Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Vodní nákladní doprava

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jan Sedláček, Ph.D.

Autor práce: Martin Smejkal

Praha 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Smejkal

Zemědělské inženýrství
Inženýrství údržby

Název práce

Vodní nákladní doprava

Název anglicky

Water freight transport

Cíle práce

Z dostupné literatury popsat fyzikální principy vodní nákladní dopravy, charakterizovat tento typ dopravy, porovnat s ostatními typy nákladní dopravy z hlediska soukromých a společenských nákladů a z hlediska soukromých a společenských přínosů.

Metodika

Na základě studia dostupných materiálů vypracovat bakalářskou práci dle předložené osnovy. Předpokládá se rešeršní práce bez vlastních experimentů.

Doporučený rozsah práce

25 – 30 stran

Klíčová slova

Nákladní doprava, vodní doprava, soukromé a společenské náklady, soukromé a společenské přínosy, ekonomické zhodnocení.

Doporučené zdroje informací

HALLIDAY, D. – RESNICK, R. – WALKER, J. – VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, – OBDRŽÁLEK, J. *Fyzika : vysokoškolská učebnice obecné fyziky.* Brno: Vutium, 2000. ISBN 80-214-1869-9.

HALPERN, A.: 3000 Solved Problems in Physics. McGraw-Hill, New York, 1988, 751 pp. ISBN 0-07-025734-5.

JARDINE, J.: Physics through Applications. Oxford University Press, Oxford, 1991, 247 pp. ISBN 0-19-914280-7

KOŠŤÁL, K. – MECHLOVÁ, E. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz.* Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-151-5.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

RNDr. Jan Sedláček, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra fyziky

Elektronicky schváleno dne 4. 2. 2019

prof. Ing. Martin Libra, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 16. 02. 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou/bakalářskou práci na téma: Vodní nákladní doprava vypracoval/a samostatně a použil/a jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.
Jsem si vědom/a, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.
Jsem si vědom/a, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.
Jsem si vědom/a že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne:_____ Podpis:_____

Poděkování:

Tímto děkuji vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Janu Sedláčkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, poskytnutí rad a za čas, který mi věnoval. Dále děkuji své rodině a přátelům za podporu, kterou mi poskytli při zpracovávání této práce.

Abstrakt:

Cíl práce vysvětluje použití fyzikálních principů, které lodní přeprava musí splňovat pro zajištění bezpečnosti a spolehlivosti plavby. V širším souhrnu se práce snaží vystihnout podstatu fungování lodní přepravy. Kapitola Vodní nákladní přeprava seznamuje čtenáře s druhy nákladních plavidel a rozdílem mezi námořní a vnitrozemní vodní přepravou. V kapitole Bilance vodní nákladní dopravy porovnáváme vodní přepravu s ostatními druhy, kde zjišťujeme její negativa i pozitiva.

Klíčová slova:

Námořní nákladní přeprava, Vnitrozemní vodní nákladní přeprava, Fyzikální principy

Summary:

The aim of this thesis deals with the physical principles that shipping can meet to ensure safety and reliability of transportation. In a wider summary, thesis try to explain main functions of freight transport. The chapter Water Freight Transport introduces to readers the types of cargo vessels and difference between sea and land transport. In chapter Balance of water freight transport, we compare water transports with other types of transport, where we can find out negative and positive results.

Key words:

Sea freight transport, Inland freight transport, Physical principles

Obsah

1. Úvod 1
2. Fyzikální jevy a konstrukce lodí 2
2.1 Archimédův zákon 2
2.1.1 Výtlak 2
2.2 Plnost výtlaku lodi 4
2.3 Odpor lodě při plavbě 4
2.3.1 Odpor lodě v neproudící vodě 4
2.3.2 Odpor vodních cest 5
2.3.3 Odpor lodě v proudící vodě 6
2.3.4 Odpor lodních vleků 6
2.4 Pohon a výkon lodí 6
2.5 Stabilita 8
2.5.1 Těžiště lodi 8
2.6 Plavební hydrologie a meteorologie 9
2.6.1 Plavební hydrologie 9
2.6.2 Plavební meteorologie 10
3. Přehled vodní nákladní dopravy 11
3.1 Historie nákladní dopravy 11
3.2 Kategorizace plavidel 12
3.2.1 Kontejnery 19
3.2.2 Vnitrozemská nákladní plavidla 19
3.2.3 Námořní nákladní plavidla 21
4. Plavební trasy 21
4.1 Námořní přepravní trasy 21
4.2 Vnitrozemské vodní přepravní trasy Evropy 22
5. Přístavy 24
5.1 Typy přístavů k manipulaci zboží 24
5.2 Překládací zařízení 25
5.3 Přehled přístavů 26
6. Bilance vodní nákladní dopravy 27
7. Závěr 33
8. Seznam použitých zkratek 34
9. Seznam obrázků 35
10. Seznam tabulek 36
11. Seznam použité literatury 37

1. Úvod

Vodní nákladní doprava je jednou z nejvýznamnějších přepravních možností, kterou lidstvo využívá pro přepravu nákladu. Využívání vody pro přepravu materiálu patří k nejstarším metodám přepravy. Hlavní přínos spočíval v případech, kdy se jednalo o objemnější a těžší materiál. Vodní nákladní doprava se stále zdokonaluje, díky dlouholetým zkušenostem a postupům.

Na přepravě materiálu se podílí od jednotlivých podnikatelů, až po velké plavební společnosti, vlastnící velké portfolio nákladních přepravních lodí. Mezi těmito plavidly jsou různé typy lodí zaměřené na převoz tzv. suchého zboží. Druhým typem jsou specializované lodě na převoz tekutých komodit.

Pomocí modernizace plavebních tras se snižuje čas potřebný na přepravu a navyšuje se schopnost lodí přepravovat větší objem materiálu. V globálním měřítku se vodní nákladní doprava podílí těmito postupy nejvyšším procentem přepraveného zboží a surovin na celém světě. Mořské přepravní trasy se liší od těch vnitrozemských tras v mnoha ohledech. Mezi odlišující faktory řadíme velikost přepravních lodí a tím i vyšší kapacitu přepraveného zboží. Dalším faktorem je působení okolních vlivů na lodě a z toho vymezená omezení, která loď musí splňovat.

Lidstvo se v posledních desítkách let potýká s narůstající hladinou moří, ale na druhou stranu se snižujícími se vodními stavy řek. Obě tyto skutečnosti se dotýkají lodní přepravy v negativním měřítku. Mnoho plavebních společností je z těchto důvodů nuceno myslet na budoucnost a začít stavět ekologicky přijatelné lodě. Finanční hledisko však spoustě menším společnostem a podnikatelům nedovoluje přejít na novější lodě, vylučující méně škodlivých plynů.

2. Fyzikální jevy a konstrukce lodí

Konstrukce a parametry lodí vycházejí z výpočtů fyzikálních veličin. V současné době se používá metoda početních úkonů a z praxe převážných poznatků, nacházejících se v tabulkách.

2.1 Archimédův zákon

Prvním a zcela nejzásadnějším zákonem je Archimedův zákon, který vypovídá o schopnosti tělesa plout a zůstat stabilní na vodě. Těleso se pohybuje na hladině vody, přičemž je částečně vynořeno. Plocha ponořeného tělesa, v našem případě lodi, musí mít takové rozměry, aby při plném naložení nepřekročila dovolený ponor. Všechny lodě v dnešní době, mají při konstrukci na svém trupu zvolenou konstrukční vodorysku. Při konstrukci nám vodoryska udává stabilitu plavby neboli „volný okraj“. Volný okraj je tzv. neomočená výška lodi, která udává bezpečnost lodi ve vlnách při náhlých změnách náklonu lodi a dodatečném ponoru lodi. [1]

2.1.1 Výtlak

Loď při spuštění na vodu dosáhne takového ponoru, který následně vytlačí hmotnost objemu vody, která se rovná tíze samotné lodi. Vzniká tím rovnováha mezi tíhou lodi a složkami hydrostatického tlaku, jež působí směrem vzhůru na povrch tělesa, a tím udržují loď na hladině. Jedná se o definici popisující princip výtlaku. Vodorovně působící složky hydrostatického tlaku u plovoucích lodí se mezi sebou vyrovnávají.

Vzorec pro výtlak plně naložené lodi:

$$D = \gamma * V$$

D= *výtlak v tunách* (t)

γ= *měrná hmotnost vody v* (t/m^3)

V= *objem ponořené časti tělesa lodi v* (m^3)

Z formulace výtlaku lze zjistit, že z vytlačeného množství kapaliny, jež je udávané v tunách, lze zjistit váhu také celé lodi. Kde **G** je váha lodi a **D** je výtlak.

