

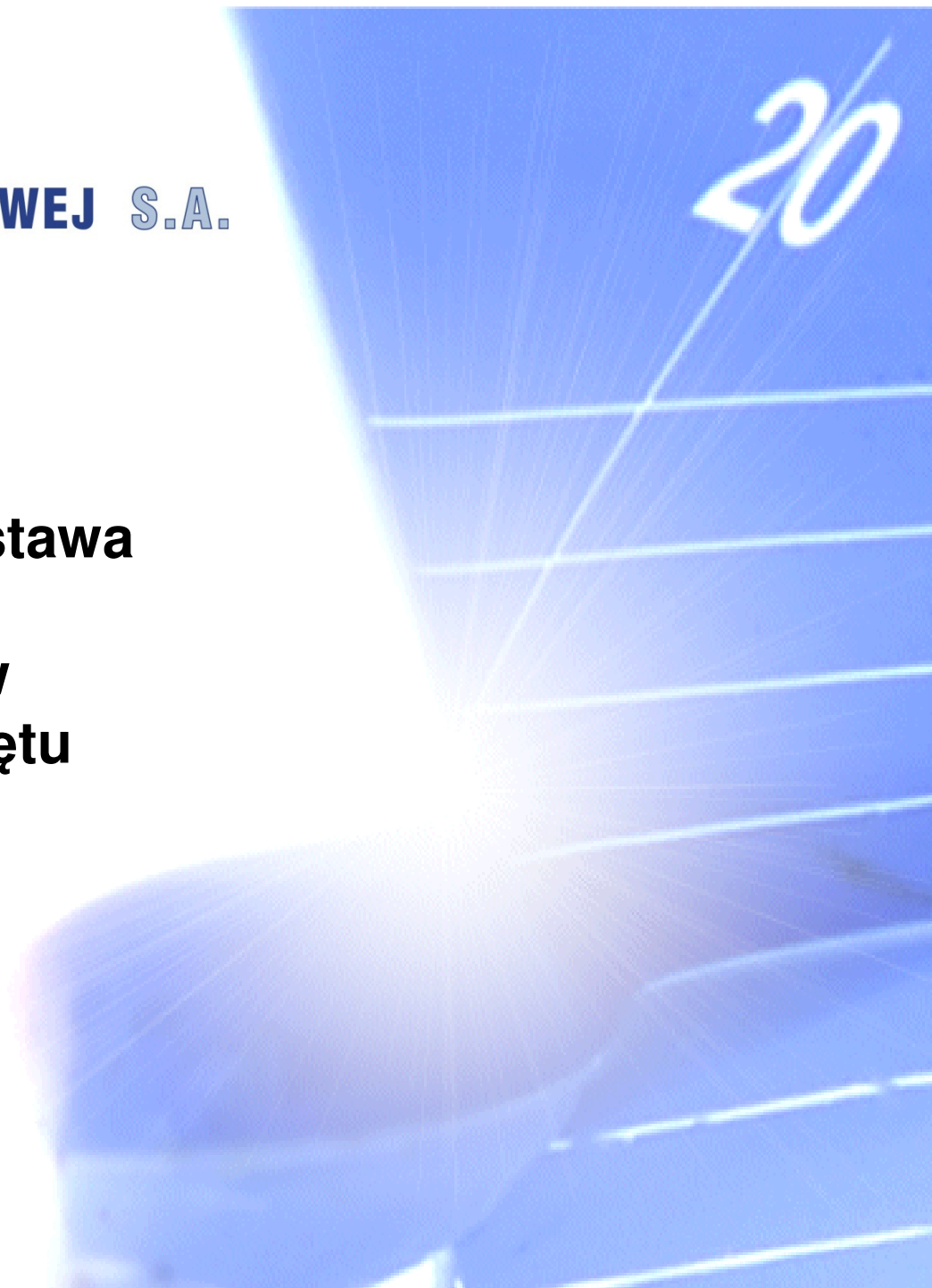
CENTRUM TECHNIKI OKRĘTOWEJ S.A.

Ship Design and Research Centre S.A.

**Eksperyment jako podstawa
budowy modeli
matematycznych w
hydromechanice okrętu**

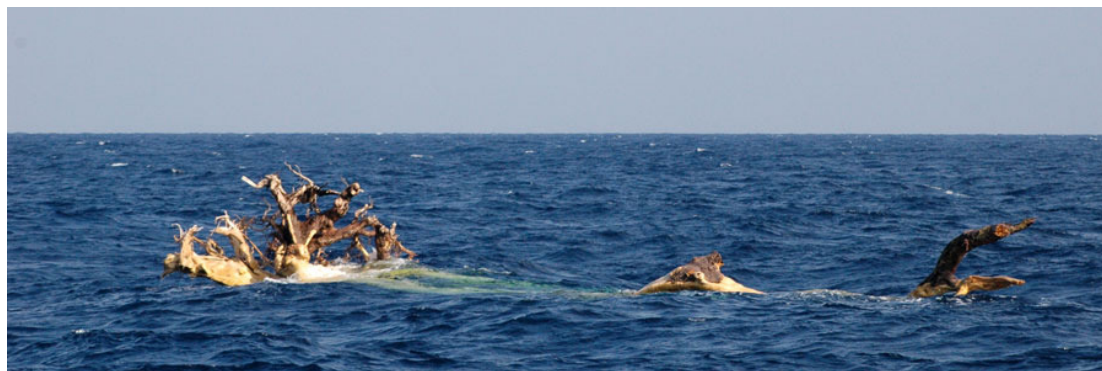


CTO S.A.



Plan prezentacji

- 1. Rozwój żeglugi**
- 2. Eksperyment jako podstawa warsztatu hydromechaniki okresu rewolucji przemysłowej**
- 3. Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu**
- 4. Podstawy modelowania eksperymentalnej hydromechaniki okrętu**
- 5. Metody numeryczne hydromechaniki okrętu**
- 6. Przykłady zastosowań metod numerycznych i eksperymentalnych**
- 7. Wnioski**



Prapoczątki
transportu wodnego





Kolonizacja Borneo (~120.000 lat pne)
Australii (~50.000 lat pne)

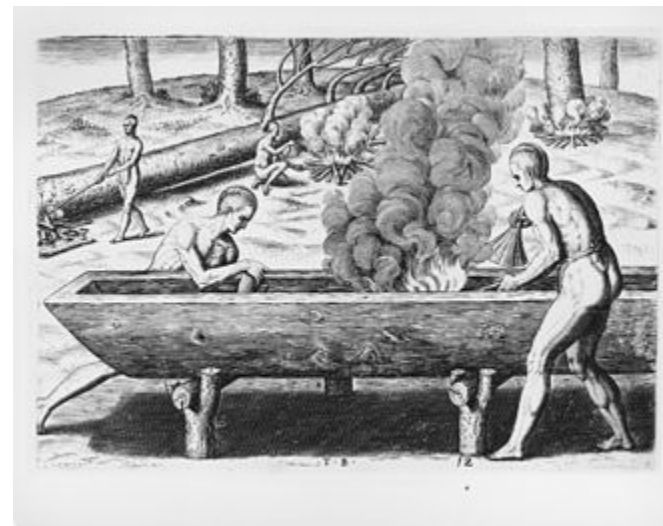


Kontur kontynentu australijskiego na tle linii brzegowej w okresie zlodowacenia



Budowa tratwy bambusowej (współcześnie)

Pierwsze podróże morskie



Side View.



Foreshortened View, showing the End.

Prymitywne łodzie okresu
prehistorycznego



Kroniki norymberskie 1492



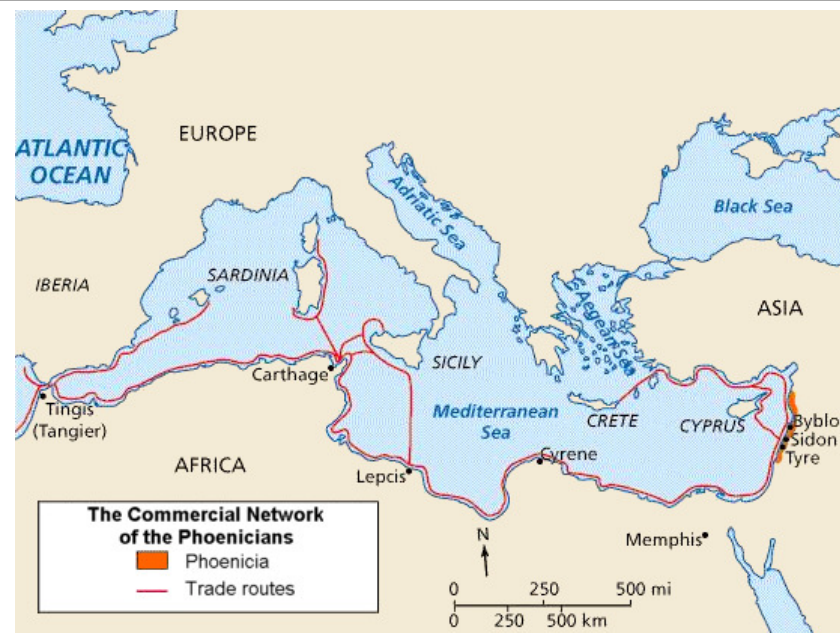
Jacopo Bassano XVI w.

Ty zaś zbuduj sobie arkę z drzewa żywicznego, uczyni w arce przegrody i powlecz ją smołą wewnątrz i zewnątrz. A oto, jak masz ją wykonać: długość arki - trzysta łokci, pięćdziesiąt łokci - jej szerokość i wysokość jej - trzydzieści łokci. Nakrycie arki, przepuszczające światło, sporządzisz na łokieć wysokie i zrobisz wejście do arki w jej bocznej ścianie; uczyni przegrody: dolną, drugą i trzecią.

