

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТРАНСПОРТНИХ  
ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ

**Тема 10-3 Теоретичне обґрунтування ефективності  
водного транспорту**

Мацюк Вячеслав Іванович,  
д.т.н., професор

# План теми

1. Переваги, недоліки та сфера використання морського транспорту.
2. Характеристики суден. Типи суден.
3. Типовий устрій та технологія роботи морського торговельного порту.

## 1. Переваги, недоліки та сфера використання морського транспорту.

Морським транспортом перевозиться більшість вантажів по всьому світу. Особливо це стосується наливних вантажів, таких як сира нафта, нафтопродукти, скраплений природний газ та продукти хімічної промисловості наливом.

Друге місце за обсягом перевезень морським транспортом займають контейнери. Судна-контейнеровози витіснили з ринку універсальні судна, оскільки у стандартний 20- або 40-футовий контейнер може бути поміщений будь-який вантаж від голок до автомобілів. Притому час обробки таких суден знижено в десятки разів завдяки уніфікації транспортної системи всього світу щодо контейнерних перевезень.

Чималу роль грає механізація та інформаційне забезпечення транспортних процесів. Судноплавство з використанням контейнеровозів організується за фідерним принципом: контейнеровози великої вантажопідйомності доставляють вантажі між великими портами (в Роттердамі, Сінгапурі, Гонконгу, Лос-Анжелесі, Нью-Йорку та іншими), а доставка споживачам в інших портах здійснюється невеликими контейнерами фідерів.

## 1. Переваги, недоліки та сфера використання морського транспорту.

За даними на 2021 рік, 29% світової морської торгівлі припадає на перевезення в танкерах наливних вантажів, 26% — на перевезення суховантажами (насамперед залізняка, зерна, вугілля), 24% морського — на контейнерні перевезення. При цьому контейнерні перевезення — сегмент морського вантажообігу, що найбільш динамічно розвивається: вони зросли майже втричі з 1998 року по 2019 рік — з 60 млн TEU (один стандартний 20-футовий контейнер) до 150 млн TEU.

# 1. Переваги, недоліки та сфера використання морського транспорту.

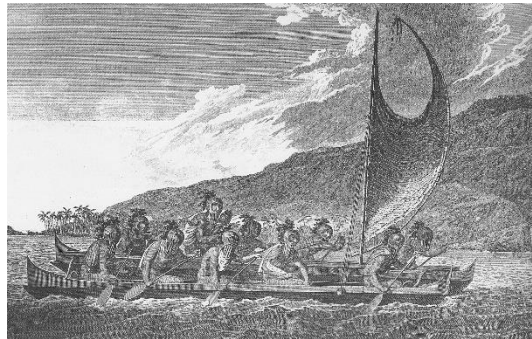
Перші водні канали були побудовані в XI у Китаю.

В 1807 р. по ріці Гудзон поплив перший пароплав.

Історія мореплавання - історія використання людиною судів для переміщення Світовим океаном.



Модель давньоримської триреми



Полинезийський катамаран



Португальські караккі (картина XVI ст.)



Сучасний контейнеровоз

# 1. Переваги, недоліки та сфера використання морського транспорту.

## Основні переваги:

1) менший опір руху на малих швидкостях вимагає меншого тягового зусилля, чим на сухопутному транспорті. Потужність застосовуваного двигуна в 6-7 разів нижче.

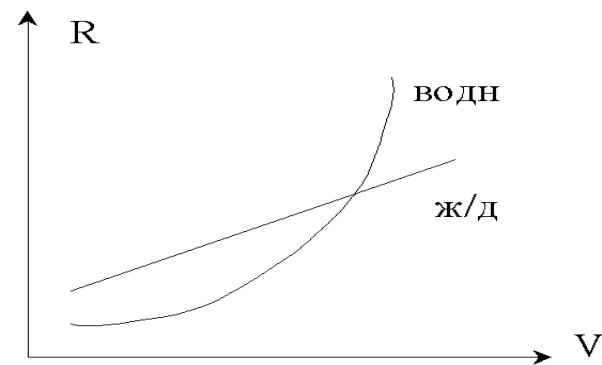
2) немає габаритних обмежень.

3) необмежена пропускна здатність по шляху (пропускна здатність знижується через погані причали портів).

4) незначна витрата палива, тому що рух між портами відбувається по найкоротшій відстані.

5) більше низька собівартість перевезень в 2 рази нижче, ніж на залізничному.

6) продуктивність праці на морському транспорті вище в 5 разів, чим на залізничному.



1. Переваги, недоліки та сфера використання морського транспорту.

Недоліки водного транспорту:

- 1) порівняно невисока швидкість доставки.
- 2) великі капіталовкладення у спорудження механізації порту та значний термін їх окупності, тому що в результаті сезонної роботи механізми простоюють.
- 3) нерегулярність сполучення (навігації).
- 4) звивистість річкових шляхів, що подовжує в 3-3,5 рази шлях у порівнянні з іншими лініями.

Сфери використання:

Основний транспорт у забезпеченні глобальних ланцюгів постачання зовнішньоторговельних відносин, у тому числі у міжконтинентальному сполученні.