D= G

Výtlak **D** je jednou ze základních hodnot používaných k určení lodních parametrů a třídy lodě.

Za ideálního předpokladu, že na těleso působí pouze dvě síly, zjistíme porovnáním těchto sil, jestli je těleso schopné plavby. Síly porovnávané jsou tíhová síla $\mathbf{F_G}$ a síla vztlaková $\mathbf{F_{vz}}$. Síla vztlaková je silou, která nám určuje výtlak lodi a schopnost plavby.

$$F_G = \int_V dF = \rho_t g \int_V dV = \rho_t g V = G$$

$$F_{vz} = \int_V dF = \rho_k g \int_V dV = \rho_k g V$$

Kde:

ρ_k= *hustota kapaliny (*kg/m^3*)*

ρ_t= *hustota tělesa* (kg/m^3*)*

V= *objem tělesa (*m^3*)*

g= *tíhové zrychlení* (m/s^2)

Při porovnání hustoty tělesa s hustotou kapaliny získáme výsledek chování tělesa na vodě nebo ve vodě.

1) Hustota tělesa je menší než hustota kapaliny, těleso bude plavat na hladině
2) Hustota tělesa je rovna hustotě kapaliny, těleso se vznáší pod hladinou v libovolné hloubce.
3) Hustota tělesa je větší než hustota kapaliny, těleso klesá ke dnu.

Hustota vody bývá uváděna pro početní úlohy v praxi ρ= 1000 $\frac{kg}{m^3}$. Na moři bývá tato hustota větší o (20-40) $\frac{kg}{m^3}$.[2],[3],[4]

2.2 Plnost výtlaku lodi

Při konstruování nákladních lodí nám plnost výtlaku určuje hloubku ponoru lodě. Při vetší plnosti trupu lodi nám stoupá odpor, který loď překonává při plavbě. U štíhlého trupu lodi se zvětšuje hloubka ponoru, ale snižuje se odpor působící na plavbu lodě a tím můžeme vyvinout větší rychlost plavby. Ze známého vychází, že pro námořní přepravu je vhodné zvolit konstrukci se štíhlejším trupem lodi než u vnitrozemské přepravy. U vnitrozemské přepravy volíme vyšší plnost výtlaku lodě. Volba plnosti lodě závisí na místě, ve kterém bude probíhat výroba a provoz lodě. Snižování hladiny řek způsobuje problémy firmám, které se nachází na hůře splavných tocích. Příkladem za všechny je řeka Labe. [1],[2]

2.3 Odpor lodě při plavbě

Znát odpor lodě při plavbě je nezbytná vlastnost lodě pro navržení tvaru lodního trupu a pro zjištění potřebného výkonu pohonu lodě pro optimální rychlost. [1]

2.3.1 Odpor lodě v neproudící vodě

Pohybem lodě na vodě vzniká odpor, který je způsoben hydrodynamickými silami. Příčinou odporu je nedokonalá geometrie lodě, již má za následek neideální obtékání lodě. Však s přihlédnutím k dalším aspektům konstrukce, které loď musí splňovat, není možné vytvořit loď s nulovým odporem. Dalším parametrem je vazkost vody, která způsobuje vnitřní tření vody a vnitřní tření vody o trup lodě. Plavbou se vytváří vlny, jež zabraňují ideálnímu obtékání lodě, tím vzniká odpor působící na loď. V praxi můžeme ještě uvažovat o odporu vzduchu, hlavně u lodí s vysokou nástavbou. Avšak při výpočtech nákladních lodí je tento faktor započítán většinou jen u lodí s velkými nástavbami a plujících na otevřeném moři, pro vnitrozemní nákladní lodě je tento odpor zanedbatelný a nezapočítává se.

Ze vztahu zjistíme, potřebný celkový odpor, jež je potřeba překonat, aby byl zajištěn klidný pohyb lodě:

$R = R_T + R_F + R_V$

R… *celkový odpor lodě při plavbě po neomezené vodní cestě*

R_T… *odpor třením*

R_F… *odpor tvarový*

R_V… *odpor vlnový*

Jedná se o teoretický výpočet, složitý na určení jevů.

Experimentální vyšetření jevu odporu obsahuje dva zákony uplatňované v praxi:

- Zákon Reynoldsův- Řeší odpor $\mathbf{R_T}$, vznikající třením o trup lodě a vodními proudy působícími na loď.
- Zákon Froudův- Zaměřuje se na odpor $\mathbf{R_F}$, vyvolaný tíhovým zrychlením a tvořením vln na hladině. [1]

2.3.2 Odpor vodních cest

Komplikace nastává při plavbě v úzké plavební cestě s neproudící vodou. Pro přiblížení se jedná o cestu, která nesplňuje kritéria, že je 15krát širší než je šířka lodě a má 20krát delší hloubku než je maximální ponor lodě. Odpor vodní cesty se připočítává k celkovému odporu lodě. Plující loď vytlačuje určitý objem vody, který se přelévá po boku lodi na záď. Vzniká tím rozdíl mezi technickou rychlostí lodi ve směru vlastní osy a relativní rychlostí vzhledem k okolní vodě. Tím pak na úzké vodní cestě vzniká větší odpor. [1]

$v_r = v + u$

vr… *relativní rychlost* (m/s)

v… *technická rychlost* (m/s)

u… *průměrná rychlost pohybující se vody od přídě k zádi lodě* (m/s)

2.3.3 Odpor lodě v proudící vodě

Jedná se o splavné řeky, průplavy a mnoho dalších míst, kde voda má konstantní proudící rychlost. Velikost odporu se mění při plavbě po proudu a protiproudu. Pokud plavidlo pluje proti proudu, odpor se zvyšuje. Loď ještě musí překonávat svislou složku plavby. V opačném případě, kdy loď pluje s proudem nám odpor klesá. Změna oproti neproudící vodě nastává při výpočtu relativní rychlosti lodě, kterou nahradíme relativní rychlostí lodě vůči okolnímu proudu $v_r´$. [1]

$v_r´=v_r+-v_s$

v_s… *průměrná profilová rychlost vodního proudu v daném místě splavného toku* (m/s)

$v_r´$… *relativní rychlost lodě vůči okolnímu proudu* (m/s)

v_r… *relativní rychlost* (m/s)

2.3.4 Odpor lodních vleků

Do výpočtu celkového odporu musíme zanést i odpor nákladních souprav bez vlastního pohonu, které mohou být tažené remorkérem. Odpory lodí nemůžeme jednotlivě sečíst, protože lodě v závěsu se vzájemně ovlivňují. Rovnici sestavujeme pomocí experimentální metody. [1]

$R_S=\delta*\sum R_i$

Rs… *lodní soustava*

δ… *součinitel seskupení*

R_i… *odpor jednotlivých lodí seskupených v sestavě*

2.4 Pohon a výkon lodí

Rozlišujeme pohyb silou mimo vlastní plavidlo nebo plavidlo s vlastním pohonným zařízením. Plavidla bez vlastního pohonu jsou čluny, u kterých je zajištěn pohyb, buď tlačením nebo tažením pomocí lodě s vlastním pohonným zařízením, nejčastěji remorkérem. Plavidla s vlastním pohonným zařízením jsou převážně složena z lodního motoru a hnacího orgánu, jako je lodní šroub a lodní kolesa. Funkce tzv. propeleru, kterým může být lodní šroub, je překonání odporu plavby a odporu masy vody.

Výpočet výkonu motoru pohonného zařízení:

$$P_i = \frac{\mathrm{Rv}}{102\eta}$$

Kde:

P_i… *Výkon motoru pohonného zařízení*

Rv… *Celkový odpor lodě při plavbě po dané vodní cestě technickou rychlostí*

η… *účinnost pohonného zařízení včetně lodního propeleru, účinnost se mění podle hloubky vodních cest. Čím mělčí hladina tím víc klesá koeficient účinnosti, ten bývá od* η =0,3 až 0,5.

Pro uvedení lodě z klidu do pohybu pomocí pohonného zařízení musíme také započítat odpor masy vody **M_v** , která obklopuje loď.