Księga Rodzaju 6, 14-16



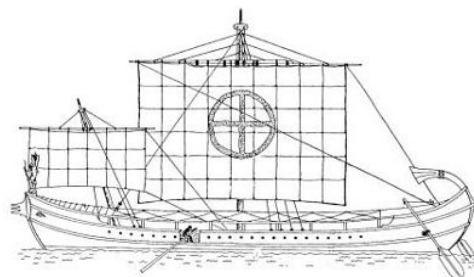
Fenicki statek handlowy



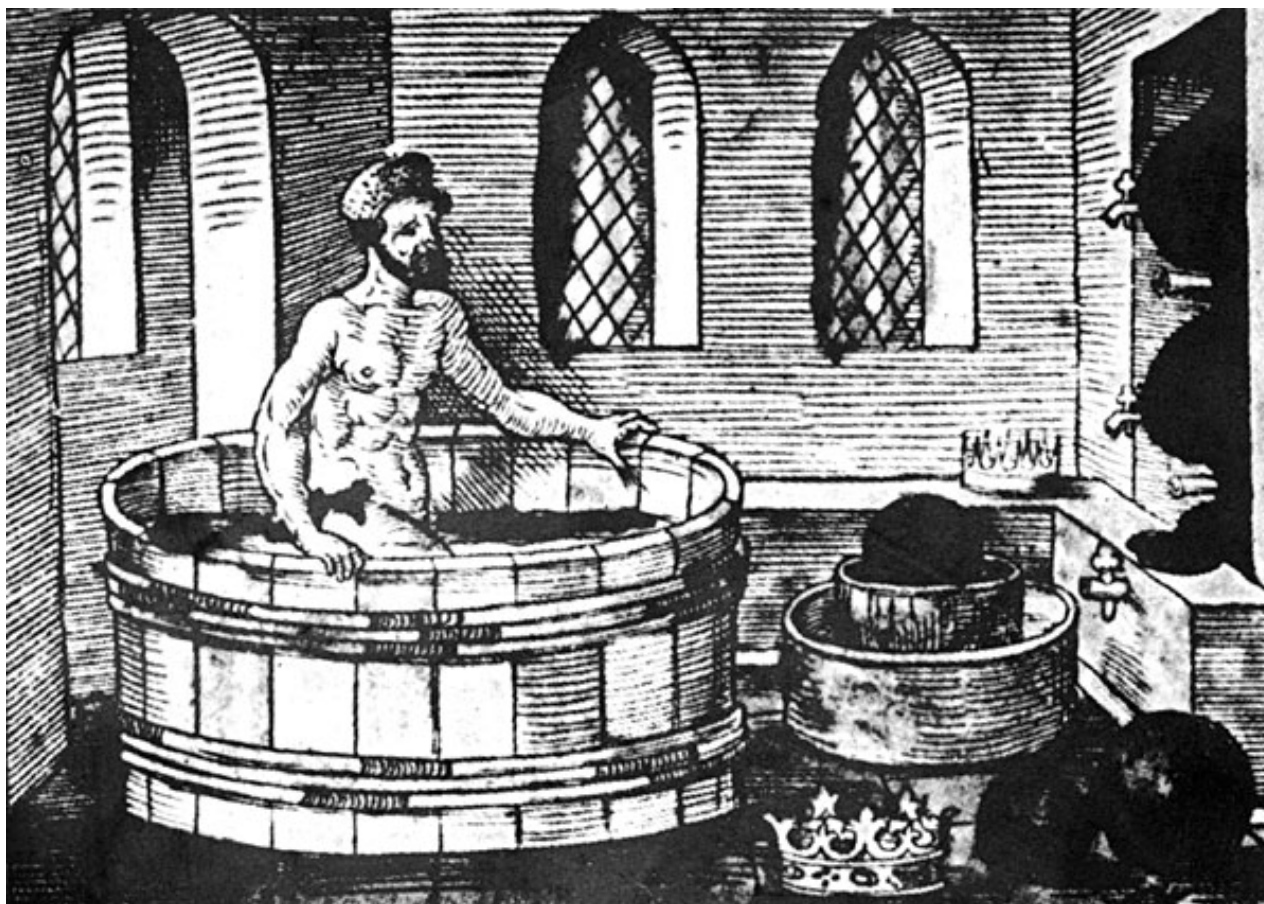
Szlaki żeglugowe Fenicjan



1600 r. p.n.e



I w. p.n.e.

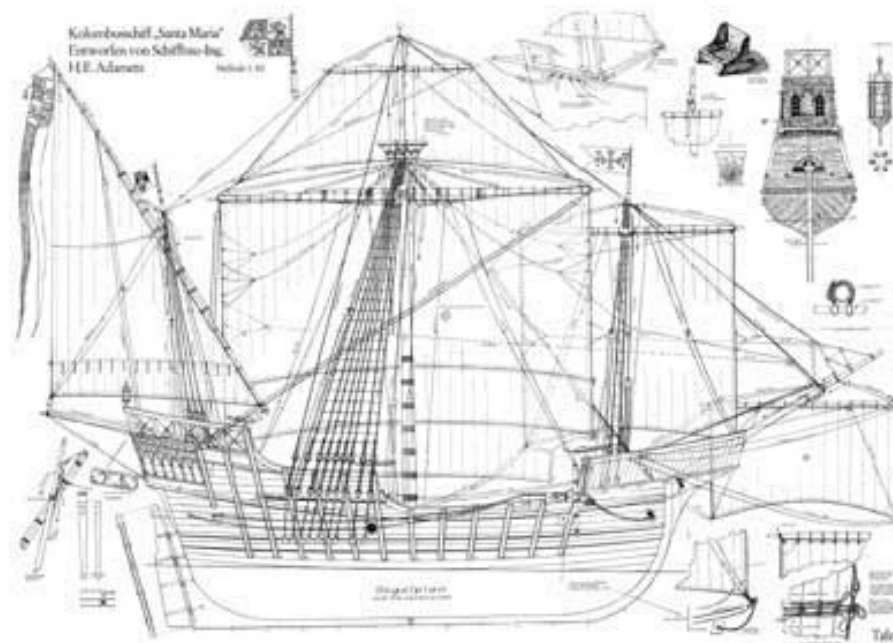
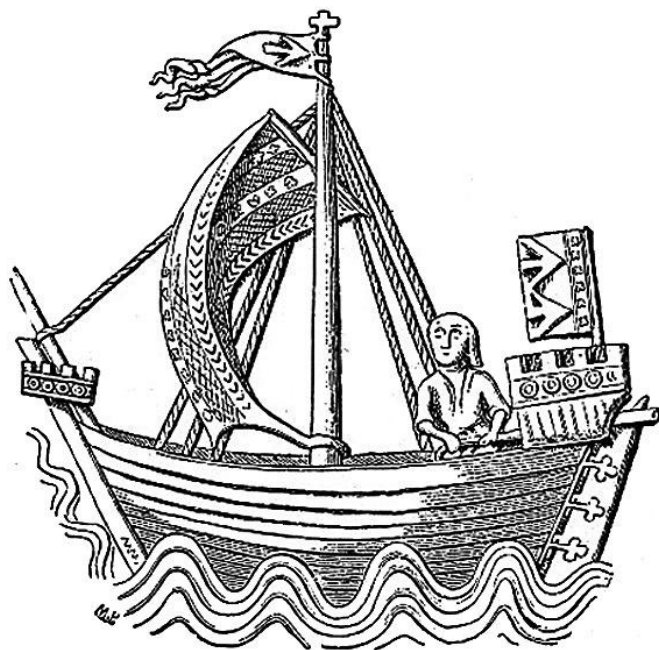


Archimedes (287–212 r. p.n.e.) – rycina XVI w.

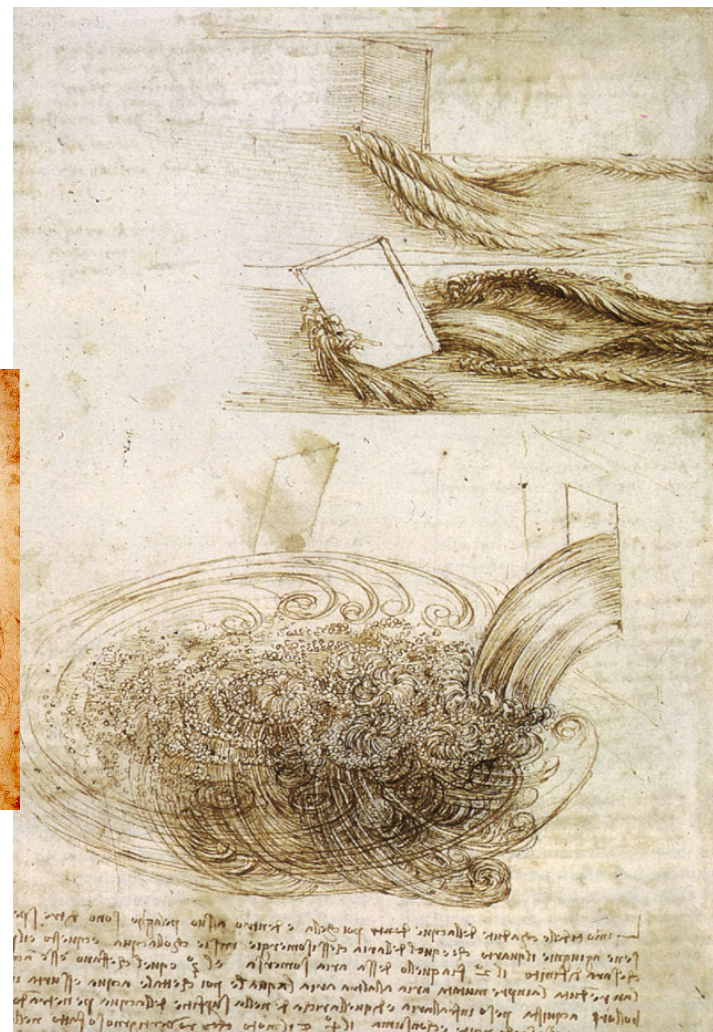
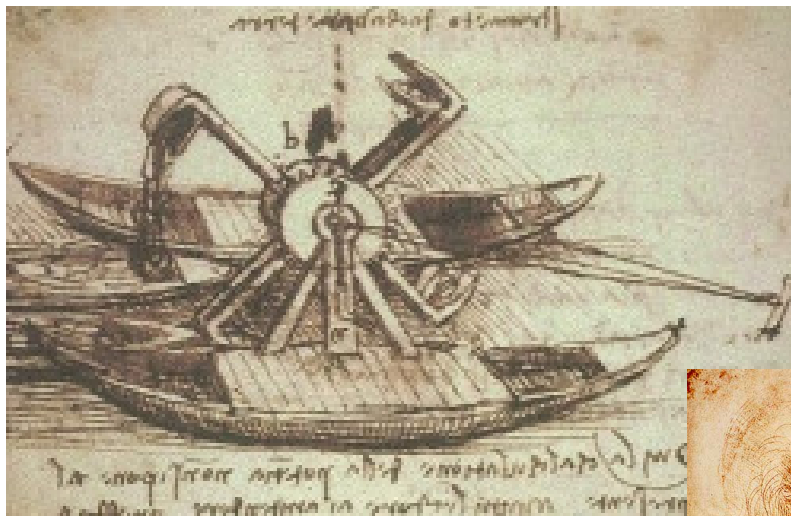