## 2. Характеристики суден. Типи суден.

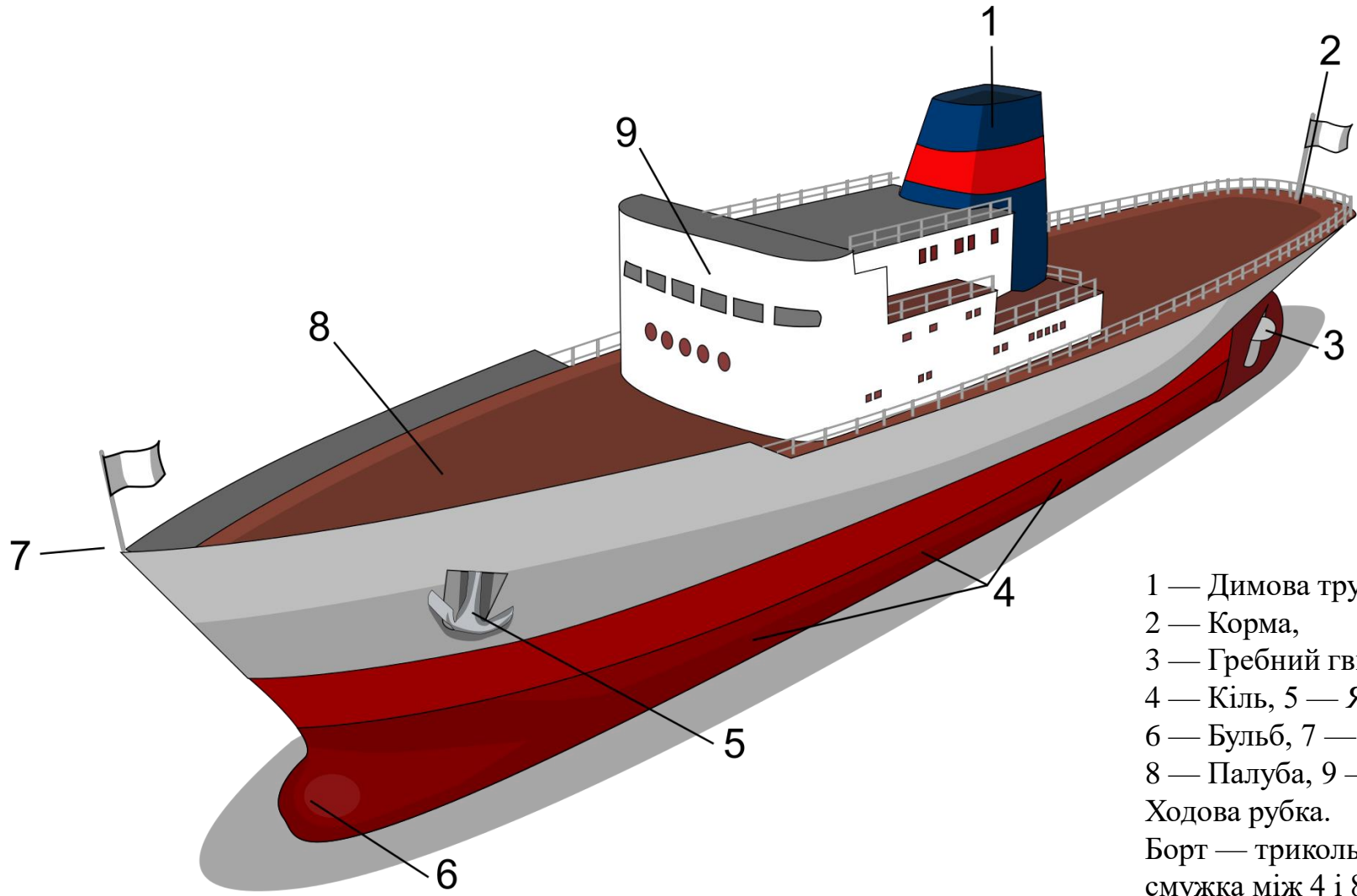
Більшість термінів, що на сьогодні використовуються при означенні характеристик суден, мають нідерландське та англійське походження.

Флот – голландське слово: нідерл. vloot, фр. flotte - велике об'єднання кораблів, судів та членів їхнього екіпажу як правило під єдиним командуванням.





2. Характеристики суден. Типи суден.



- 1 — Димова труба,
- 2 — Корма,
- 3 — Гребний гвинт,
- 4 — Кіль, 5 — Якір,
- 6 — Бульб, 7 — Ніс,
- 8 — Палуба, 9 —  
Ходова рубка.
- Борт — триколюрова  
смужка між 4 і 8.

## 2. Характеристики суден. Типи суден.

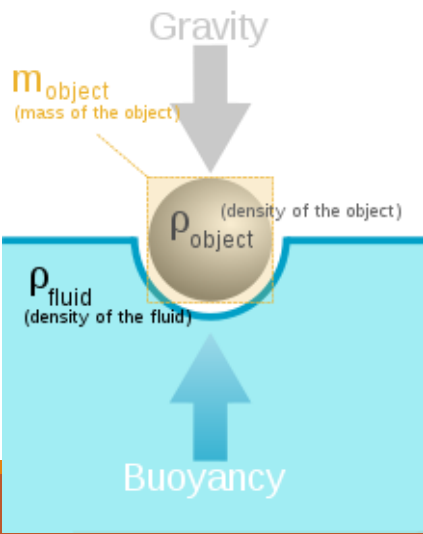
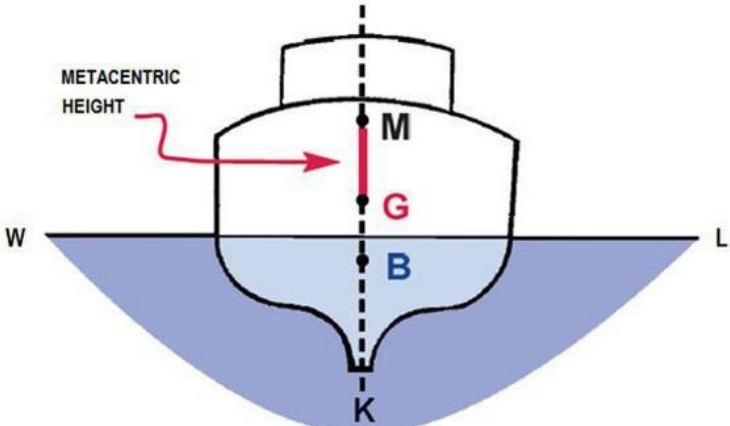
Судна мають такі основні характеристики:

**Міцність судна** – корпус корабля повинен тримати удар хвилі, тиск води, тиск вантажів усередині, удари льоду.

Міцність корпусу поділяють на загальну і місцеву. Загальна міцність - це міцність всього судна, як балки змінного по довжині поперечного перерізу, що врівноважує всі діючі на судно сили. Місцева міцність - це міцність окремих елементів корпусу судна.