Vypočítáme si setrvačnost hmoty lodi **M_l** a odpor masy vody **M_V**:

$$(M_l + M_v)\frac{\mathrm{dv}}{\mathrm{dt}}$$

Příkladem pohonu nákladních přepravních lodí je WÄRTSILÄ-SULZER 14RT-FLEX96C, patří mezi jedny z nejvýkonnějších motorů, které pohánějí nákladní lodě. Motor převádí kroutící moment na jeden z největších lodních šroubů na světě, který je vyroben celý z bronzu a váží 131 tun. [1]

Tabulka 1-Parametry motoru

Otáčky motoru	92-102 ot./min.
Točivý moment:	7 603 850 Nm při 102 ot./min

Nejvyšší výkon si můžeme spočítat pomocí vzorce pro výkon motoru. Potřebujeme výše uvedené parametry:

$$P = \frac{2 * \pi * \mathrm{M} * \mathrm{o}}{60} = \frac{2 * \pi * 7603850 * 102}{60} = 81{,}2\ MW$$

Nevyšší výkon lodě: 81,2 MW [5],[6]

2.5 Stabilita

"*Stabilita je schopnost lodi vracet se do své normální vodorovné polohy, byla-li loď z této polohy vykloněna vnějšími silami a tyto síly přestaly působit*"([2],str. 116). Tato věta je všeobecnou definicí stability a z její definice je patrné, co loď musí splňovat, aby byla schopná plavby na mořích a řekách. Stabilita lodě se řídí základní podmínkou, že při daném ponoru se loď nenaklání podélně ani příčně. Vše je odvozeno od těžiště lodě. Vnějšími silami, které mají za následek naklonění lodě, jsou, tlak větru, odstředivá síla při zatáčení, boční tah v laně remorkéru, nárazy vln, břemeno nebo jiná váha přenesená na loď. Jestliže vnější síly přestanou na loď působit, loď se musí navrátit do vodorovné stabilní polohy.

Všechny lodě mají omezenou míru naklonění, při konstrukci se vždy musí uvažovat, v jakých místech a jak náročné plavbě bude loď vystavena. Důležité je počítat s rozložením nákladu na lodi. Při překročení tzv. meze stability loď přestane být schopna se sama vyvažovat na vodní hladině a samovolně se začíná převracet. Příčina ztráty stability bývají vnější síly. [2]

2.5.1 Těžiště lodi

Těžiště zkoumáme ze dvou pohledů, které nám dají výsledný obraz těžiště lodi. Prvním je těžiště výtlakové, tvořené z ponořené části lodi, na které působí vztlaková síla **D**. Druhým je tíhové těžiště, tvořené částí lodi nad hladinou vody. Na tuto část působí tíha lodi **G**. K zajištění stability musí obě složky ležet v rovině svisle nad sebou a i za předpokladu přidané váhy (nákladu) se tyto složky musí překrývat.

Polohu těžiště zjišťujeme ve svislém směru, ve vodorovném podélném směru a ve vodorovném bočním směru lodi. Tíhové těžiště zjistíme z momentové věty k jedné ze zvolených os. [2]

Poloha osy ve vodorovném směru:

$$x_G = \frac{\sum G_i x_i}{\sum G_i}$$

Poloha osy ve svislém směru:

$$z_G = \frac{\sum G_i z_i}{\sum G_i}$$

Kde

$\sum G_i * x_i$ a $\sum G_i * z_i$= *součet momentů jednotlivých hmotností ke zvoleným osám*

$\sum G_i$= *součet jednotlivých hmotností* [2]

2.6 Plavební hydrologie a meteorologie

Plavební hydrologie a meteorologie je nezbytná věda pro pochopení oběhu vody na planetě a jejího dopadu na přepravu. Proudění vody a četnost srážek jsou získané poznatky, se kterými pracují lodní společnosti. Získané poznatky využíváme pro logistické potřeby, jako je ekonomické řešení z pohledu času, spotřeby paliva a volby trasy potřebné na plavbu. [7]

2.6.1 Plavební hydrologie

Věda obeznamující s chováním oběhu vody na Zemi a složením vody. Mořská voda má odlišnou hustotu podle teploty a slanosti vody. Tím bývá ovlivněn maximální vztlak vody a ponor námořních lodí. Rozdílná hustota a rozdílná teplota cirkulující mořské vody je kompenzována působícími mořskými proudy.

Vnitrozemní lodní doprava je závislá na charakteru řek. Takovým charakterem je splavnost řeky, která je podmíněna průtokovým množstvím vody. Pro měření průtokové rychlosti na vodním toku potřebujeme znát spád toku, velikost a tvar příčného profilu řeky a průtok vody. Dalším charakterem je vodní stav, který udává výšku vodní hladiny vodního toku nad nulovým bodem stupnice vodoměru v určitém profilu vodní trati za určitý čas. Bývá udáván v centimetrech. [7]

2.6.2 Plavební meteorologie

Studium fyzikálních povětrnostních jevů, přímo ovlivňujících průběh plavby a její bezpečnost. K tomuto účelu využíváme meteorologické stanice, kde měříme sílu větru, jeho směr, vlhkost vzduchu, teplotu a změnu tlaku vzduchu. Výsledky, se kterými pracuje správa povodí a společnosti s vodní přepravou, jsou dva základní ukazatele splavnosti: vodní stavy vnitrozemských přepravních tras a síla větru ovlivňující plavbu.

Rozdílem v oteplování zemského povrchu od slunce je následkem vzniku vzdušných proudů. Vzdušné proudy ochlazují zemský povrch a tím vyrovnávají rozdíl v oteplování zemského povrchu. Nákladní plavidla jsou ovlivňována větrem rušivě, poryvy větru ovlivňují lodě z boku, při plavbě samotíží. Vítr může i napomáhat plavbě prouděním vzduchu ve směru plavby. Při posuzování rychlosti větru a tím i síly větru, používáme Beaufortovu tabulku o 12 klasifikacích. [7]

Tabulka 2- Beaufortova tabulka

Stupeň	Rychlost větru		Tlak větru v kg/m2	Slovní označení	Znaky na moři
	m/s	km/h			
0	0 - 0,2	0 - 1	0	bezvětří	moře je zrcadlově hladké
1	0,3 - 1,5	1 - 5	0 - 0,1	vánek	malé šupinovitě zčeřené vlny bez pěnových vrcholků
2	1,6 - 3,3	6 - 11	0,2 - 0,6	slabý vítr	malé vlny ještě krátké ale výraznější, se sklovitými hřebeny, které se nelámou
3	3,4 - 5,4	12 - 19	0,7 - 1,8	mírný vítr	hřebeny vln se začínají lámat, pěna převážně skelná. Ojediněle výskyt malých pěnových vrcholků
4	5,5 - 7,9	20 - 28	1,9 - 3,9	dosti čerstvý vítr	vlny ještě malé ale prodlužují se. Hojný výskyt pěnových vrcholků
5	8 - 10,7	29 - 38	4,0 - 7,2	čerstvý vítr	dosti velké a výrazně prodloužené vlny. Všude bílé pěnové vrcholy, ojediněle výskyt vodní tříště
6	10,8 - 13,8	39 - 49	7,3 - 11,9	silný vítr	velké vlny. Hřebeny se lámou a zanechávají větší plochy bílé pěny. Trochu vodní tříště
7	10,9 - 17,1	50 - 61	12,0 - 18,3	prudký vítr	moře se bouří. Bílá pěna vzniklá lámáním hřebenů vytváří pruhy po větru
8	17,2 - 20,7	62 - 74	18,4 - 26,8	bouřlivý vítr	dosti vysoké vlnové hory s hřebeny výrazné délky, od jejich okrajů se začíná odtrhávat vodní tříšť.
9	20,8 - 24,4	75 - 88	26,9 - 37,3	vichřice	vysoké vlnové hory, husté pásy pěny po větru, moře se začíná valit, vodní tříšť snižuje viditelnost
10	24,5 - 28,4	89 - 102	37,4 - 50,5	silná vichřice	velmi vysoké vlnové hory s překlápějícími a lámajícími se hřebeny, moře bílé od pěny. Těžké nárazovité valení moře.
11	28,5 - 32,6	103 - 117	50,6 - 66,5	mohutná vichřice	mimořádně vysoké pěnové hory. Viditelnost znehodnocena vodní tříští.
12	32,7 - ??	118 - ??	66,6 - ??	orkán	vzduch plný pěny a vodní tříště. Moře zcela bílé. Viditelnost velmi snížena. Není výhled.

3. Přehled vodní nákladní dopravy

Vodní nákladní doprava patří mezi nejstarší způsoby přepravy materiálu na Zemi. Zemský povrch je pokryt ze tří čtvrtin vodní plochou, tím se otevírá mnoho cest jak dopravit velké množství materiálu a těžkotonážního nákladu na obrovské vzdálenosti. Lodní nákladní doprava prošla od svého počátku největším progresem ze všech ostatních druhů doprav. Způsob přepravy a velikost objemu přepraveného zboží narůstá s technologickým pokrokem lodí.