Podboje Wikingów



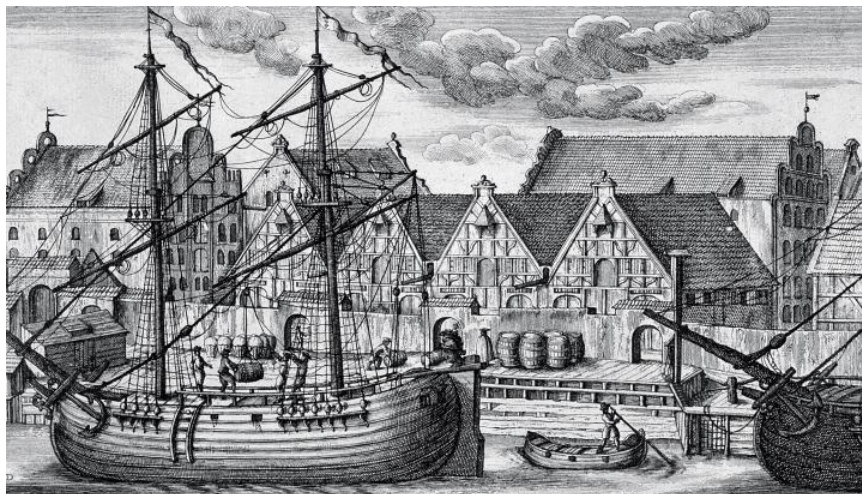


Rozwój konstrukcji statków
w okresie od X do XV wieku

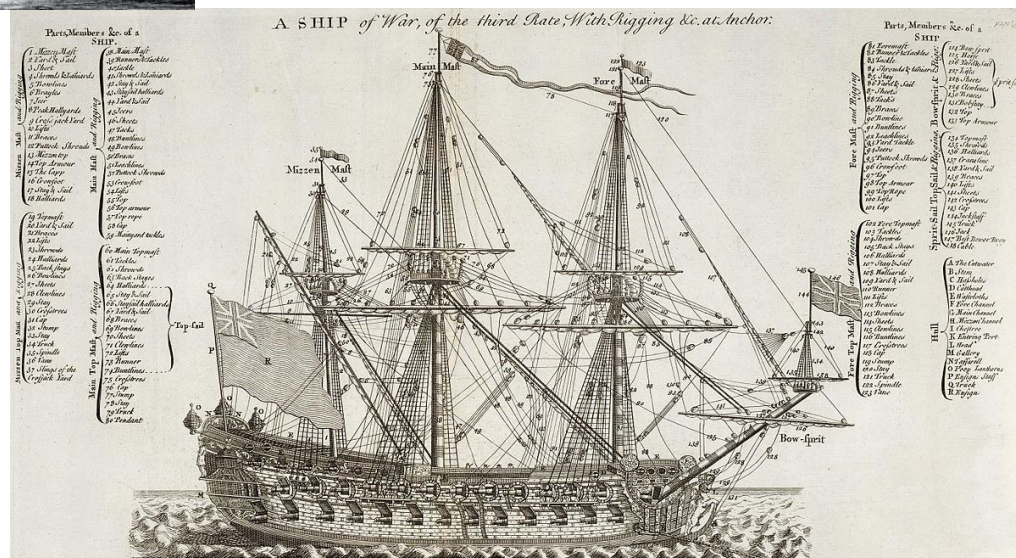


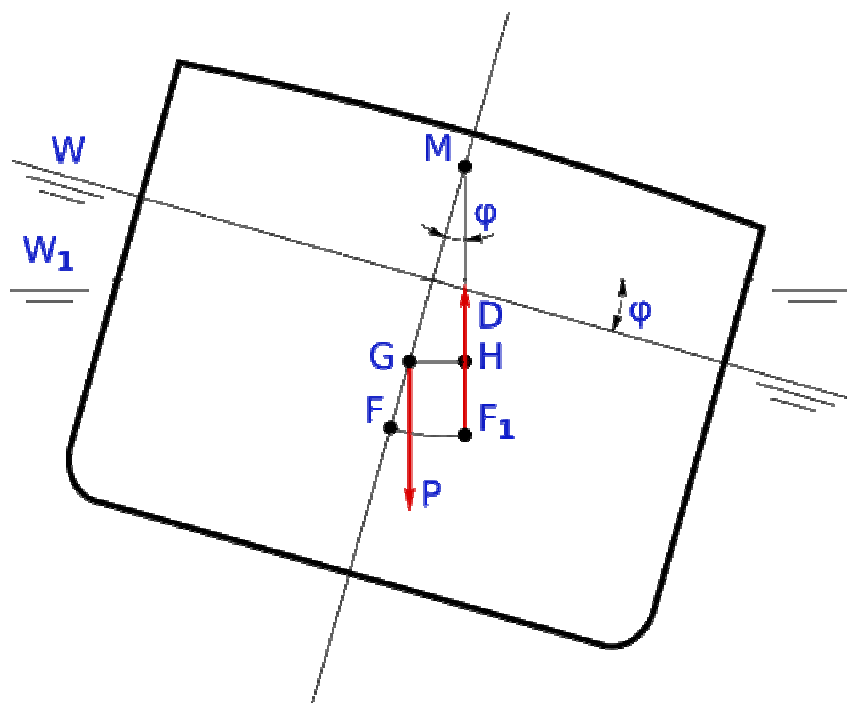
Fascynacja ruchem cieczy

www.cto.gda.pl



Postęp technologiczny w
odpowiedzi na ekspansję
kolonialną i handlową





Model stateczności poprzecznej
okrętu

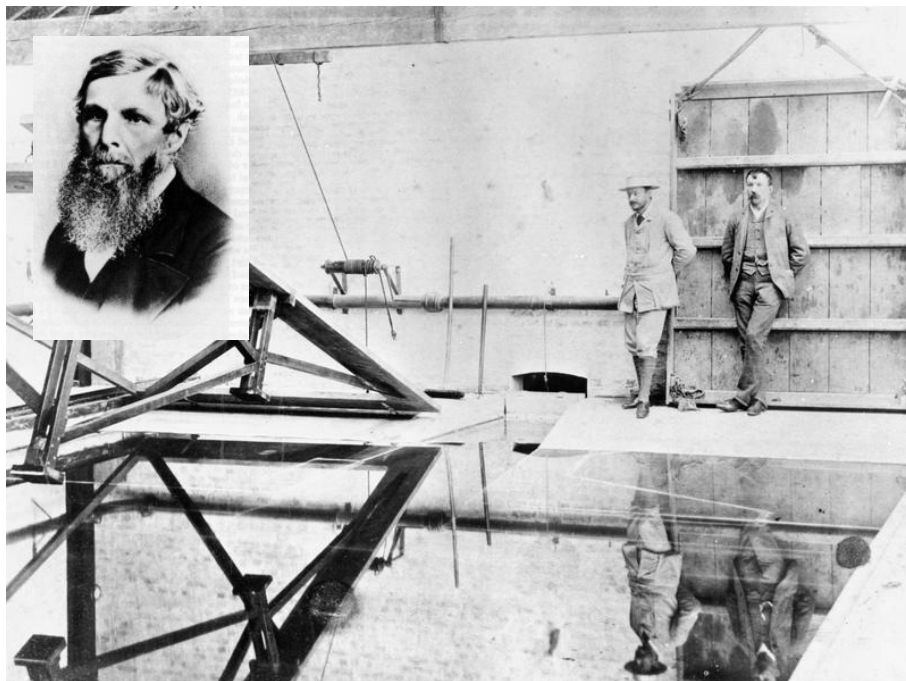


Pierre Bouguer 1698–1758

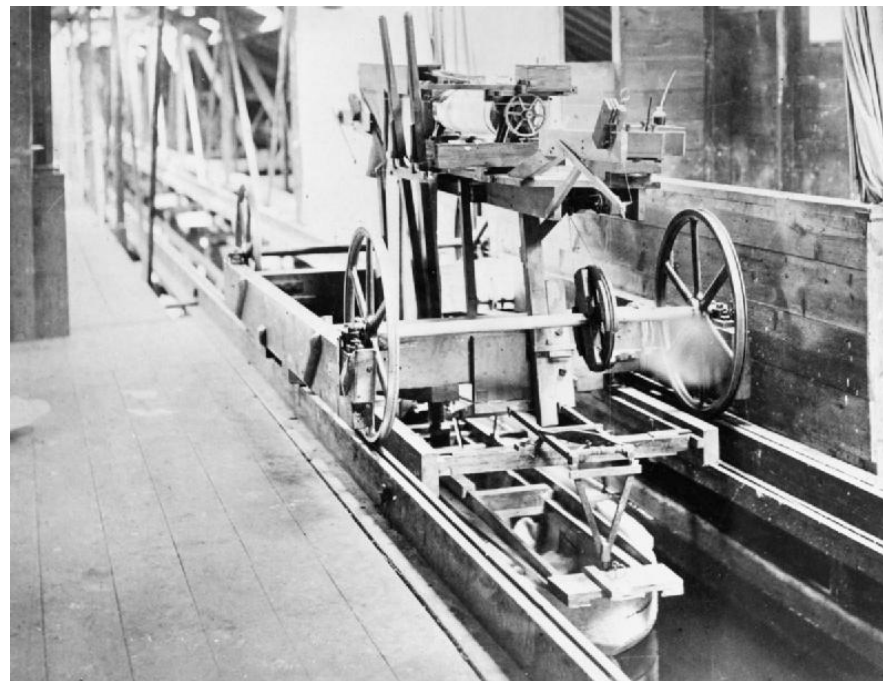


Pierwsze
eksperymenty
dotyczyły:
-Oporu kadłuba
-Tłumienia kołysań

Model Tests At Peerless Pool, London, 1761

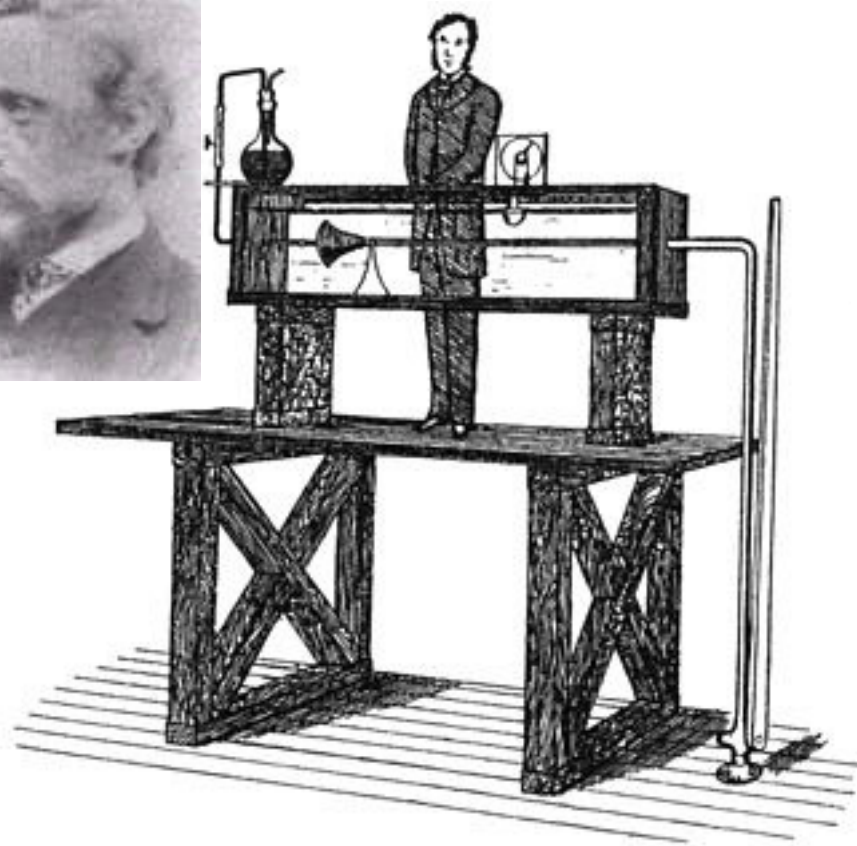


William Froude (1810-1876) wraz z
współpracownikiem na basenie
modelowym w Torquay