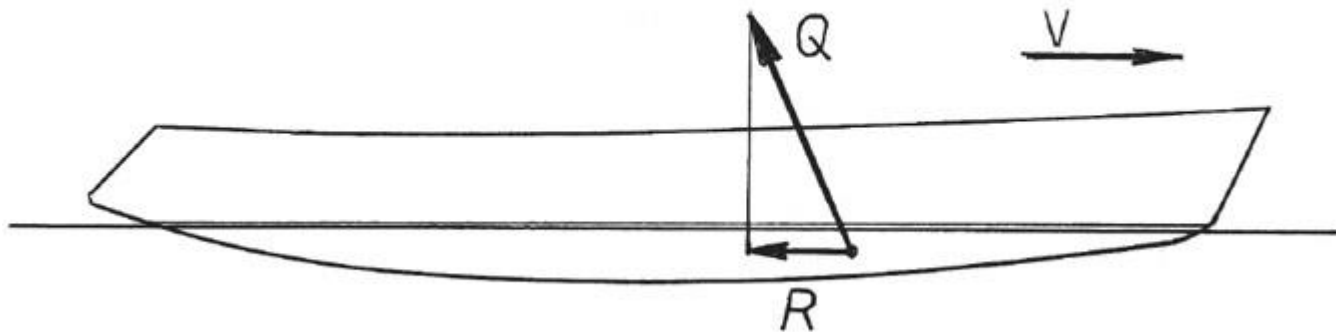
## 2. Характеристики суден. Типи суден.

**Стійкість судна** – здатність судна під дією зовнішніх сил (вітер, хвиля, нерівномірне навантаження) вертатися до нормального стану.



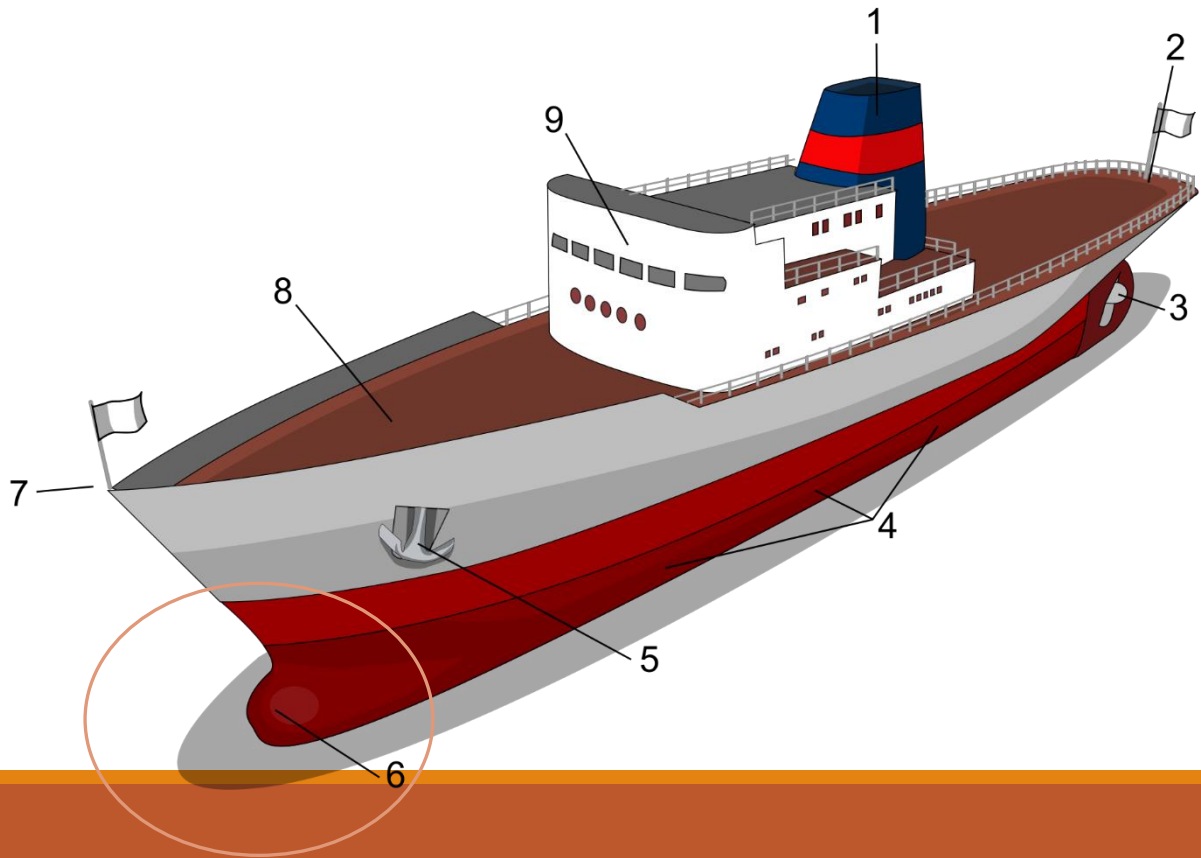
## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Ходовість - якість судна мати і зберігати задану швидкість ходу за даних умов при мінімальній витраті потужності механізмів, встановлених на ньому. З двох подібних суден кращою ходовістю володіє те, яке розвиває велику швидкість при однаковій потужності головних судових двигунів або однаковою парусністю.



## 2. Характеристики суден. Типи суден.

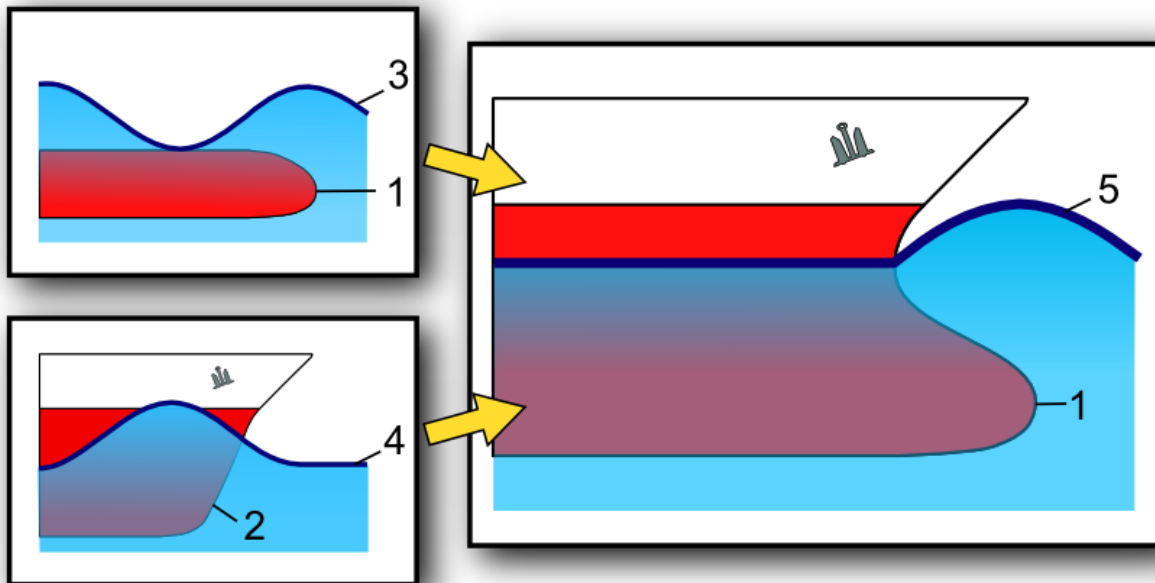
Ходовість - якість судна мати і зберігати задану швидкість ходу за даних умов при мінімальній витраті потужності механізмів, встановлених на ньому. З двох подібних суден кращою ходовістю володіє те, яке розвиває велику швидкість при однаковій потужності головних суднових двигунів або однаковою парусністю. Як критерій ефективності, умов експлуатації залежить і від форми (геометрії) та розміру корпусу судна. Має вплив наявність «бульбу».



## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Бульб - краплеподібне обтічне потовщення корпусу в носовому підводному краю судна, що знижує хвильовий опір при русі на тихій воді.

Бульб на великих судах дає вигоду, як правило, від 12 до 15% паливної ефективності порівняно з аналогічними судами без них.



Дэвид У. Тейлор - David W.  
(4 березня 1864 - 28 липня 1940) був  
військово-морським архітектором США та  
інженером з ВМС США

## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Бульби виявилися найефективнішими за дотримання таких умов:

- при використанні на корпусах із довжиною по ватерлінії понад 15 метрів;
- для довгих та вузьких корпусів;
- при швидкостях, близьких до максимальної швидкості судна.



## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Поворотність судна - здатність судна адекватно реагувати на зміну положення керма, а стійкістю на курсі - здатність зберігати заданий напрямок руху. Так, чим більша поворотність судна (чим швидше воно змінює напрямок свого руху при повороті керма), тим менше воно є стійким на курсі.

Керованість судна - здатність судна бути поворотним і стійким на курсі.





## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Корпус судна - основна частина судна, представлена водонепроникним та порожнім всередині тілом обтічної коробчастої (для надводних суден) або циліндричної (для підводних човнів) форми.

Корпус судна характеризується головними розмірами (довжиною, шириною, осадкою), формами зовнішніх обрисів, конструктивно-силовою схемою набору, конструкційними матеріалами, використаними при виготовленні (дерево, сталь і (або) легких сплавів, пластмас, композиційних матеріалів і дерева).

Зовнішня форма корабля характеризується обрисом 3-х його площин:

- вертикальної ("бічне креслення");
- горизонтальної;
- вертикально-поперечної (проекція, називана мидделем судів).

Основні розміри судна називаються розмірением.



## 2. Характеристики суден. Типи суден.

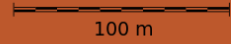
**Плаву́чість** – здатність корабля плавати з повним вантажем з певним осіданням корпусу до встановленої горизонтальної площини – **ватерлінії**.

$$T_n \neq T_k; T_k > T_n$$

$T_k$  – кормове осідання

$T_n$  – носове осідання

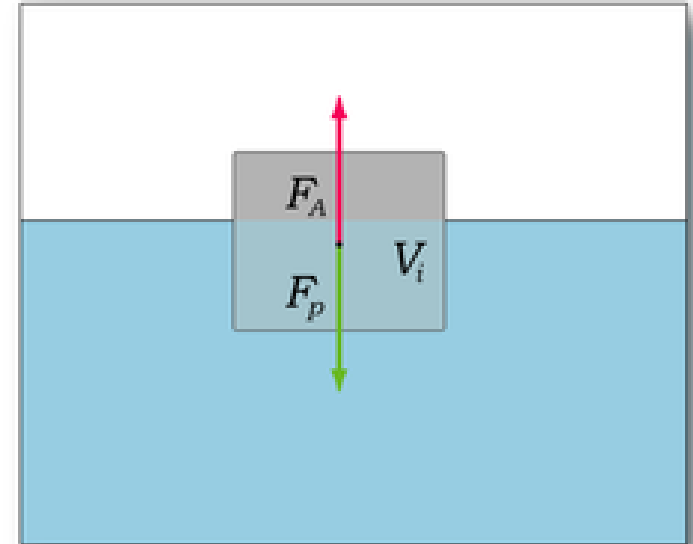
На великих судах в 300 тис. тонн  $T_{oc}=30$  м



## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Водотоннажність – вага з повним вантажем у тоннах, чисельно рівний ваги води, що витісняє підводною частиною судна.

Водотоннажність (інакше водозаміщення) судна - кількість води, що витісняється судном, вага якої, відповідно до закону Архімеда, дорівнює вазі судна. Водотоннажність є однією з експлуатаційних характеристик судна. Виражену в тоннах водотоннажність називають тоннажем.