3.1 Historie nákladní dopravy

Samotné počátky vodní nákladní dopravy sahají do období pravěku, kdy za pomocí přirozených vodních cest člověk přepravoval kmeny stromů. Za pomoci přepravy materiálu po vodě mohl člověk účelově objevovat nové osady a zdroje potravy. Prvním krokem pro přepravu nákladu a zajištění jisté míry bezpečnosti na různé vzdálenosti byl vor. Jednoduchá stavba několika kmenů dřeviny se svázala vedle sebe za pomocí lana, tím vznikla stabilní plocha pro převoz materiálu. Na manévrování po vodní hladině měl vor ve výbavě kormidlo. Při mělčí hladině říčních koryt se používala dlouhá bidla na udávání směru. [2]

Ve starověku začínaly vznikat lodě novými postupy výrobního procesu. Dostupné postupy stavby lodí začaly dávat první podobu lodím, schopným plavby na delší vzdálenosti. Vydlabaný kmen, jakožto základ lodi, byl schopen uvézt větší množství nákladu o velikosti hmotnosti vydlabané části kmene. Loď byla dále vylepšována tzv. vahadlem, jímž byl plovák připevněný bidly k lodi pro získání lepší stability. V průběhu let přicházely nové poznatky o možnostech použití různého druhu materiálu nebo jeho úpravě, ke snížení váhy a navýšení nosnosti. Pohonným prostředkem bývala lidská síla za použití pádel nebo využívali sílu větru plachtami. V období 4 tisíce před n.l. začaly vznikat vyspělejší lodě. S narůstajícími poznatky, znalostmi astronomie a objevem magnetické střelky národy začaly expandovat do vzdálenějších míst a daly tím vzniknout dálkové přepravě zboží.

Ve středověku dochází k rozšíření námořních cest a počátku mořeplavectví u severských národů. Také započal rozvoj španělského a portugalského loďstva, které přináší objevy Ameriky a otevření cest z Evropy do Afriky a Indie.

Parní stroje, jakožto nová technologie využívající páry, daly vzniknout nové éře průmyslu a přepravy. Dochází k navyšování přepravní rychlosti a větším objemům přepraveného zboží. [1]

V období mezi první a druhou světovou válkou dochází k používání naftových motorů a prvnímu použití kontejneru jako přepravního prostředku.

Po období druhé světové války se lodní námořní přeprava dostává mírně do útlumu vůči rychlejší letecké přepravě. Obrat nastává v 70. letech, navýšením přepravních kapacit lodí, rozšiřováním lodních sítí a zajištěním infrastruktury spojující vodní nákladní přepravu s dalšími přepravními způsoby. [8]

3.2 Kategorizace plavidel

Rozdělení plavidel je komplexní soubor parametrů, které nám vypovídají o schopnostech lodí a jejich určení. Charakteristické veličiny vyjadřující jednotlivé nákladní lodě je tonáž lodě, velikost lodě, velikost nákladního prostoru, zaměření.

Plavidla pro suchý náklad

Přeprava komodit zaměřená na zboží pevné povahy a stanoveného tvaru. Přepravované komodity dělíme do skupin podle nároků na technické vybavení a velikost přepravovacích prostorů lodě. [1],[9]

1) <u>Plavidla pro kusové zboží</u>

Jedná se o typ lodního plavidla s nákladním prostorem, buď ve vnitřní části lodi nebo na palubě. Přepravované komodity jsou přepravovány, buď jako běžné balené zboží v krabicích, na paletách, v pytlích apod. Dalším způsobem je přepravování nebaleného nákladu, kdy komoditou bývají automobily nebo nadměrné náklady strojírenského určení. Lodě tohoto typu jsou vybaveny samostatným nakládacím zařízením, nejčastěji v podobě jeřábu. Tento způsob manipulace bývá nazýván Lo/Lo doprava (Lift on/Lift off). [1],[9]

2) Plavidla pro hromadné substráty

Plavidla speciálně uzpůsobená na přepravu sypkého materiálu, rudy nebo výsledků zemědělské produkce. Loď na přepravu takového druhu materiálu má rozmístěny po celém lodním trupu komory s velkými nakládacími otvory pro rychlé naložení zboží, ve vhodném poměru k rozložení váhy a zachování stability. Pro tento druh dopravy bylo stanoveno šest kategorií v závislosti na celkové nosnosti lodi v tunách, jednotkou je anglická zkratka **DWT** (v anglickém znění deadweight tonnage). [10],[11]

- **Small**

Patří k nejmenším lodím ze svého typu, tato kategorii je specifikována do 10 000 DWT. Způsobilost těchto lodí na jednu plavbu je nejčastěji přeprava zhruba od 500 do 2 500 tun nákladu. Velikost této kategorie je používaná hlavně v případech říční přepravy. [10],[11]

- **Handysize**

Lodě typu Handysize jsou převážně využívány pro přepravu sypkého materiálu. Kategorie je definována nosností od 10 000 do 35 000 DWT. [10],[11]

- **Handymax**

Lodě o velikosti nosnosti od 35 000 do 60 000 DWT, jsou s kategorií Handysize jedním z nejrozšířenějších typů přepravy sypkého materiálu. Nejrozšířenějším typem je z hlediska univerzální velikosti, která je vhodná i do menších přístavů. [10],[11]

- **Panamax**

Jedná se o lodě velikosti a nosnosti schopné proplout jednou z námořních tepen Panamským průplavem. Lodě nesmí přesáhnout šířku 32,31 metrů, jejich maximální délka může být 294,13 metrů a dovolený ponor je do 12,04 metrů. Nosnost lodí je v rozmezí od 60 000 do 80 000 DWT. [10],[11]

- **New Panamax**

Zavedení pojmu New Panamax vzešlo z rozšíření Panamského průplavu v roce 2016. Nové parametry lodí schopných proplout tímto průplavem jsou šířka 51 metrů, délka 366 metrů a dovolený ponor je 15 metrů. Nosnost lodí se navýšila na maximální hodnotu 120 000 DWT. [10],[11]

- **Capesize**

Patří k největším typům lodí křižujících lodní přístavy, nosnost těchto lodí je od 80 000 do 200 000 DWT. Pro svou velikost nejsou schopny překonat Panamský průplav a musí cestovat přes mys Horn, pro cestu mezi Atlantským a Tichým oceánem. Pro svojí velikou nosnost se používají pro přepravu železné rudy a uhlí. [10],[11]

- **VLBC**

Posledním typem jsou VLBC, v celém znění znamená Very large bulk and ore carriers. Kategorie je stejně jako Capesize zaměřená na přepravu velkého objemu nerostných surovin. Lodě této třídy jsou definované nosností nad 200 000 DWT. [10],[11]

3) <u>Plavidla kombinovaná</u>

Lodě univerzální povahy, používané pro převoz více druhů nákladu. Jedná se o menší mobilní lodě, vhodné pro zásobování méně frekventovaných přístavů. Kombinací přepravních komor a kontejnerové dopravy jsou schopná zásobovat místa zemědělskými produkty, těžkou technikou atd. [11],[12]

4) <u>Plavidla specializovaná</u>

Specializovaná plavidla je skupina více podkategorií, do které řadíme chladírenské a mrazírenské lodě, Ro/Ro lodě, kontejnerové lodě a plavidla zvláštní konstrukce nebo určení. [9]

- **Chladírenské a mrazírenské lodě**

Specifikem této skupiny je schopnost lodě udržovat po celou dobu plavby stálou teplotu nebo vlhkost v přepravním prostoru. Zaměření tohoto druhu přepravy je na spotřební zboží, které je potřeba konzervovat před dopady okolního prostředí. Nejčastějším druhem zásob přepravy bývá maso, ryby, ovoce, zelenina. [9]

- **Ro/Ro lodě neboli Roll on/Roll off lodě**

Primární zaměření lodí Ro/Ro je přeprava velkého objemu automobilů, nákladních aut či kamionů. Loď se skládá z jedné či více palub, které jsou vybaveny posuvnými podvozky pro naložení zboží. Pokud se jedná o loď s více palubami, lodní nákladní prostory jsou vybaveny výtahy pro pohyb automobilů mezi palubami.
K zajištění nakládky jsou lodě speciálně upravené buď boční výsuvnou rampou, skládací přídí nebo záďovou rampou. Výsuvná rampa zajišťuje rychlý a mobilní přístup vozidel do nákladního prostoru. [13]