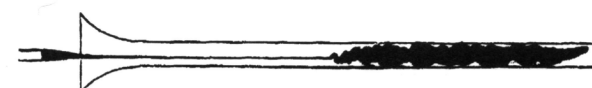


Model statku pod wózkiem holowniczym

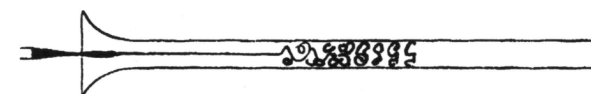
$$F_r = V / (gL)^{0.5}$$



Laminar flow



Turbulent flow



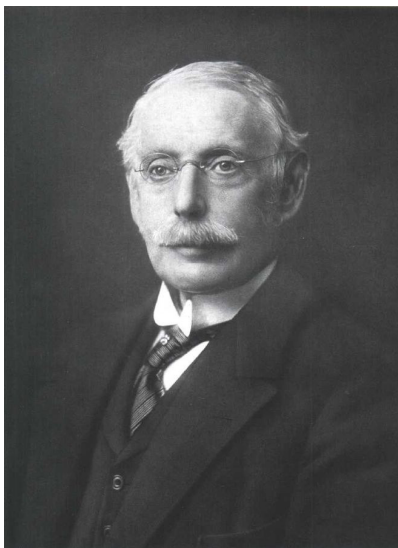
Turbulent flow (observed with an electric spark)

$$Re = VL / \nu$$

Osborne Reynolds (1842 - 1912) -
stanowisko do badań przepływu w rurach

Turbinia – najszybsza
jednostka swoich czasów
zaprezentowana publicznie w
1897 r. w trakcie gali floty w
ramach jubileuszu królowej
Wiktorii

$$F_r \approx 1$$



Charles Algernon Parsons
(1854–1931) – pierwszy tunel
kawitacyjny

Rola okrętowych basenów modelowych

- **Prognozowanie własności nautycznych statku**
- **Optymalizacja kształtu kadłuba i pędnika**
- **Analiza szczególnych przypadków pracy systemów i urządzeń**

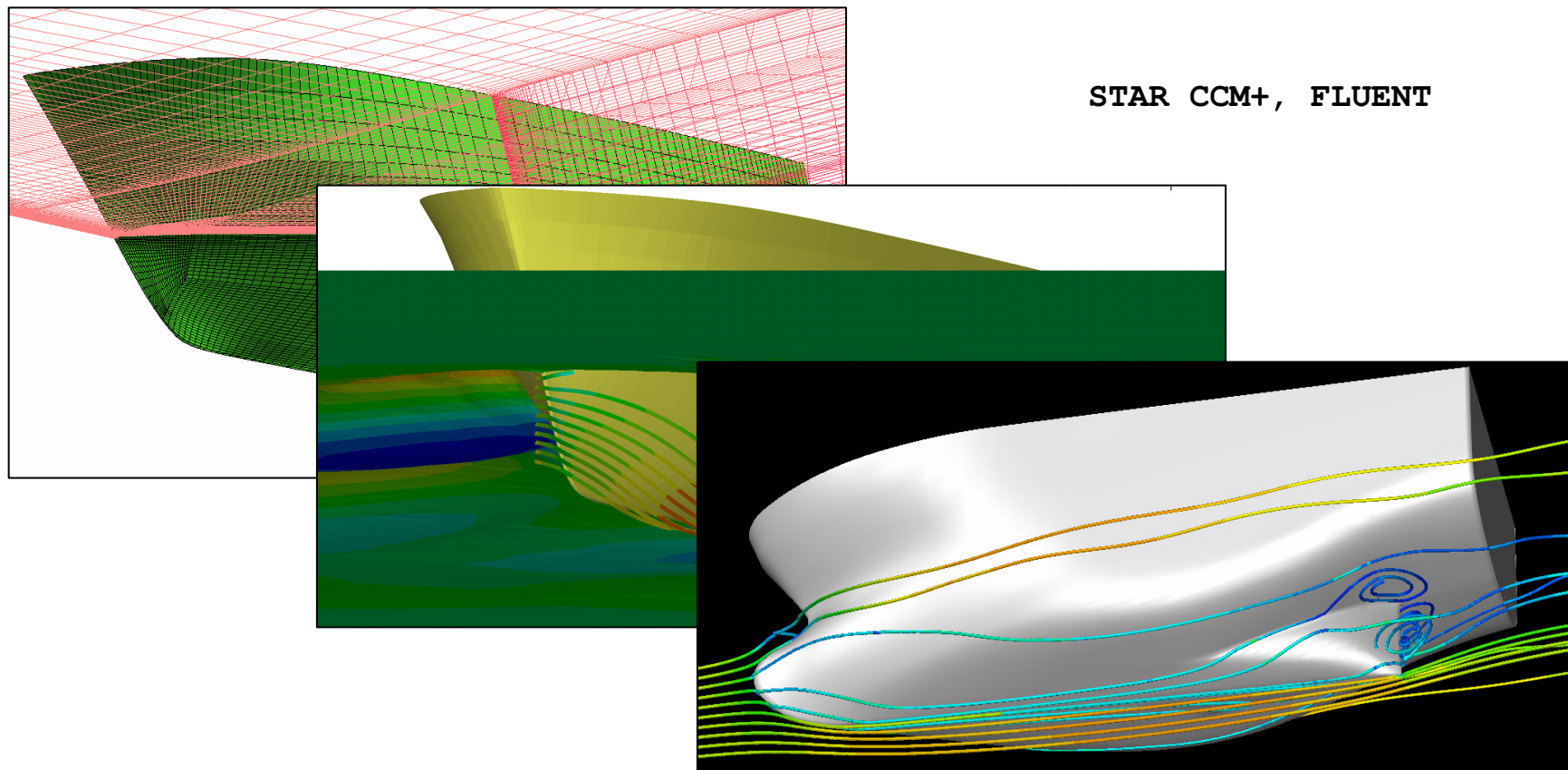
- **Koncepcja statku – metody przybliżone, statystyka**
- **Projektowanie – metody analityczne, badania modelowe**
- **Eksploatacja – pomiary w skali rzeczywistej**

- **Odbiorcy usług basenów modelowych**
 - **Biura projektowe**
 - **Armatorzy**
 - **Stocznie**
 - **Producenci wyposażenia okrętowego**

Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu



Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu narzędzia CFD



Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu



Basen holowniczy nr 1 (głębokowodny):

- wymiary: 260m x 12m x 5,8m
- maksymalna prędkość wózka: 12 m/s
- generator fal

Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu



Basen holowniczy nr 2 (możliwość regulacji poziomu wody):

- wymiary: 60m x 7m x (0.3 – 3.0)m ;
- maksymalna prędkość wózka: 4,5 m/s ;
- generator fal.

Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu



Komora pomiarowa: 0.8 m x 0.8 m x 3.06 m
Prędkość przepływu do 20 m/s

Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu



Stacja Badań Manewrowych na jeziorze Wdzydze

Współczesne narzędzia hydromechaniki okrętu

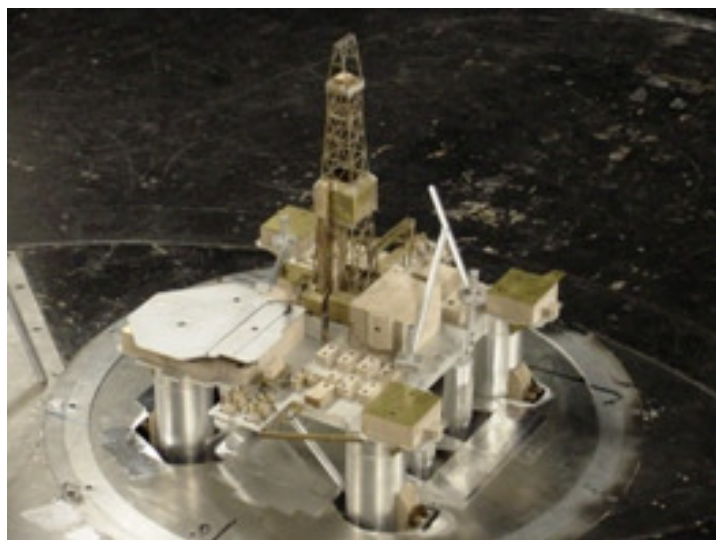
Typ tunelu: tunel o zamkniętym obiegu i zamkniętej komorze (z możliwością otwarcia ścian)

Wielkość komory pomiarowej : 4.0m x 1.3m x 1.0m

Maksymalna prędkość przepływu: 52 m/s

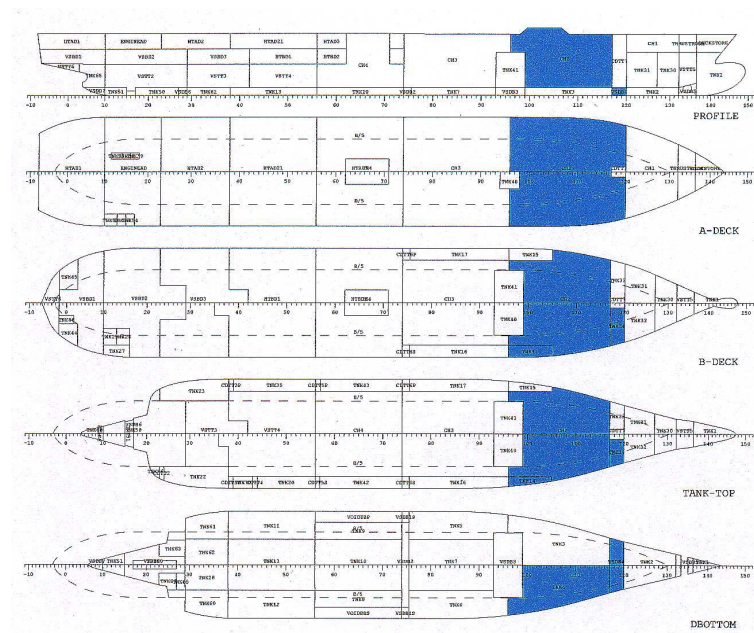
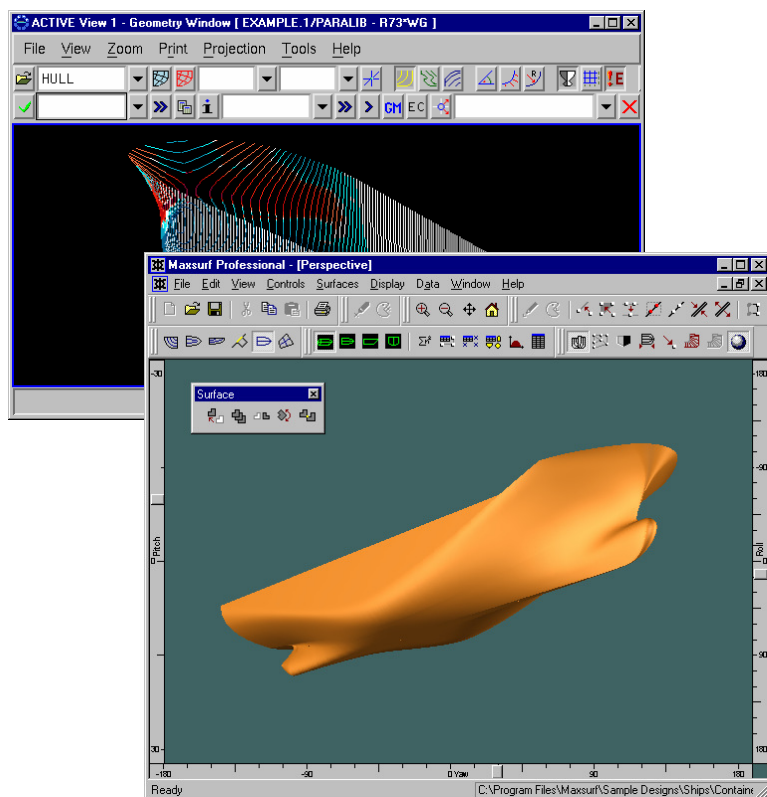
Współczynnik kontrakcji: 7.0

Moc napędu wentylatorów: 126 kW



Zaplecze techniczne narzędzia CAD/CAM

- NAPA
- MAXSURF
- Rhinoceros
- ACad
- Mastercam



Zaplecze techniczne



- budowa modeli badawczych (do 12 m długości);
- obróbka CNC – śmigła i kadłuby;
- projektowanie i produkcja wyposażenia badawczego.