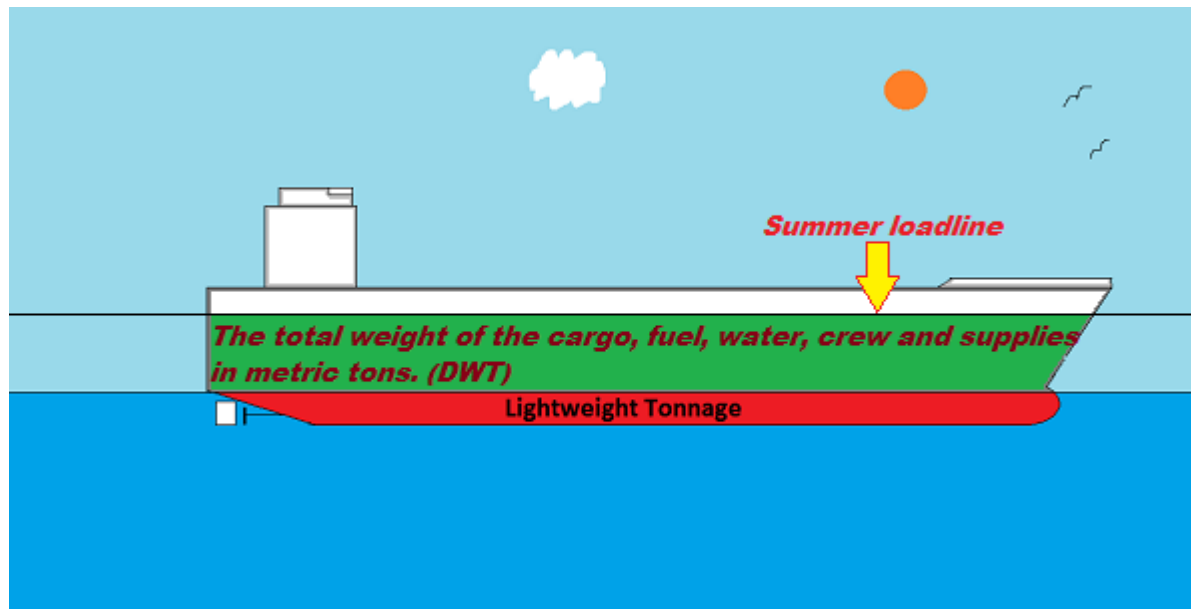


Розрізняють водотоннажність:

масову водотоннажність (зазвичай, просто водотоннажність) - маса судна, що дорівнює масі витиснутої ним води під час його перебування на плаву у статичному положенні;  
об'ємну водотоннажність - об'єм підводної частини корпусу судна з урахуванням зовнішньої обшивки та інших підводних елементів.

## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Дедвейт (англ. deadweight) - величина, що дорівнює сумі мас змінних вантажів судна, що вимірюється в тоннах, тобто сума маси корисного вантажу, що перевозиться судном, маси палива, олії, технічної та питної води, маси пасажирів з багажем, екіпажу та продовольства.



## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Розрізняють такі види водотоннажності, у залежності від нормованого ступеня завантаження судна:

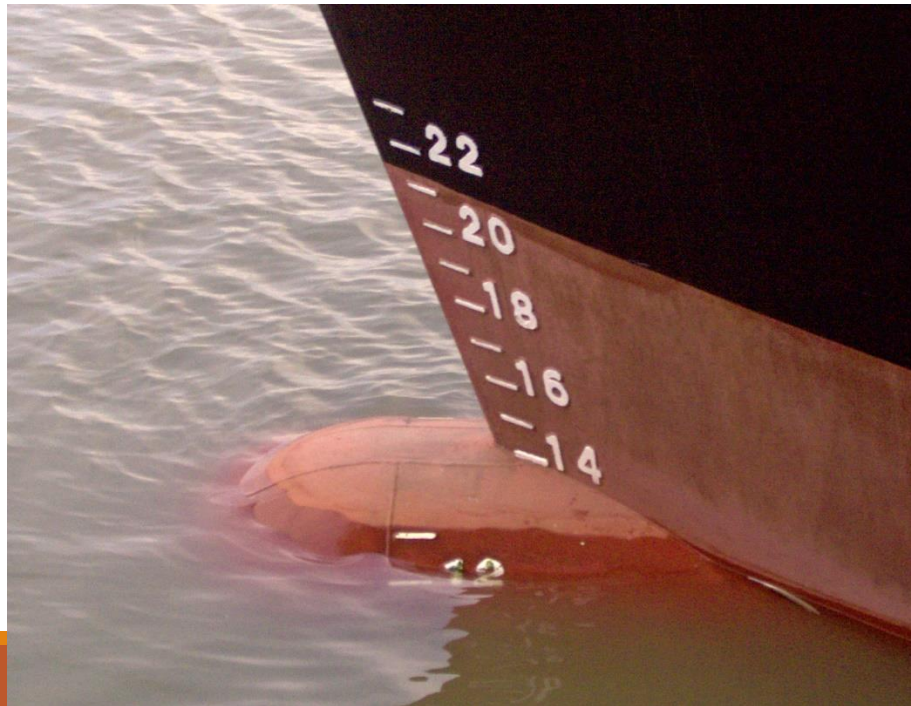
- порожня водотоннажність - маса корабля без особового складу та необов'язкового вантажу; для суден - маса судна без вантажів, що зараховуються у дедвейт;
- повна водотоннажність - маса корабля з укомплектованим особовим складом та усіма корабельними механізмами, обладнанням та озброєнням, а також змінним вантажем, передбаченим специфікацією корабля (боєприпаси, предмети спорядження, продовольство, питна та живильна вода для котлів, паливо, мастильні матеріали);
- найбільша водотоннажність - водотоннажність, яка складається з повної водотоннажності плюс змінний вантаж (включаючи додаткові боєприпаси), прийнятий понад специфікаційні норми до повного заповнення усіх місткостей та приміщень;
- нормальна водотоннажність - водотоннажність, яка складається з повної водотоннажності за винятком 50 % запасів палива, мастила та живильної води для котлів;
- стандартна водотоннажність - водотоннажність, яка складається з повної водотоннажності за винятком усіх запасів палива, мастила та живильної води для котлів.

## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Дедвейт (англ. deadweight, «мертва вага», скорочено — «DWT») — повна вантажопідйомність судна, сумарна величина ваг змінних вантажів у тоннах, тобто сума ваги всього корисного вантажу, що перевозиться судном, яка характеризує його вантажопідйомність, ваги пального, масла, технічної та питної води, ваги пасажирів з багажем, екіпажу та продовольства.

Дедвейт являє собою різницю між повною та порожньою водотоннажністю, і є показником максимально допустимого завантаження судна, при якому забезпечується його безпечний хід. В окремих випадках дедвейт може використовуватись для позначення фактичного рівня завантаження судна.

Термін «дедвейт» вживається тільки стосовно торговельних вантажних суден. Дедвейт при осіданні під вантажну марку (вантажну ватерлінію) є показником теоретичного розміру вантажного судна і його основною експлуатаційною характеристикою.



## 2. Характеристики суден. Типи суден.

Швидкість руху суден вимір. в вузлах (морська міля за годину).

Один вузол становить 1,87 км.