- **Kontejnerové lodě**

Dnes jedním z nejpoužívanějších typů lodní přepravy. Pomocí ISO kontejnerů se přepravuje největší množství zboží mezi kontinenty. Manipulace s kontejnery zajišťují portálové jeřáby, které umisťují kontejnery do vodících mříží. Ulehčují nakládku různého druhu zboží a s danými rozměry kontejneru je známo rozložení a maximální počet, který je schopna loď pojmout. [9],[12]

- **Plavidla zvláštní konstrukce nebo se zvláštním určením**

Plavidla se zvláštní konstrukcí nebo se zvláštním určením se posuzují podle znaků, které u nich převládají. Mezi nákladové lodě se zvláštní konstrukcí patří Poloponorná loď, sloužící k přepravě lodí, k opravě nebo přepravě velkých objektů. [9]

- **Kombinovaná Ro/Ro a kontejnerová loď**

Z podstaty jde o kombinaci lodních typů, kdy vnitřní trup lodi je tvořen částí uzpůsobenou na Ro/Ro přepravu a venkovní paluba lodi je uzpůsobena na přepravu kontejnerů. Vhodné použití tohoto druhu přepravy je při potřebě doručit automobily s náhradním příslušenstvím apod. [13]

Plavidla pro tekutý náklad

Segment plavební nákladní dopravy přepravující různé druhy kapalných a plynných látek. Pro hromadné označení těchto plavidel se používá výraz tanker, vychází z anglického slova tank neboli nádrž. Nároky na přepravu komodit jako je surová ropa, LPG, nafta, benzín, topné oleje, apod., jsou na velmi vysoké úrovni. Aby nedošlo k úniku těchto látek, lodě mívají silnější plátování stěn a jednotlivé nádrže na plyn nebo kapalinu bývají odděleny, k zamezení případným větším únikům látek.

Musí být zajištěno bezpečí posádky a ochrana říčního a mořského biotopu. Tankery rozdělíme do skupin podle druhu přepravované komodity a dle velikosti. [14]

1) Plavidla pro přepravu surové ropy

Ropné tankery zajišťují přepravu surové ropy vytěžené z ropných plošin do přístavů, dále z přístavů putují do ropných rafinérií. Ropné plošiny nacházející se na moři, umožnují těžbu surové ropy přímo z mořského dna. Tvoří tím zhruba 62 % světové produkce ropy. [9],[14]

2) Plavidla pro přepravu chemikálií

Patří k univerzálnímu typu tankeru, který převáží velkou škálu produktů. Přeprava škodlivých a nebezpečných látek pro člověka a prostředí, jako jsou různé druhy kyselin, ředidel a jedů. Běžnějšími přepravními komoditami jsou však amoniak, palmový olej, rostlinné oleje, hydroxid sodný a metanol. Systémem oddělených nádrží můžeme převážet více druhů komodit a zamezit jejich případnému mísení.

Typově můžeme tankery na chemikálie rozdělit do 3 bezpečnostních úrovní.

- První úrovní jsou tankery s určením k přepravě produktů, které jsou spojené s vážným rizikem pro životní prostředí a bezpečností pro svoje okolí. Vyžadovaná je vysoká prevence proti úniku takových chemikálií. Může se jednat o vysoce těkavé látky nebo jedy.
- Druhou úrovní jsou tankery s určitým rizikem přepravy, ale míra prevence a závažnosti není vyšší než úroveň jedna.
- Třetí úrovní jsou tankery bez zvýšeného rizika přepravy pro přírodu a svoje okolí. Odpovídají normou stanovenými přepravními pravidly.

Postupnou specializací tankeru vznikají nové typy lodí, zaměřující se jen na jednu komoditu. Pro převoz vína byli modifikovány tzv. Wine tanker, které mají speciální nádrže pro převoz vína za stálé teploty, aby nedocházelo k jeho znehodnocení. [9],[14]

3) Plavidla pro přepravu čistých destilovaných produktů

Název této skupiny obsahuje z průmyslového hlediska nejdůležitější artikly na světě. Pod tímto názvem se převážejí suroviny jako je benzín, nafta, lehké topné oleje a další. [14]

4) Plavidla pro přepravu zkapalněných plynů

Sekce lodních tankerů, obsahujících přepravní prostory v podobě nádrží, specializované na převoz zkapalněného zemního plynu LNG nebo zkapalněného ropného plynu LPG, jako je propan, butan a jejich směsi. Nákladní prostory musí být velmi dobře izolované, aby nedocházelo k silnějšímu odpařování a ztrátám dopravovaného plynu. [14]

Rozdělení tankerů do hlavních skupin podle jejich velikosti:

- **Coastal Tanker** (v překladu Pobřežní tanker)

Nejmenší typ tankeru dle velikosti. Jak název napovídá ve velké míře je tanker využíván u pobřeží pro plavbu v mělčích vodách nebo pro přepravu mezi menšími ostrovy. Používá se hlavně pro převoz rafinérských produktů, kterými jsou ropa, benzín, topné oleje. [15],[16]

- **Panamax**

Velikost typu Panamax je odvozena od maximálních přípustných rozměrů, potřebných k proplutí Panamským průplavem. Lodě nesmí přesáhnout šířku 32,31 m, jejich maximální délka může být 294,13 m a dovolený ponor je do 12,04 m. [15],[16]

- **New Panamax**

Zavedení pojmu New Panamax vzešlo z rozšíření Panamského průplavu v roce 2016. Tím se rozšířila flotila lodí schopných proplouvat tímto průplavem. [15],[16]

- **Aframax**

Název je odvozen od staršího používaného systému rozdělení lodí dle velikosti Average Freight Rate Assessment (AFRA). Tento typ můžeme zařadit mezi tankery, vhodné pro zásobování velkým množstvím surové ropy do většiny přístavů na světě. Tankery typu Aframax jsou svojí velikostí vhodné pro menší přístavy, které nejsou schopné pojmout velké tankery typu VLCC a ULCC. [15],[16]

- **Suezmax**

Tankery schopné překonat Suezský kanál, spojující Středozemní moře s Rudým mořem. [15],[16]

- **VLCC** (Very Large Crude Carrier)

Lodě typu VLCC jsou označovány jako supertankery, patří k největším lodím na pohybujících se mořských trasách. Primárně se používají na převoz surové ropy z velkých ropných nalezišť ropy. [15],[16]

- **ULCC** (Ultra Large Crude Carrier)

Patří k největším typům lodí přepravující surovou ropu tzv. supertankery. Používají se na velmi dlouhé trasy z Perského zálivu do Evropy, Asie, Severní Ameriky. Takto obrovské tankery mají jen omezenou možnost přístavů, kde by mohli zakotvit a vyložit náklad. [15],[16]

Tabulka 3- Rozměry tankerů podle Flexible market scale

Třída	Maximální délka lodi	Maximální šířka lodi	Ponor lodi	DWT (deadweight tonnage)
Coastal Tanker	205 m	29 m	16 m	10 000-60 000
Panamax	294,13 m	32,31 m	12,04 m	60 000-80 000
New Panamax	366 m	51 m	15 m	120 000
Aframax	245 m	34 m	20 m	80 000-120 000
Suezmax	285 m	50 m	20,1 m	120 000- 200 000
VLCC	330 m	55 m	28 m	200 000- 320 000
ULCC	415 m	63 m	35 m	320 000- 550 00

3.2.1 Kontejnery

Kontejner se stal důležitou přepravní jednotkou pro přepravu velkého množství zboží. Slouží jako obal zboží proti jeho poškození. Vyrobeny bývají z profilovaného ocelového plechu. Jsou vhodné pro silniční i železniční přepravu a skladování. Standardizovanými rozměry můžeme určit množství kontejnerů, kolik je loď schopna pojmout. Obdélníkový tvar kontejneru je vhodný k manipulaci a jeho překládání. Kontejnery bývají na lodi pokládány na sebe či vedle sebe, tím šetří prostor v nákladním prostoru.

Existují tři druhy kontejnerů používaných v lodní přepravě. Rozdělení je v nemetrické soustavě dle ISO, konkrétně ve stopách. Jedná se o 20 ' kontejnery, které velikostí odpovídají mezinárodně stanovené jednotce objemu pro přepravu kontejnerů **TEU**. Dalšíma dvěma druhy jsou 40 ' ft. a 40 ' HC kontejnery. [12],[17]

Tabulka 4- Rozměry kontejnerů

Typ kontejneru	20‘ ISO	40‘ISO	40’HC ISO
Technické údaje	20' × 8' × 8,6'	40' × 8' × 8,6'	40' × 8' × 9,6'
Vnější rozměry (d×š×v, mm)	6058 × 2438 × 2591	12192 × 2438 × 2591	12192 × 2438 × 2894
Vnitřní rozměry (d×š×v, mm)	5867 × 2330 × 2350	11980 × 2330 × 2320	11988 × 2330 × 2655
Kapacita	cca 33 m3	cca 67 m3	cca 70 m3
Váha	2200 – 2500 kg	3900 – 4000 kg	4100 kg
Nosnost	21800 – 28000 kg	26000 kg	26000 kg

3.2.2 Vnitrozemská nákladní plavidla

Hlavním kritériem použitým k rozlišení vnitrozemské nákladní dopravy je dělení na lodě s vlastním pohonem nebo na lodě bez vlastního pohonu.