Podstawy modelowania w hydromechanice

opływ kadłuba statku

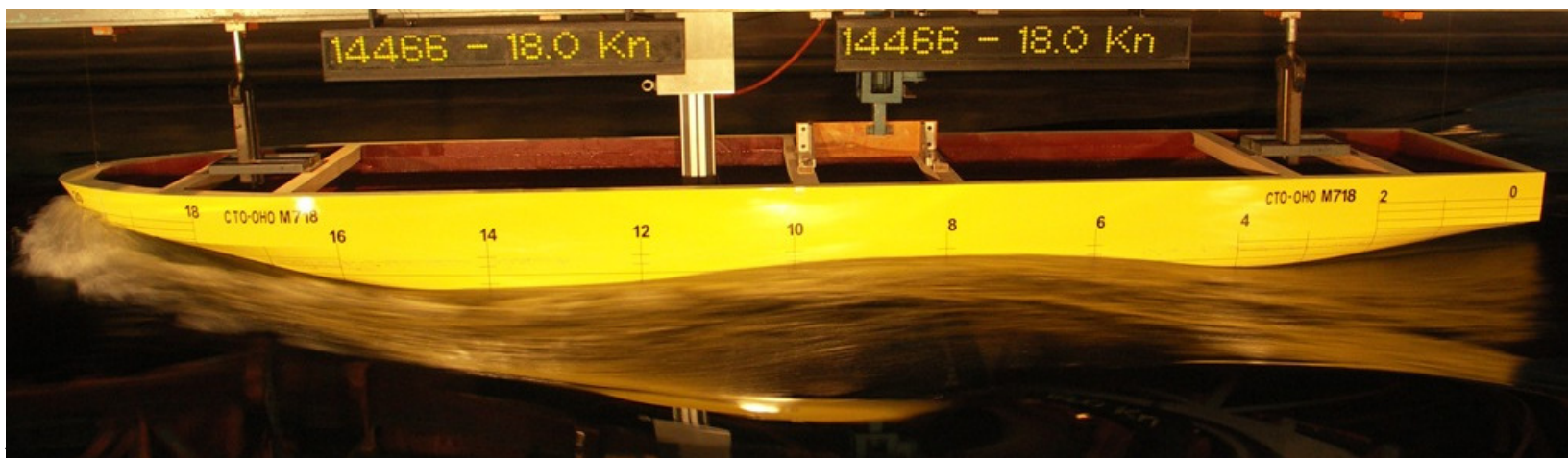
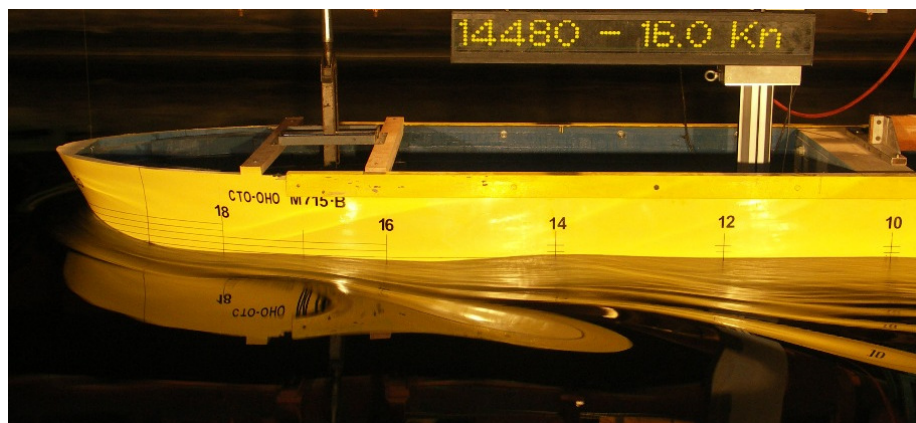


$$C_R = f(F_n)$$

$$C_F = f(Re)$$

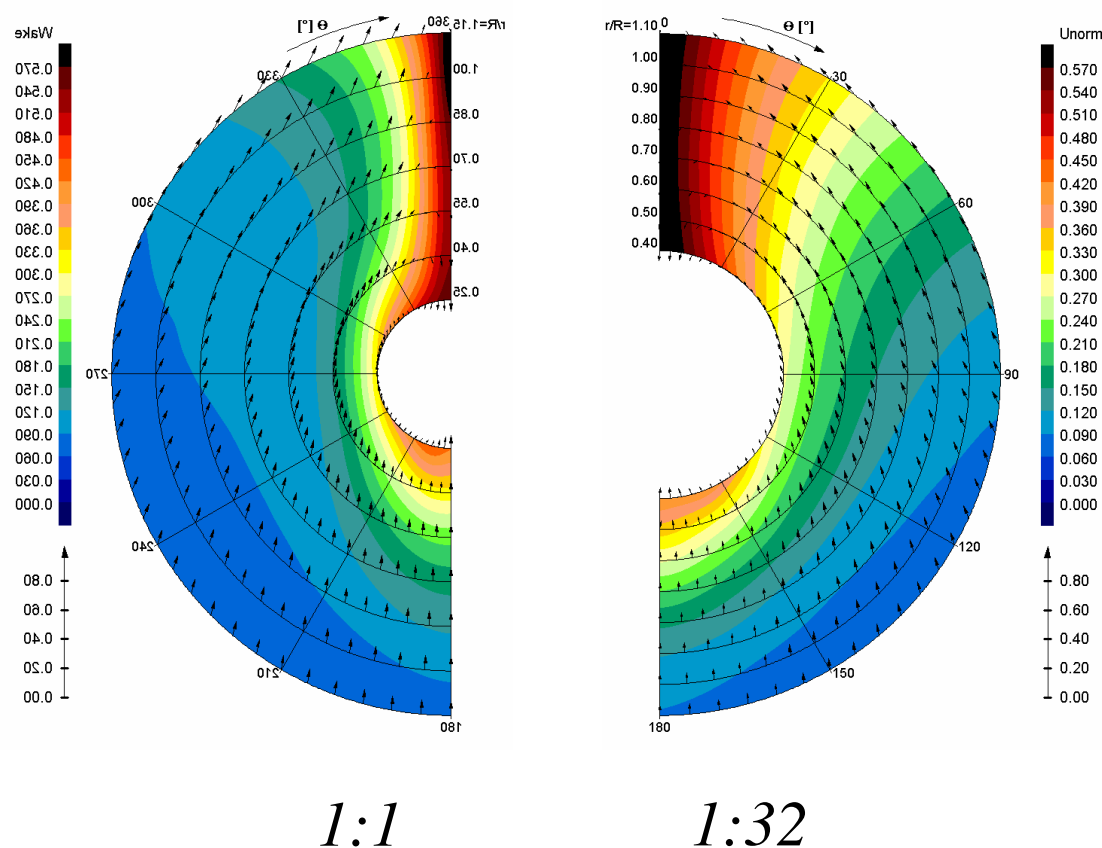
Podstawy modelowania w hydromechanice

opływ kadłuba statku



Podstawy modelowania w hydromechanice

opływ kadłuba statku



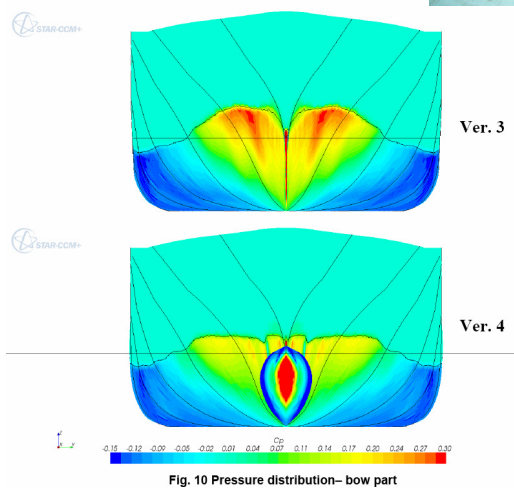
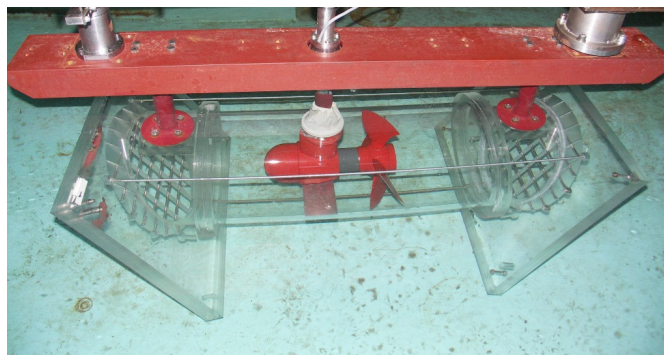
Podstawy modelowania w hydromechanice

