawieszanej u masztu, żagle trójkątne suwają się po linii skośnej.

W żegludze śródlądowej używa się najczęściej następujących urządzeń:

1/ Mniejsze łodzie mają jeden maszt z widłakiem t.j. belkę opartą u dołu o maszt, a odchyloną od góry; między masztem a widłakiem jest zawieszony za-



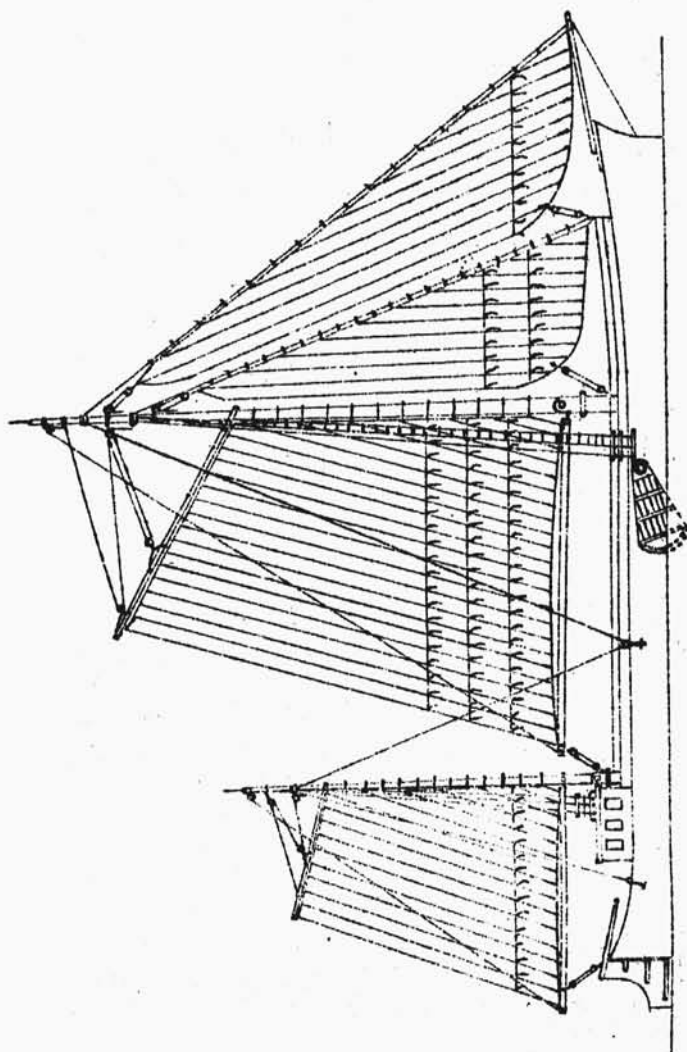
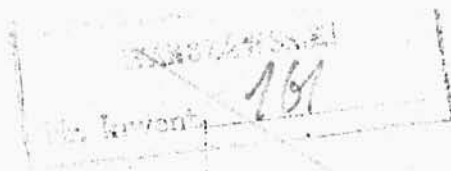
giel prostokątny, na linie skośnej przymocowanej do masztu u góry i do dzioba łodzi /zwanej przewieżią przednią lub sztagą/ jest często zawieszany żagiel trójkątny /rys.7/.



Rys. 7.

Na większych łodziach są dwa maszty: fok i grot, na których są rozpięte trajzle, z przodu jest zawieszony żagiel trójkątny między masztem a sztagą, a często przed tym żaglem drugi żagiel trójkątny zawieszony na linie skośnej /łączącej maszt przedni z dzióbakiem, (bugasprytem) t.j. belką wystającą z dzioba statku/ rys.8/.





Rys. 8.

Budowa kadłuba łodzi bez własnego popędu.

Kształt: dno płaskie, ściany boczne pionowe, <sup>NP.45</sup>  
przód klinowaty lub łyżkowaty /rys. 9 i 10/. - Stosu-  
BUDOWA DROG WODNYCH Nr. 172 Arkusz 2-gi.