Lodě s vlastním pohonem

Pohonné jednotky nejčastěji využívané jsou dvoudobé či čtyřdobé spalovací motory a dieselelektrické pohony, kdy se jedná o hybridní pohon. Pohonné jednotky vytváří hybné síly, které jsou převáděny soustavou převodovek, spojek a hřídelů, na propulzní zařízení lodě a tím uvádí loď do pohybu. Propulzním zařízením bývají lodní šrouby s různými úpravami nebo Voith-Schneiderův propulzor. [1]

Motorové nákladní lodě

Lodě situované pro přepravu různého druhu zboží po říčních tocích s vlastním pohonem. Pohonná látka pro motorové nákladní lodě je v převážné většině nafta, stále se však můžeme setkávat s loděmi na černé uhlí. Plavidla se zhotovují pro místa jejich budoucího působení, aby byla zaručena splavnost říčních toků. Lodě tohoto typu jsou nákladní motorové lodě, remorkéry a lodě speciální. Do kategorie řadíme, kromě běžných obchodních přepravních lodí, také motorové přístavní pramice, sloužící k překladu zboží ze skladišť na námořní lodě nebo bukséry neboli malé remorkéry k přesouvání lodí. [1]

Remorkér

Patří ke specializovaným plavidlům pro trakci a vedení nákladních člunů a jiných plavidel bez vlastního pohonu. Tento způsob manipulace plavidel se nazývá remorkáž. Remorkéry jsou vybaveny silnými motory, aby byly schopny zajišťovat plynulou plavební rychlost s jedním nebo více čluny najednou. [1]

Lodě bez vlastního pohonu

Souhrnný název používaný pro lodě bez pohonu je člun. Čluny rozdělujeme do více skupin, podle toho jestli mají otevřený přepravní prostor nebo uzavřený. Dalším dělením rozeznáváme čluny tlačné před remorkérem nebo vlečné za remorkérem. Čluny jsou schopny přepravovat různé druhy komodit od dřeva, obilí, písku po komodity přepravované v tancích jako je ropa, cement, zkapalněný plyn. Vyznačují se velkou nosností zboží při malé vlastní váze člunu. Při přepravě se většinou používá více člunů tažených nebo tlačených jedním remorkérem. Větší nevýhodou může být jejich pomalá plavební rychlost. [1]

3.2.3 Námořní nákladní plavidla

Při porovnání s vnitrozemní přepravou, která je velmi limitovaná vodními cestami, má námořní přeprava obrovskou převahu v rozsahu velikostí lodí. Námořní lodě jsou vystavovány nepříznivým podmínkám na otevřeném moři, se kterými konstrukce musí pracovat. Trup u námořních lodí musí být schopný vydržet boční namáhání na ohyb působících vln. Působení vln ovlivňuje i stabilitu plavby lodě, proto je důležité zvolit vhodné těžiště lodi. Dalším odlišujícím faktorem je rozdílný ponor lodí ve slané vodě a sladké. Nejhlubší ponor je v sladké vodě v tropech a nejmenší hloubka ponoru bude v zimě a kde je voda nejslanější. [2]

4. Plavební trasy

Lodní společnosti využívají plavební trasy, k nejekonomičtějším a nejrychlejším způsobům přepravy zboží do finálních destinací. Plavební trasy jsou buď uměle vytvořené nebo přírodního rázu. [18]

4.1 Námořní přepravní trasy

Námořní trasy jsou ustálené z pohledu ekonomického a ekologického. Využívání známých tras ulehčuje jednodušší plánování přepravy pro většinu společností v přepravním lodním průmyslu. Avšak z pohledu rozsáhlosti moří, kterými se loď může vydat, jsou trasy takřka neomezené. Potřeba je ale dodržovat výsostné vody jednotlivých zemí a bezpečnost provozu na lodních cestách. Důležitými plavebními trasami jsou trasy mezi Asií a Evropou, Asií a Severní Amerikou, Jižní Amerikou a Evropou, Asií a Austrálií, kde probíhá nejvíce přeprav zboží. [18]

Panamský průplav

Panamský průplav se nachází mezi Atlantským a Tichým oceánem. Tento uměle vytvořený průplav byl uveden do provozu roku 1914, aby velké nákladní lodě mohly proplouvat skrz Střední Ameriku. Průplav je tvořen soustavami komorových zdymadel, kterými dokáže proplout loď o rozměrech 366 metrů délky o šířce 50 metrů a s nákladem až 13 000 kontejnerů. Těmto plavidlům schopných proplout Panamským průplavem se říká Panamax a s rozšířením plavebních cest kolem roku 2016 vznikl nový pojem New Panamax. [11],[19]

Suezský průplav

Suezský průplav je uměle vytvořená plavební cesta k zajištění nejkratšího spojené mezi Atlantským a Indickým oceánem. Vytvoření toho průplavu proběhlo kolem roku 1869 a šlo o obrovský posun pro nákladní námořní přepravu. Tímto průplavem se šetří velké množství času, kdy se čas potřebný pro cestu z Asie do Evropy snížil zhruba o osm dní. Po dlouhou dobu byl průplav schopný poskytnout pouze přepravu jedním směrem, kdy se lodě řadili do dlouhých konvojů. Lodě schopné proplout tímto průplavem se ve velikostní škále nazývají Suezmax.

Rokem 2015 došlo k velkému navýšení kapacity pojmout větší a širší lodě. Také začíná obousměrný provoz na průplavu. [11],[20]

Korintský průplav

Průplav mezi Jónským mořem a Krétským mořem. Délka celého průplavu je 6 343 metrů, šířka je 23 metrů, dovolený ponor je méně než 8 metrů. Vybudován v letech 1881 – 1893. [21]

Lamanšský průliv

Jedná se o jednu z nejvytíženějších plavebních tras, nacházejících se mezi Velkou Británií a Francií. Patří k přirozeným vodním cestám, s délkou 500 km, šířkou v nejužším místě 33 km a v nejširších místech 190 km, maximální hloubka je 172 metrů. [22]

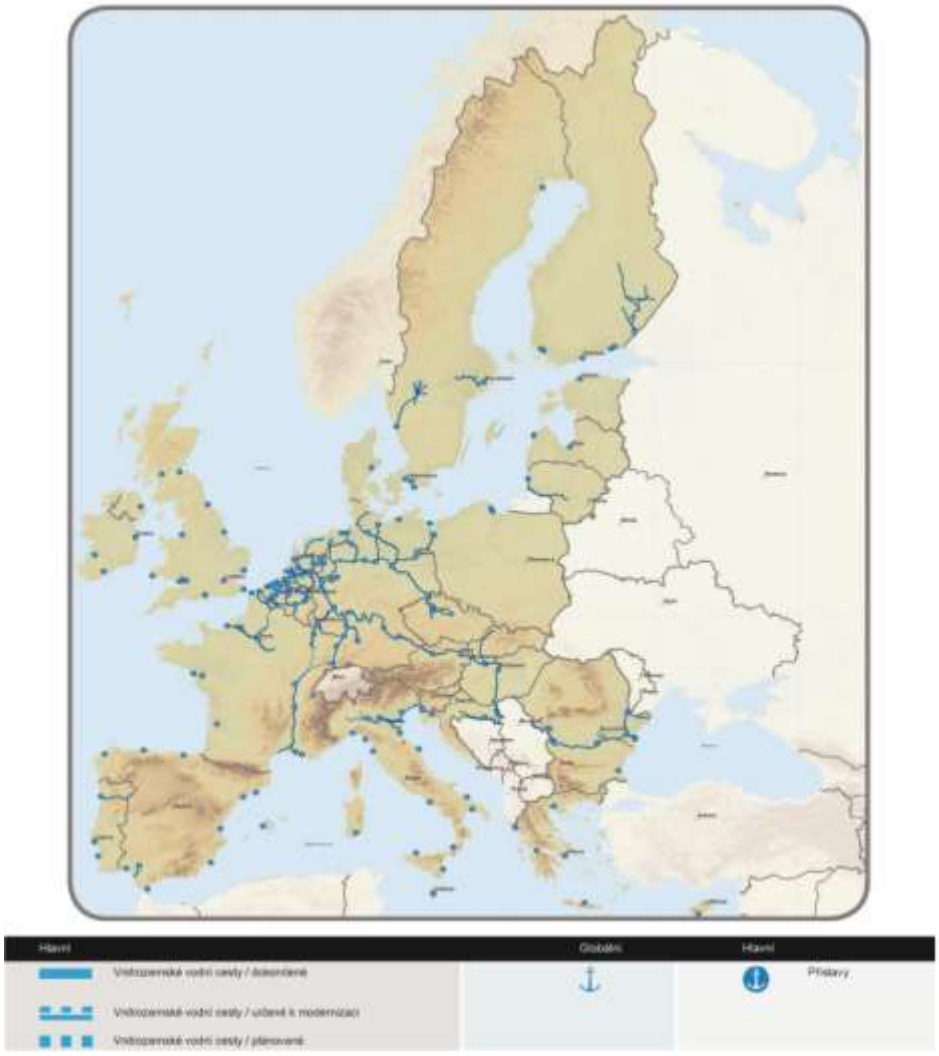
4.2 Vnitrozemské vodní přepravní trasy Evropy