opływ śruby



Tożsamość obciążenia, liczby Reynoldsa i liczby kawitacyjnej

Przykłady projektów



Przykłady projektów weryfikacja właściwości oporowo-napędowych

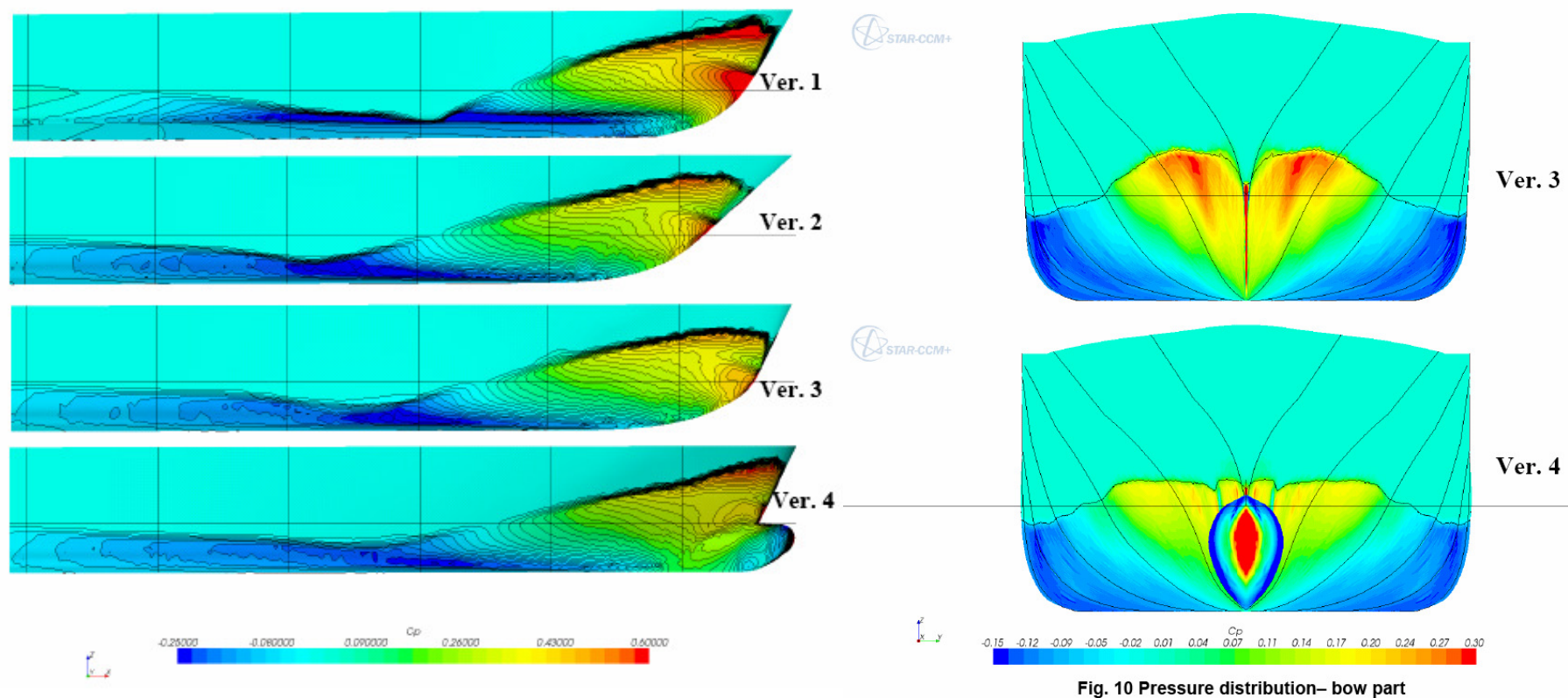


Przykłady projektów

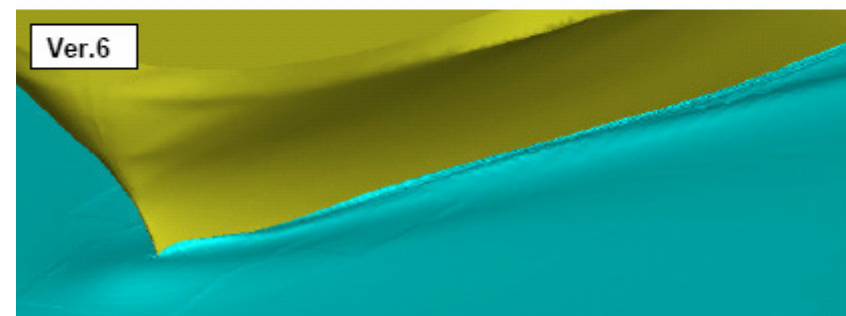
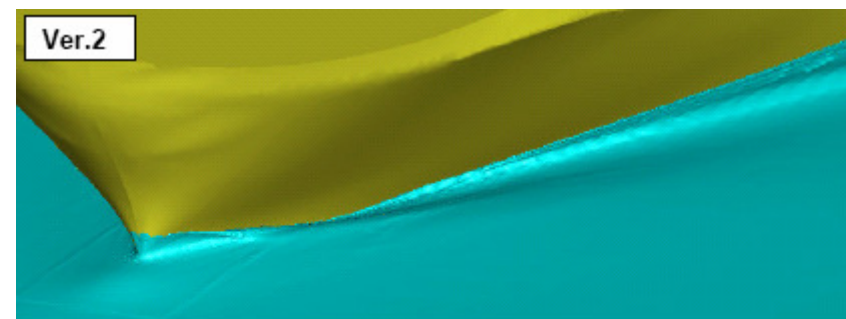
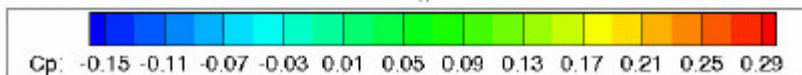
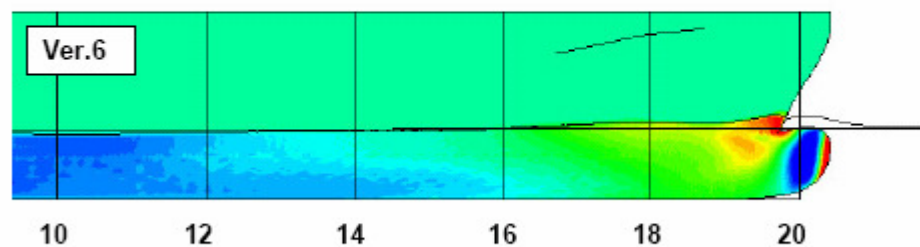
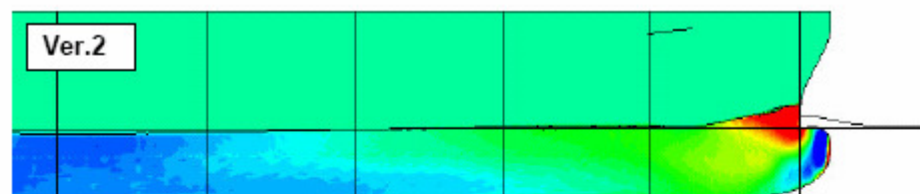
weryfikacja właściwości oporowo-napędowych