## 2. Типи суден.

Відповідно до міжнародного визначення, а також, у відповідності до ст. 15 розділу II Кодексу торговельного мореплавства України поняття судно – означає самохідну чи несамохідну плавучу споруду, що використовується:

– для перевезення вантажів, пасажирів, багажу і пошти, для рибного чи іншого морського промислу, розвідки і добування корисних копалин, рятування людей і суден, що зазнають лиха в морі, буксирування інших суден та плавучих об'єктів, здійснення гідротехнічних робіт чи піднімання майна, що затонуло у морі; – для несення спеціальної державної служби (охорона промислів, санітарна і карантинна служби, захист моря від забруднення тощо);

- для наукових, навчальних і культурних цілей;
- для спорту;
- для інших цілей.

Риболовне судно у цьому Кодексі – це будь-яке торговельне судно, що використовується для рибного або іншого морського промислу.

Знаряддя промислу є невід'ємною частиною риболовного судна, у зв'язку з чим морські події, пов'язані з пошкодженням знарядь промислу риболовного судна іншими суднами класифікується як зіткнення суден у морі.



## 2. Типи суден. Класифікація суден

Для морського флоту характерна велика різноманітність суден. Вони відрізняються за розмірами та конструкціями корпусу, типом силової установки, основними техніко-економічними характеристиками і т. ін.

Морські судна класифікують:

- за призначенням,
- районом плавання,
- архітектурним і конструктивним типами,
- матеріалом корпусу, родом двигуна і т. ін.

Вибір тієї чи іншої класифікації залежить від її цільового призначення і визначається завданнями експлуатації флоту або конкретного дослідження. Існують класифікації суден залежно від регулярності рейсів та форм договорів на перевезення. Ринок морських перевезень в основному ділиться на трампове та лінійне судноплавство.

## 2. Типи суден.

Трамповими (від англ. tramp — бродяга) називаються судна, які здійснюють нерегулярні рейси. Трампові судна в основному перевозять масові вантажі, а саме: ліс, руди, вугілля, зерно, нафтопродукти. Але такі судна в разі необхідності можуть перевозити генеральні вантажі, наприклад обладнання, апаратуру, автомобілі, трактори тощо.

У лінійному судноплаванні перевозяться генеральні вантажі у напрямках зі стійкими вантажопотоками за розкладом між закріпленими портами. Тобто перевезення здійснюються регулярними лініями одним або декількома судноплавними підприємствами.

## 2. Типи суден.

Суховантажі - загального призначення призначені для перевезення генеральних вантажів та є найпоширенішим типом судів.

До спеціалізованих суховантажів відносяться рефрижераторні, контейнерні, трейлерні судна, судна для перевезення навалочних вантажів, лісовози, судна для перевезення автомашин, худоби та ін.



## 2. Типы судов.

трейлерное судно



автомобилевоз



контейнеровоз



судно для перевозки скота



[korabley.net](http://korabley.net)

## 2. Типи суден.

Рефрижераторні судна призначені для перевезення продуктів, що швидко псуються (риби, м'яса, фруктів). Їхні вантажні трюми мають надійну теплоізоляцію та холодильні установки, що забезпечують охолодження трюмів. Залежно від роду вантажу, що перевозиться, в трюмах підтримується температура від +5 до -25°C.



## 2. Типи суден.

Контейнерні судна (контейнеровози) призначені для перевезення вантажів, заздалегідь упакованих у спеціальні великовантажні контейнери, вага яких з вантажем становить 10-20 тонн.

Сучасні контейнеровози мають повне розкриття палуби, конструкції для фіксації контейнерів роблять пористими, на палубі перевозиться до 60% вантажу (до восьми, в проектах — до дев'яти). Нові контейнеровози можуть не мати люкових закриттів, у них контейнери з трюму підносяться над палубою, що дозволяє збільшити місткість суден і скоротити час вантажних операцій. Такі судна мають потужні насоси для викачування води, що потрапляє в їхні трюми під час шторму або дощу.

Для забезпечення належної стійкості судна з витратами запасів палива у бортові танки приймається баласт. У контейнеровозах передбачені пасивні заспокоювачі хитавиці (цистерни з перетоком), а також танки для автоматичного регулювання крену при вантажних роботах.

Найбільшим контейнеровозом на 2019 рік став побудований цього року 400-метровий MSC Gülsün (23 756 TEU), побудований Samsung Heavy Industries.



# 2. Типы судов.

## Еволюція контейнеровозів

**A**

Ранние контейнеровозы (1956-)  
**500-800 TEU**

100x16x8 метров (Длина/ширина/осадка)

Контейнеров по ширине 2 5

Отсековые контейнеровозы (1970-)  
**1000-2500 TEU**

140x23x9 метров

5 9  
4

185x24x10 метров

Контейнеров на верхней палубе 5 9  
Контейнеров на нижней палубе 5

**B**

Панамакс (1980-)  
**3000-3400 TEU**

250x32x12 метров

8 13  
7

Панамакс Макс (1985-)  
**3400-4500 TEU**

290x32x12.5 метров

8 13  
7

**C**

Пост Панамакс (1988-)  
**4000-6000 TEU**

270x38x13 метров

8 15  
7

Пост Панамакс II (2000-)  
**6000-8500 TEU**

300x42x14.5 метров

8 17  
9

**D**

Новый Панамакс (2016-)  
**12 500 TEU**

366x49x15.2 метров

9 19-20  
9

**E**

Супер Пост Панамакс (Класс E)  
**12 000-18 000 TEU**

397x56x15.5 метров

10 22  
10

Класс Triple E (2013-)  
**18 000-20 000 TEU**

400x59x16 метров

10 23  
10

## 2. Типи суден.

Різновидом контейнеровозів є судна для перевезення плавучих контейнерів-барж, званих Ліхтеровозами. Такі баржі вантажопідйомністю 250-300 тонн вивантажують із судна безпосередньо на воду, після чого їх відбуксирують до причалу одержувача вантажу.





## 2. Типи суден.

Трейлерні судна служать для перевезення вантажів, що у так званих трейлерах автопричепях (судна типу Ро-Ро, roll in / roll out). Вантаж, розміщений у колісних причепах, можна завантажити (або вивантажити), вкочуючи або викочуючи трейлери на судно і назад протягом дуже короткого часу - за кілька годин замість кількох діб на звичайному суховантажі.