Vnitrozemské vodní cesty jsou tvořeny přirozeně splavnými toky a jezery, toky splavné regulačními úpravami, toky splavněné kanalizační metodou, průplavy. Mnoho toků musí být upraveno a zpevněno, k dosažení splavnosti toku. Metody dosažení splavnosti toků spočívá ve vyhloubení koryta řek, budování zdymadel, budování plavebních laterálních kanálů a dalších úprav dle nároků vodního kanálu.

V tuzemsku máme **Labsko-vltavskou** vodní cestu, zajišťující nákladní vodní dopravu v hospodářsky důležitých oblastech tuzemska. Jedná se o plavební cestu spojující tuzemsko s jedním z největších evropských přístavů v Hamburku. V Hamburku se překládá zboží na menší lodě vnitrozemské přepravy, které zásobují evropský trh. [1],[23]

Řeka **Rýn** protékající Švýcarskem, Lichtenštejnskem, Rakouskem, Německem, Francií a Nizozemskem patří k dalším významným tokům podílející se na evropské lodní dopravě. Na řece se nachází město Rotterdam, které je největším přístavem Evropy. Odhadované množství přepraveného objemu zboží je kolem 300 milionů tun ročně. Frekventovanost pohybu na řece je kolem 6 900 lodí. [24],[25]

Temže je důležitým plavebním spojem pro jižní Anglii, jež spojuje velké přístavy a města Anglie se Severním mořem. Je to hospodářsky nejvýznamnější řeka protékající Velkou Británií. Na řece se přepraví až 60% všeho zboží přepravovaného v UK.
V průměru se jedná kolem dvou milionů tun zboží ročně. [26]



Obrázek 1- Přehled Evropských vnitrozemských přepravních tras

5. Přístavy

Stejně jako šel technický vývoj lodí kupředu, tak se objevovaly a zdokonalovaly plavební trasy, na kterých vznikaly přístavy. Přístav je důležitým obchodním uzlem, na kterém se uskutečňuje nakládka a vykládka zboží. Vhodné umístění přístavu je na břehu vodního toku křižující více vodních tras přepravy. Manipulace se zbožím v přímořských přístavech funguje na principu překládky z velkých typů lodí na menší vnitrozemské lodě nebo kombinace s jiným typem dopravy. [1],[27]

Přístav bývá složen ze tří částí:

1) **Akvatoriální část** je vymezená vodní plocha přístavu, která leží mimo plavební dráhu vodních cest, sloužící ke kotvení lodí a čekání na jejich odbavení. Musí splňovat dostatečné manévrovací prostory pro lodě. [1]
2) **Přístavní nábřeží** je místo pro uvazování lodí a manipulaci se zbožím. Konstrukčně musí vyhovovat velkému množství typu lodí, aby byl zajištěn jejich provoz a manévrovatelnost. Nábřeží zahrnuje překládací zařízení, které musí být dimenzované na místní provoz, hlavně z pohledu zatížení. [1]
3) **Teritoriální část** obsahuje tzv. suchou část přístavu, která zahrnuje sklady, mrazírny, balírny, administrativní budovy apod. Budovy nacházející se v oblasti bývají spojeny s místními komunikacemi v podobě kolejí nebo silnice. [1]

5.1 Typy přístavů k manipulaci zboží

Obchodní veřejné přístavy

Přístavy tohoto typu slouží ke standardním operacím manipulace se zbožím. Takovými postupy jsou nakládka lodí, vykládání lodí, dočasné uskladnění zboží, třídění, balení a expedice. Zboží, se kterým se manipuluje v těchto přístavech, je zastoupené v celé škále přepravovaných komodit, příkladem jsou rudy, běžné spotřební zboží převážené v kontejnerech nebo kusově. Jedná se o nejpoužívanější přístavy pro všeobecnou přepravu zboží v širokém spektru zákazníků. Poloha přístavu bývá strategicky umístěna u městských aglomerací a průmyslových objektů, kde je dostupnost infrastruktury k zajištění zásobení přístavů a spojení s dalšími druhy přepravy. [1]

Průmyslové přístavy

Změření přístavu bývá běžně pro jeden výrobní podnik nebo závod, k zajištění přisunu materiálu a zpracovávatelských komodit. Pro průmyslové závody znamenají snížení prodlevy v zásobení materiálem a možností uskladnění hotových výrobků. Pro velké společnosti to má ekonomicky pozitivní efekt ve velké flexibilitě pohybu zboží, které vede ke snížení nákladů.

Průmyslové přístavy bývají modifikované s určitým zaměřením. Přístavy pro hromadné zboží bývají v místě těžby surovin nebo hromadné spotřeby materiálu jako je písek, uhlí, kámen, dřevo apod. Vybaveny bývají velkokapacitním překládacím zařízením. Přístavy se speciálními překládacími polohami se vyznačují lepší schopností překladu většího objemu zboží. [1]

Překladiště

Fungují k překládání přepravovaného zboží. Mohou fungovat samostatně nebo bývají součástí takzvaných smíšených přístavů. V praxi to znamená, že průmyslové přístavy jsou vybaveny překladištěm. [1]

5.2 Překládací zařízení

Důležitým prvkem zahrnujícím celkovou potřebnou dobu na přepravu zboží je výkonnost překládacích zařízení. Dochází k modernizaci těchto zařízení a k novým metodám nakládání. Modernizace spočívá v navyšování nosnosti a rychlosti překládacích zařízení. Metody k zajištění snížení překládacího času jsou v úpravě řešení nákladního prostoru lodě. V dnešní době je překládání zboží zcela mechanizované, ruční manipulace je zcela neefektivní a z časového hlediska nepřípustná.

Mechanizace překládání je buď přerušovaná nebo kontinuální. Přerušovaná přeprava používá jeřáby všech typů. Kontinuální přeprava využívá překladače na sypké substráty, například dopravní pásy, kolečkové vykladače, pneumatické dopravníky a také čerpadla na tekuté substráty. Překládací zařízení bývají pevného uložení, kdy se mohou pouze otáčet kolem své osy nebo pojízdného typu, schopné pohybu po vlastních kolejích. [1]

Přístavní jeřáby

Patří k univerzálnímu typu překládacího zařízení, se kterým je možné přemisťovat kusové náklady nebo sypké substráty. Jeřáby jsou vybaveny buď hákem, chapadlem, magnetem nebo čelistmi pro manipulaci s kusovým zbožím. Poloha jeřábu je co nejblíže k vodní ploše, aby byl zajištěn dostatečný rozsah ramena jeřábu.

Typem přístavních jeřábů bývají otočné portálové jeřáby pojízdné. Otočná část je uložena na portálu. Pojízdná část je zajištěna podvozkem na kolejích. Dalším typem jsou mostové jeřáby, kde nosnou část tvoří jeřábový most, pojíždějící po jeřábové dráze.