Przykłady projektów optymalizacja kształtu kadłuba

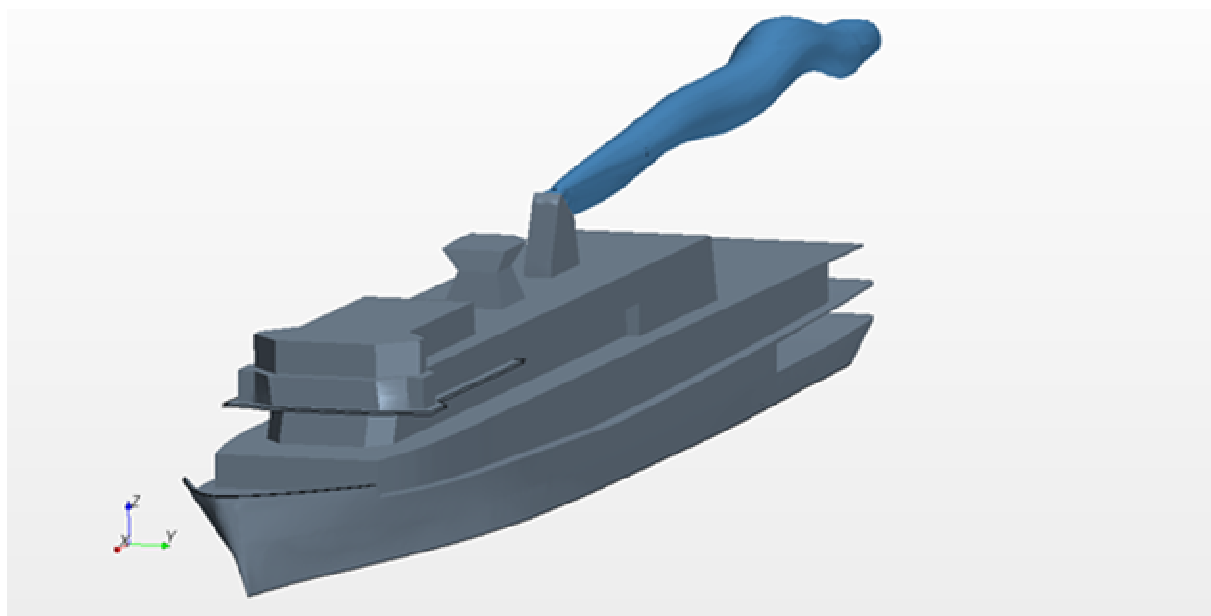


Przykłady projektów optymalizacja kształtu kadłuba



Przykłady projektów

optymalizacja części nadwodnej

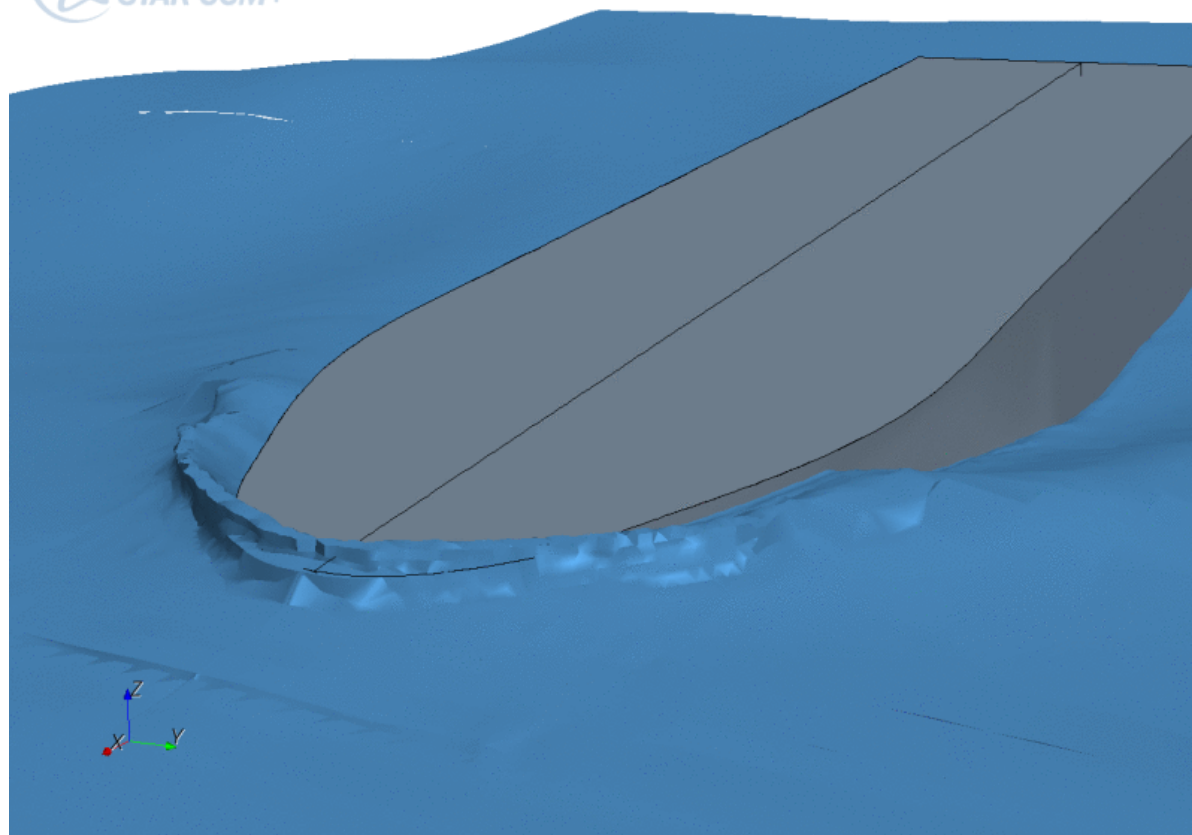


Przykłady projektów badania holownika asystującego

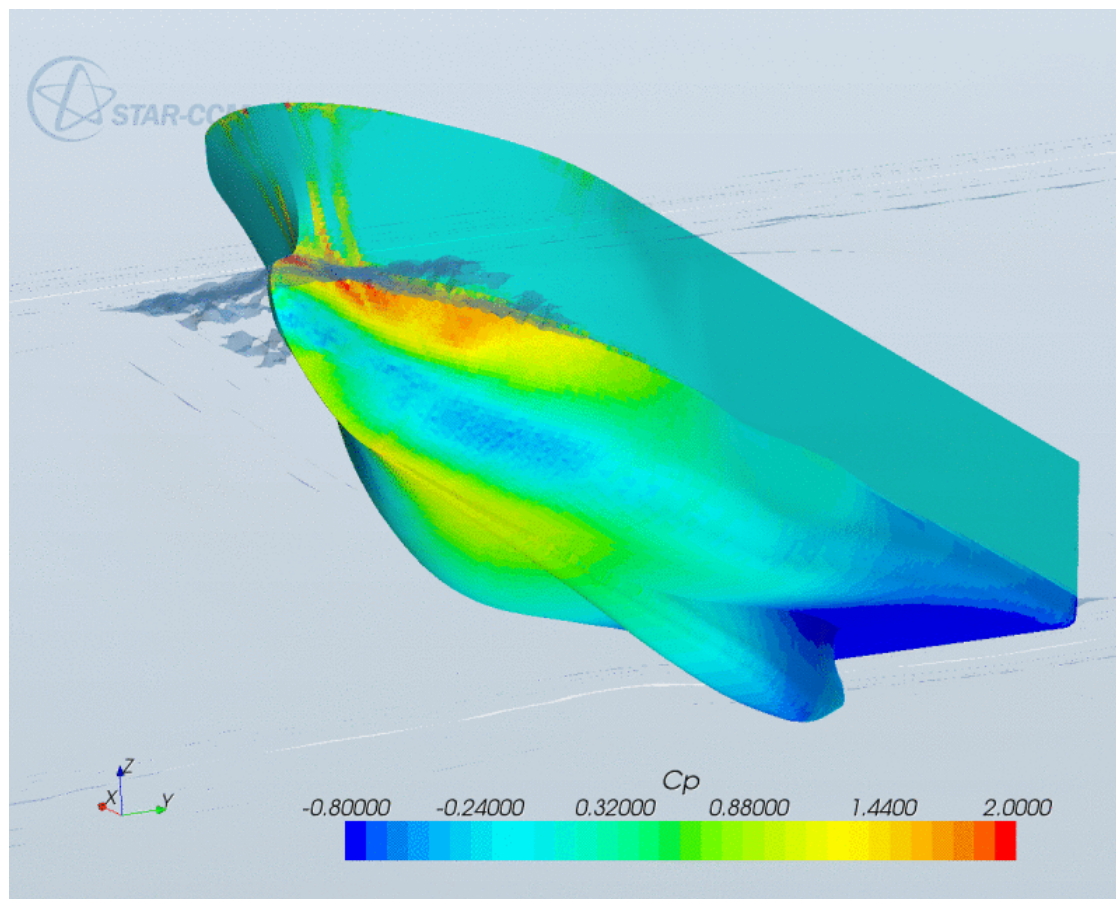


Przykłady projektów

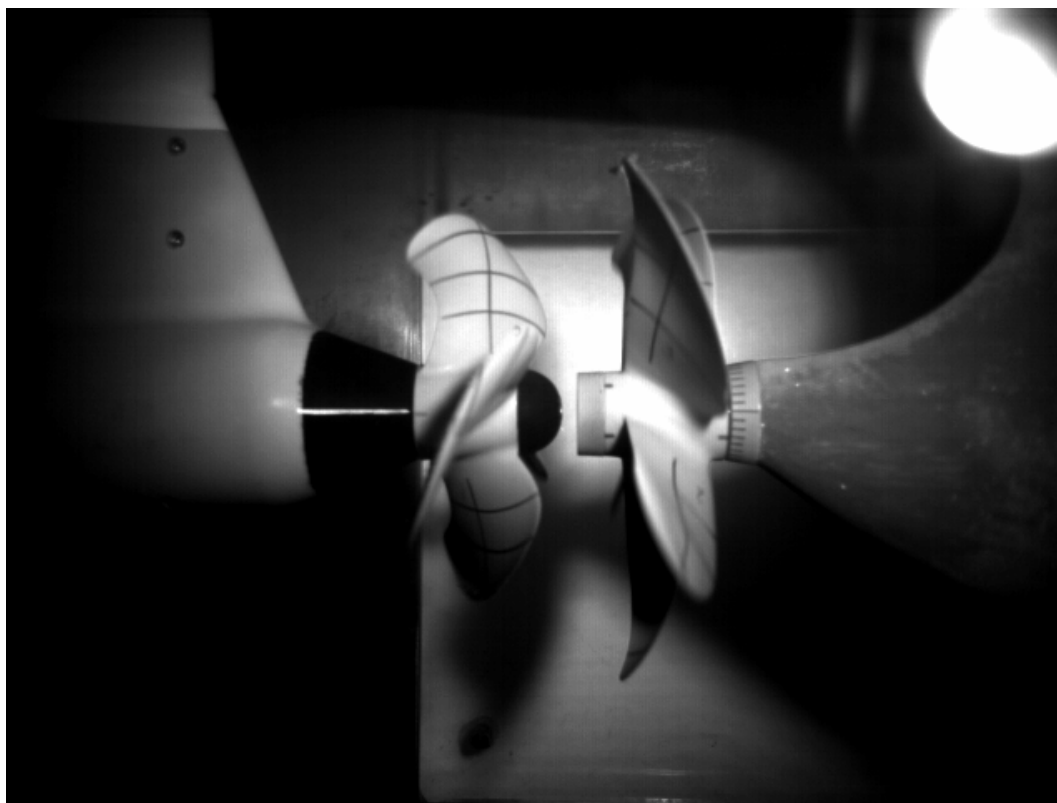
analiza dzielności morskiej



Przykłady projektów analiza dzielności morskiej

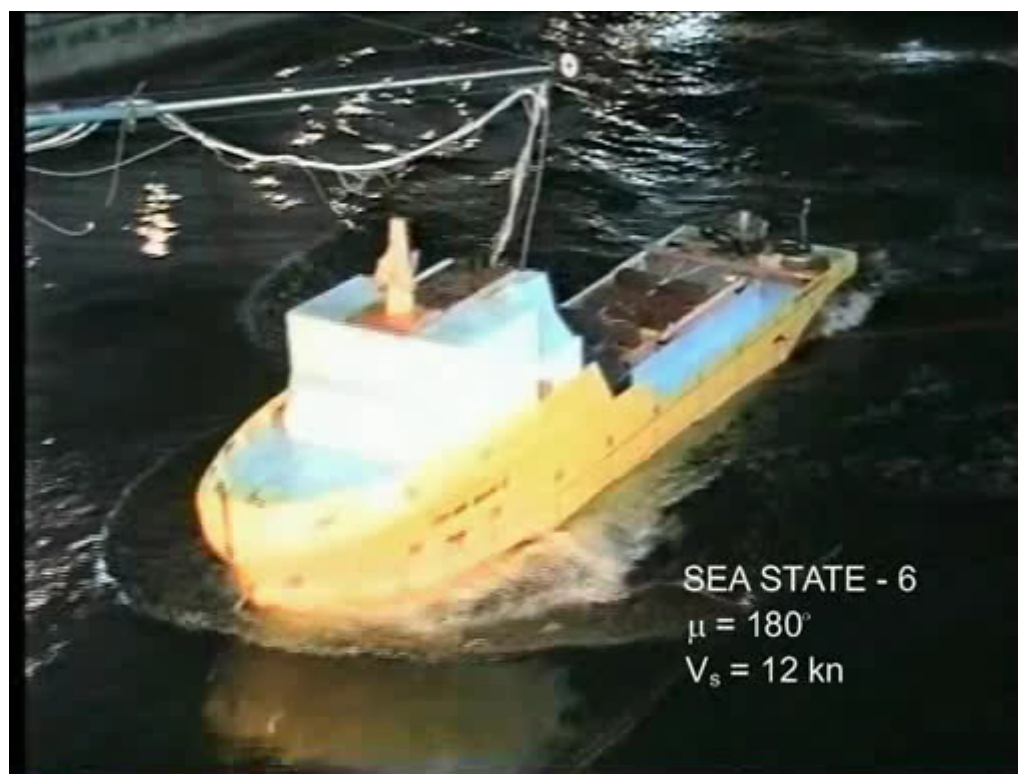


Przykłady projektów kawitacja na pędnikach

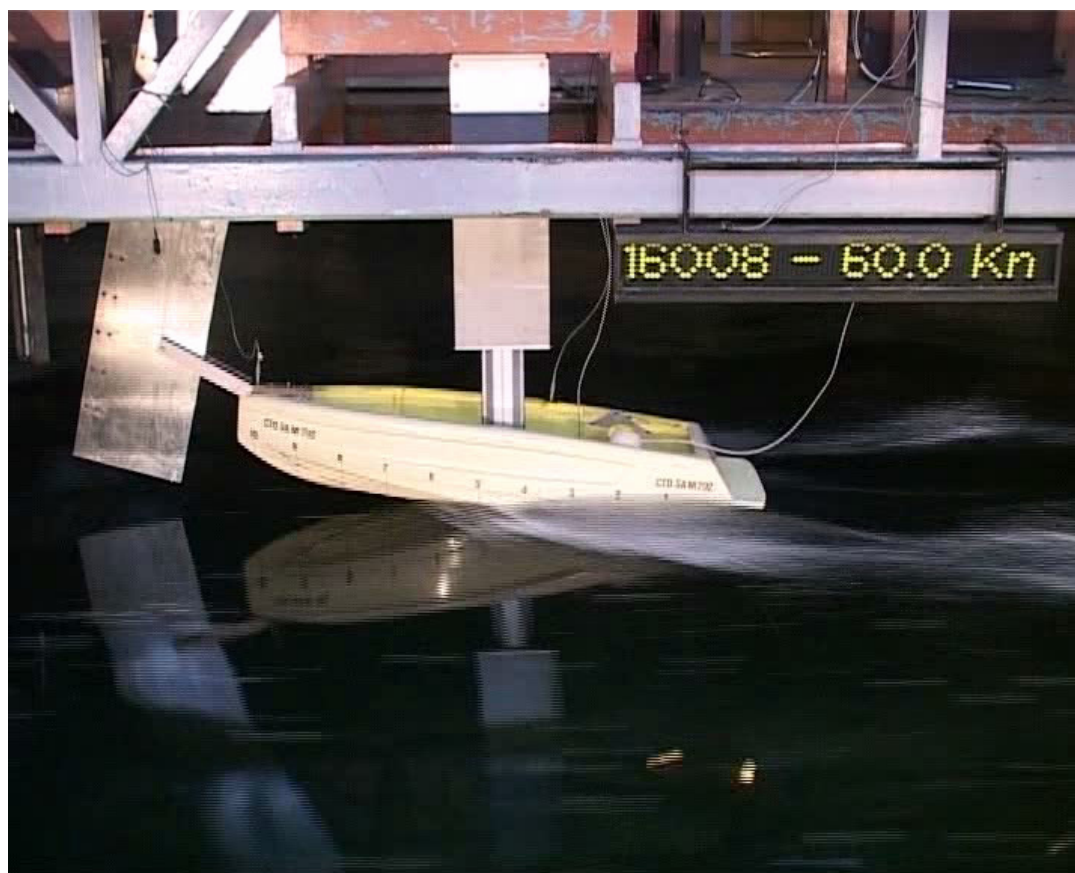


Przykłady projektów

analiza dzielności morskiej

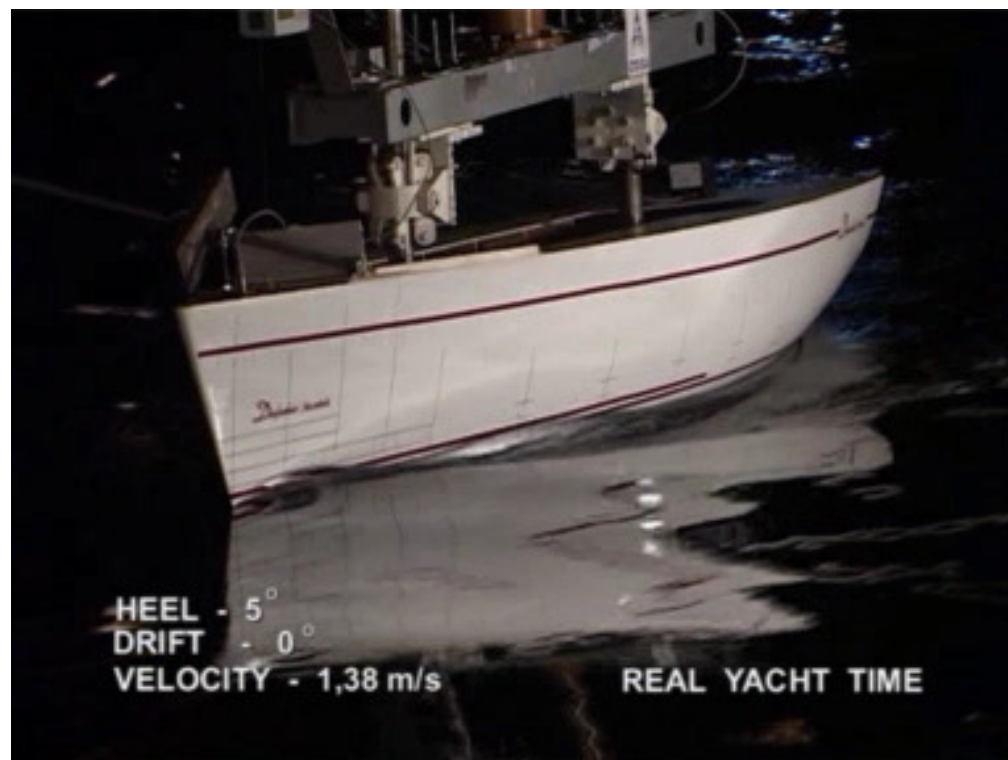


Przykłady projektów analiza dzielności morskiej



Przykłady projektów

analiza dzielności morskiej