## 2. Типи суден.

Балкери - суда для перевезення навалочних вантажів призначені для перевезення руди, рудних концентратів, вугілля, мінеральних добрив, будівельних матеріалів, зерна тощо.



## 2. Типи суден.

Лісовози призначені для перевезення лісових вантажів - круглого лісу та пиломатеріалів. Від суховантажних суден загального призначення лісовози відрізняються меншою швидкістю ходу (13-15 вузлів), наявністю – незалежно від розмірів судна лише однієї палуби.



## 2. Типи суден.

Судна для наливних вантажів – танкери.

Нафтовий танкер або танкер-нафтовоз - велика група танкерів, призначена для перевезення сирової нафти. Танкер-продуктовоз - перевозка продуктів переробки нафти.



## 2. Типи суден.

Танкер-газовезу - перевезення зріджених газів.



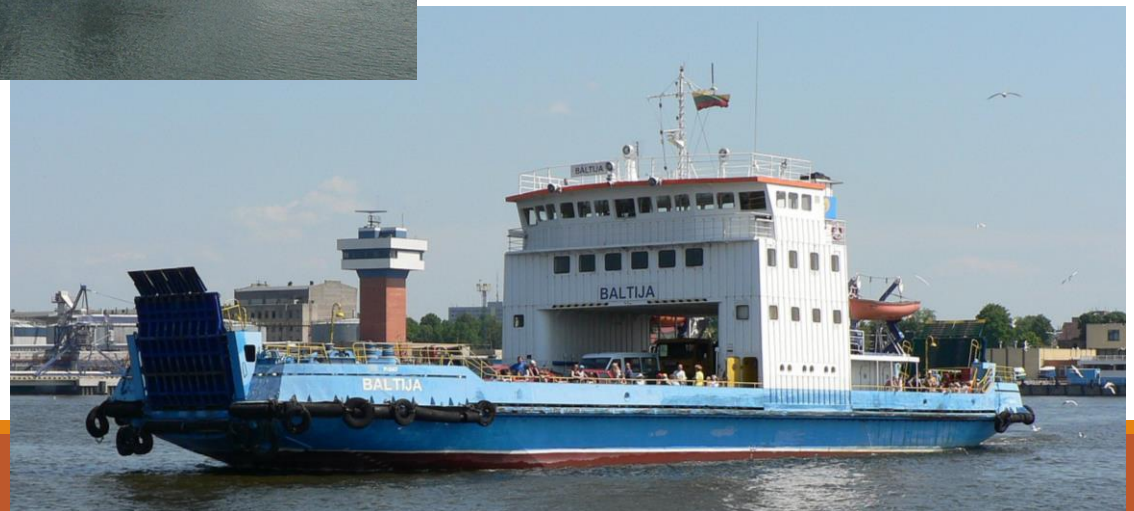
## 2. Типи суден.

Танкер-хімовоз — перевезення рідких продуктів хімічної промисловості, харчових продуктів та інших рідких речовин без упаковки.



## 2. Типи суден.

Пором, рідко паром, заст. порон — плавзасіб, що використовується для перевезення пасажирів і транспортних засобів між двома берегами водної перешкоди (річки, озера, протоки й навіть моря)



## 2. Типи суден.

Паром для перевезення залізничних вагонів.





## 2. Типи суден.

Пасажирські судна – круїзні лайнери,



## 2. Типи суден.

Спеціальні судна – букіри.



### 3. Типовий устрій та технологія роботи морського торговельного порту

#### Морські торговельні порти України:

1. Одеський порт
2. МТП Чорноморськ
3. порт Південний
4. Ренійський порт
5. Усть-Дунайський порт
6. Білгород-Дністровський порт
7. Ізмаїльський порт
8. Миколаївський порт
9. порт Ольвія
10. Скадовський порт
11. Херсонський порт
12. Євпаторійський порт
13. Ялтинський порт
14. Керченський порт
15. Севастопольський порт
16. Феодосійський порт
17. Бердянський порт
18. Маріупольський порт

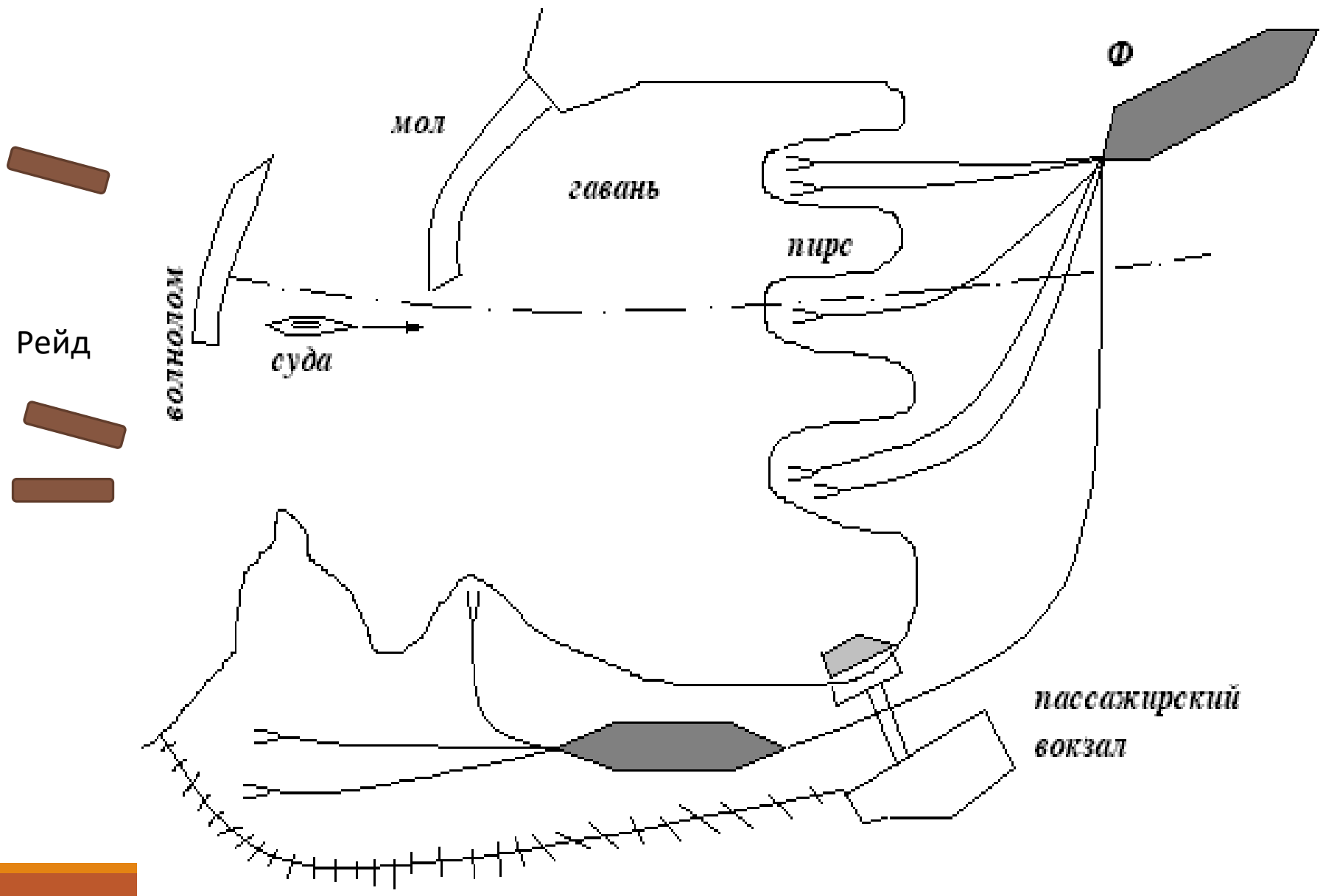
#### Морські рибні порти України:

1. Чорноморський рибний порт
2. Керченський рибний порт
3. Маріупольський рибний порт
4. Севастопольський рибний порт

#### Річкові порти України:

1. Київський річковий порт
2. Чернігівський річковий порт
3. Херсонський річковий порт
4. Миколаївський річковий порт
5. Дніпропетровський річковий порт
6. Запорізький річковий порт
7. Кам'янський річковий порт
8. Нікопольський річковий порт
9. Кременчуцький річковий порт
10. Новокаховський річковий порт
11. Черкаський річковий порт

### 3. Типовий устрій та технологія роботи морського торговельного порту



### 3. Типовий устрій та технологія роботи морського торговельного порту



### 3. Типовий устрій та технологія роботи морського торговельного порту

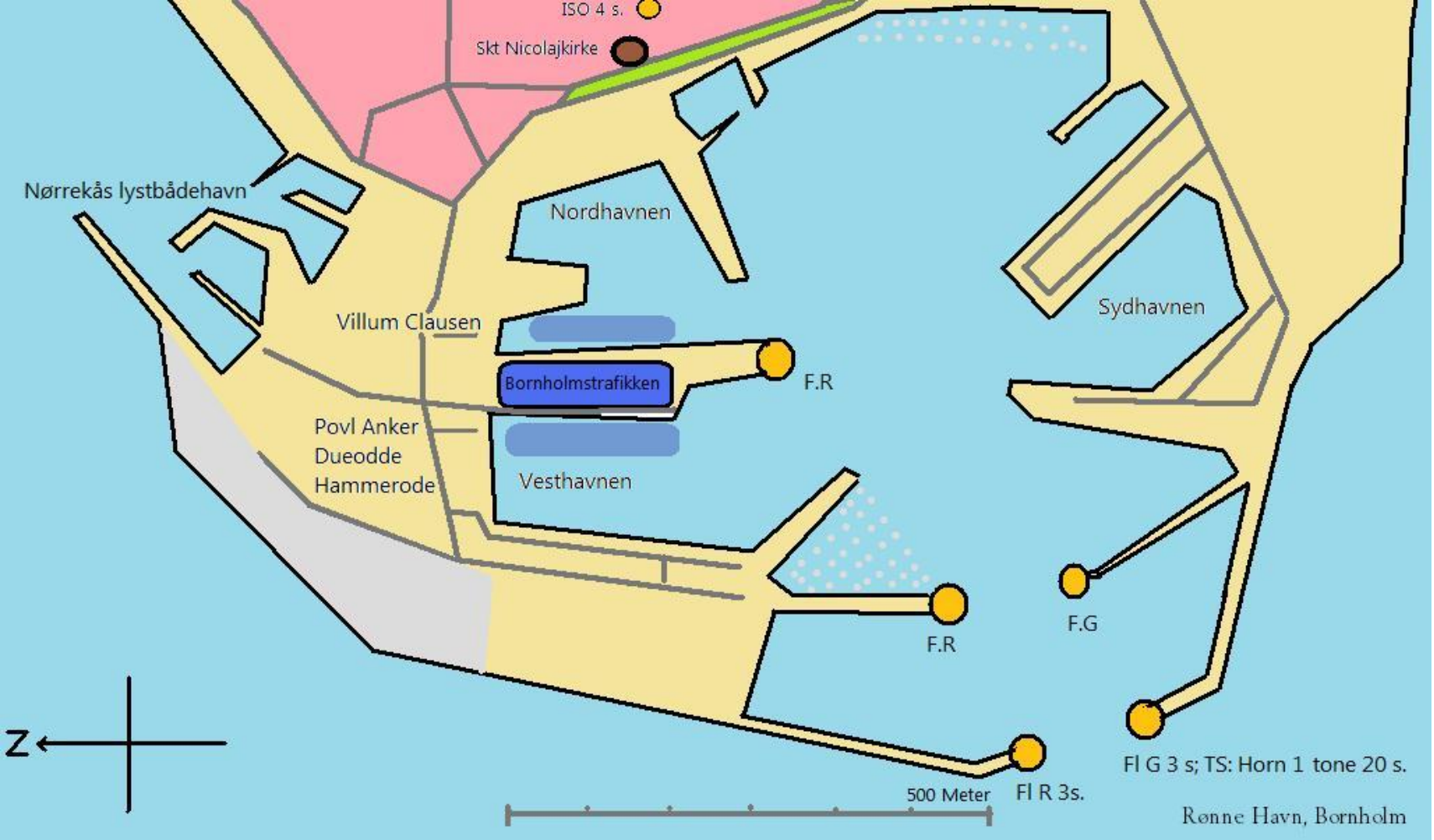


Схема порту (Борнгольм, Данія)

**Дякую за увагу!**