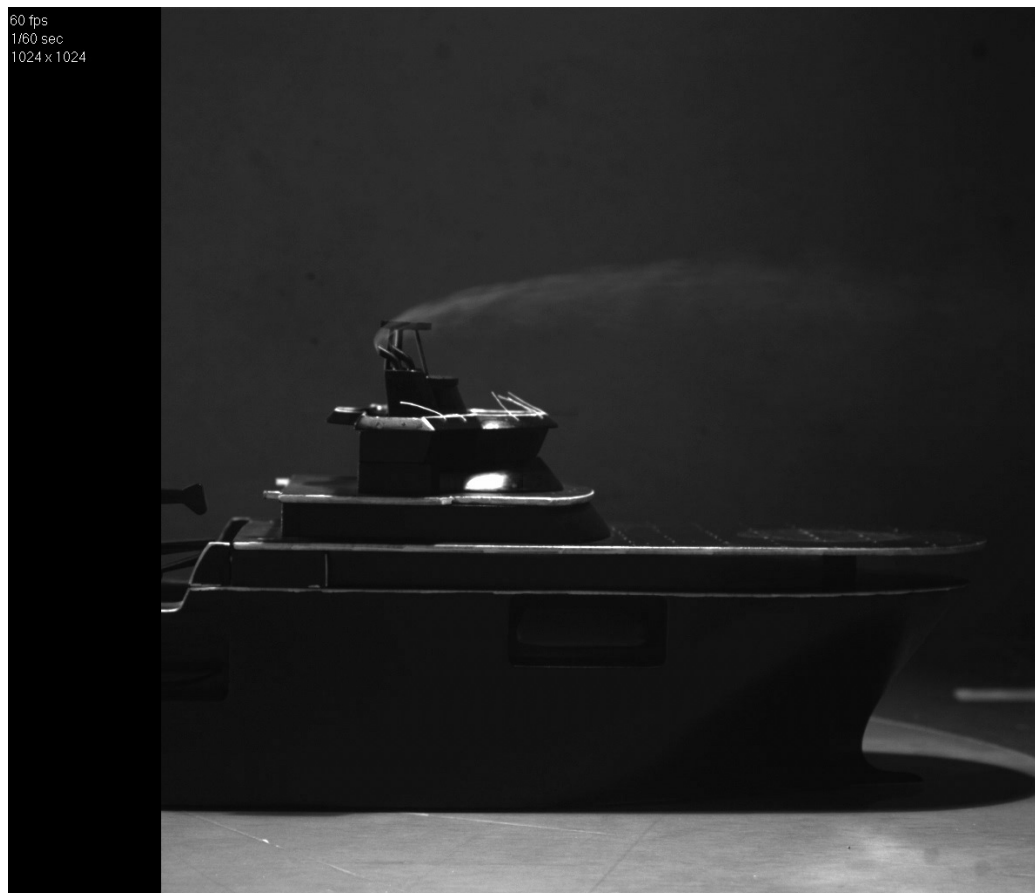
Przykłady projektów analiza właściwości manewrowych



Przykłady projektów przygotowanie modeli symulacyjnych



Przykłady projektów analizy aerodynamicznej



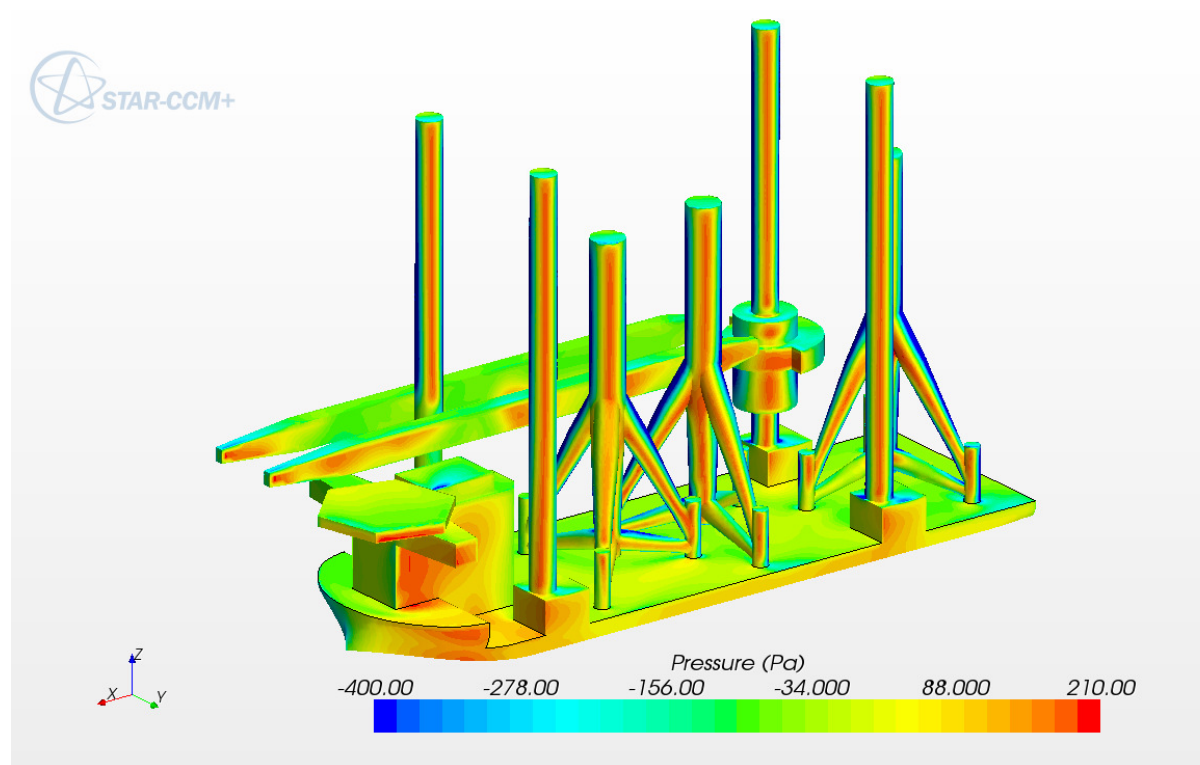
Przykłady projektów

analiza obciążeń środowiskowych



Przykłady projektów

analiza obciążeń środowiskowych



Przykłady projektów analiza obciążeń środowiskowych



Wnioski

- 1. Eksperyment jest nadal istotnym narzędziem analizy inżynierskiej,**
- 2. Metody numeryczne stanowią uzupełnienie eksperymentu, a w pewnych zastosowaniach pozwalają lepiej modelować badane zjawiska,**
- 3. Rozwój gospodarki morskiej (szczególnie przemysłu wydobywczego) stanowi wyzwanie dla hydromechaniki**



Centrum Techniki Okrętowej
Spółka Akcyjna

www.cto.gda.pl

www.yachtresearch.eu

www.cto.gda.pl