K manipulaci s kontejnery slouží překládací a manipulační širokorozchodné portálové jeřáby. [1]

5.3 Přehled přístavů

Ve světovém měřítku je zhruba v provozu 10 000 přístavů, z toho 2 200 umožňuje přepravu mezinárodního typu. Světově je 14 přístavů s obratem přes 200 milionů tun ročně. Asie a zejména Čína tvoří nevětší podíl na světové přepravě zboží. [11]

Tabulka 5- Přehled nejvytíženějších přístavů na světě

Pořadí	Přístav	Stát	Průchod kontejnerů za rok 2015 [v milionech TEU]
1.	Shanghaj	Čína	36,54
2.	Singapore	Singapur	30,92
3.	Shenzen	Čína	24,20
4.	Ningbo-Zhoushan	Čína	20,63
5.	Hong Kong	Čína	20,07
6.	Busan	Jižní Korea	19,45
7.	Qingdao	Čína	17,47
8.	Guangzhou Harbor	Čína	17,22

9.	Jebel Ali-Dubai	Spojené Arabské Emiráty	15,60
10.	Tianjin	Čína	14,11
11.	Rotterdam	Nizozemsko	12,23
12.	Port Klang	Malajsie	11,89
13.	Kaohsiung-Taiwan	Čína	10,26
14.	Antwerp	Belgie	9,65
15.	Dalian	Čína	9,45
16.	Xiamen	Čína	9,18
17.	Tajung Pelepas	Malajsie	9,10
18.	Hamburg	Německo	8,82
19.	Los Angeles	USA	8,16
20.	Keihin Ports	Japonsko	7,52

6. Bilance vodní nákladní dopravy

Hlediska ovlivňující dopravu, se kterými musí pracovat společnosti a státní zřízení, jsou ekonomické faktory, rychlost, spolehlivost a v poslední době jedním z nejcitlivějších hledisek je ekologičnost. [28]

Pro efektivní posouzení námořní nákladní dopravy si představíme ostatní typy nákladní dopravy:

1) Letecká doprava

Přeprava zakládající se na schopnosti rychlé přepravy, a tím časové úspoře. To má však za následek velkou spotřebu paliva, což nepříznivě ovlivňuje ekologickou situaci na planetě. Letadla jsou schopna přepravovat zboží rychlostí až 1 000 km/h, využití nacházejí hlavně na delší trasy a zaoceánské lety.

V České republice se využívá letecká přeprava zboží pouze v mezinárodním měřítku. Hlavní přepravní komoditou je zboží s vysokou hodnotou a materiál s rizikovou povahou pro cestování po vodě či silnicích. Největší tuzemský sprostředkovatel letecké dopravy je letiště Václava Havla v Praze s výkonem 81% nákladní přepravy.

Porovnání s vodní nákladní dopravou:

Výhody letecké přepravy:

- Rychlejší přeprava.
- Frekvence spojů.
- Minimální vliv počasí.
- Větší možnost přepravních tras.

Nevýhody letecké přepravy:

- Náklady na přepravu.
- Ekologická znečištění.

2) Železniční doprava

Železniční přeprava je vhodná pro přepravu většího objemu zásilek na delší vzdálenosti. Jedná se o velmi spolehlivý druh přepravy. Limitovaná bývá pouze vybudovanou infrastrukturou. Velké nadnárodní společnosti, především automobilové mají pro přepravu velkého množství automobilů vybudované vlastní železniční trasy a terminály. Moderní přepravní vagóny zajišťují bezpečnost přepravy nákladu. Tuzemská železniční doprava je, vzhledem k zastaralé dopravní síti a omezení rychlosti pod 120 km/h, neodpovídající potřebám na přepravu. Velký podíl na přepravě v tuzemsku mají zahraniční automobilové koncerny.

Porovnání s vodní nákladní dopravou:

Výhody železniční nákladní dopravy:

- Možnost přepravy nebezpečných druhů nákladu.
- Spolehlivá časová přepravní doba.
- Vysoká kvalita přepravních technik.

Nevýhody železniční dopravy:

- Limitace infrastrukturou.
- Menší objem přepraveného zboží.

3) Silniční doprava

Pro potřebu dopravit zboží na kratší nebo středně velké vzdálenosti se stala silniční doprava nezbytnou. Zaštiťuje kombinovanou formu dopravy z pohledu doručení zboží ke koncovému zákazníkovy. Silniční sítě umožňují velký rozsah přepravy, jak do velkých společností, tak do středních a malých podniků. V tuzemsku je hustá silniční síť o délce 60 000 km. Velkým negativem je časová nespolehlivost, která nezaručuje včasné předání zásilek. Dalším měřítkem je hustota provozu a tím tak nárůst negativních vlivů na krajinu a ovzduší. Za prudkým nárůstem přepravců a vozidel, poskytujících přepravu, stojí nižší požadavky na odbornou způsobilost pracovníků. Ke zlepšení nebo udržení průjezdnosti pozemních komunikací musí stát zajistit rozšiřování a modernizaci silničních dopravních uzlů.

Porovnání s vodní nákladní dopravou:

Výhody silniční nákladní dopravy:

- Nižší nároky na přepravu.
- Možnost přepravy „od domu do domu“.
- Nakládání a prostoje s tím spojené jsou menší.
- Univerzálnost přepravy.

Nevýhody silniční nákladní dopravy:

- Negativní vliv na životní prostředí.
- Objem přepravy je nízký.
- Náchylné na časové prodlevy a na zpoždění.

4) Lanovková doprava

Lanovková doprava patří k méně využívaným prostředkům přepravy materiálu. Jedná se o použití lanové dráhy pro přepravu nákladů v lomech nebo specificky využívaných průmyslových odvětví. Lanovky zajišťují přepravu menšího množství materiálu v určitých místech s členitým a těžko přístupným terénem. Nelze tedy mluvit o přepravě na delší vzdálenosti.

Porovnání s vodní nákladní dopravou:

Výhody lanovkové nákladní dopravy:

- Přeprava zboží v nepřístupném terénu.
- Nízké provozní náklady.
- Malá ekologická zátěž.

Nevýhody lanovkové nákladní dopravy:

- Přerušovaný materiálový tok.
- Komplikovaná manipulace s břemeny.
- Pevně daná dráha provozu lanovky.

5) Pásová doprava

Velmi výkonný druh přepravy zboží na kratší vzdálenosti, maximálně desítky kilometrů. Za použití pásových dopravníku se přemisťují nerostné suroviny nebo sypké materiály. Zaměření pásové přepravy je na zpracovávatelské firmy nerostných surovin. Instalace pásových dopravníku může zajistit hospodárné fungování přepravy objektů. Zajišťuje řízení průběhu dopravy, automatizované pásové dopravníky snižují počet dohlížejících pracovníků.

Porovnání s vodní nákladní dopravou

Výhody pásové nákladní dopravy:

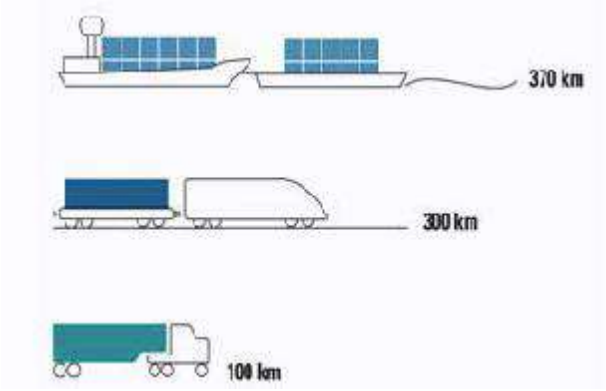
- Vysoký přepravní výkon.
- Nízké nároky na obsluhu.
- Nízké přepravní náklady.

Nevýhody pásové nákladní dopravy:

- Komplikovaná změna přepravní trasy.
- Kratší vzdálenosti přepravy.
- Potřeba návaznosti na jiný druh dopravy. [29],[30]

Souhrnné porovnání vodní nákladní dopravy:

Vodní nákladní doprava má obrovský význam v dálkově přepravě. Podle odhadů se za pomoci kontejnerových lodí přepraví až 90 % celosvětového zboží. Schopnost, za relativně krátký plavební čas doručit tisíce kontejnerů nebo nerostných surovin, je hnacím motorem světové ekonomiky. Přeprava surové ropy z moří je velice důležitou součástí vodní přepravy. Cena za přepravené zboží je srovnatelně mnohem nižší než u přeprav leteckých nebo pozemní dopravy s přepočtem na objem přepraveného zboží. Výkon potřebný na přepravené množství zboží je ze všech druhů dálkové přepravy nejnižší. [31]



Obrázek 2- Porovnání výkonů jednotlivých doprav

Vzdálenost ujetá se stejnou spotřebou energie.

Objem přepravených surovin, v porovnání s ostatními přepravami, je i s přihlédnutím na čas obrovský. Jedna z největších kontejnerových lodí je **MSC Gülsün.**

Parametry lodě:

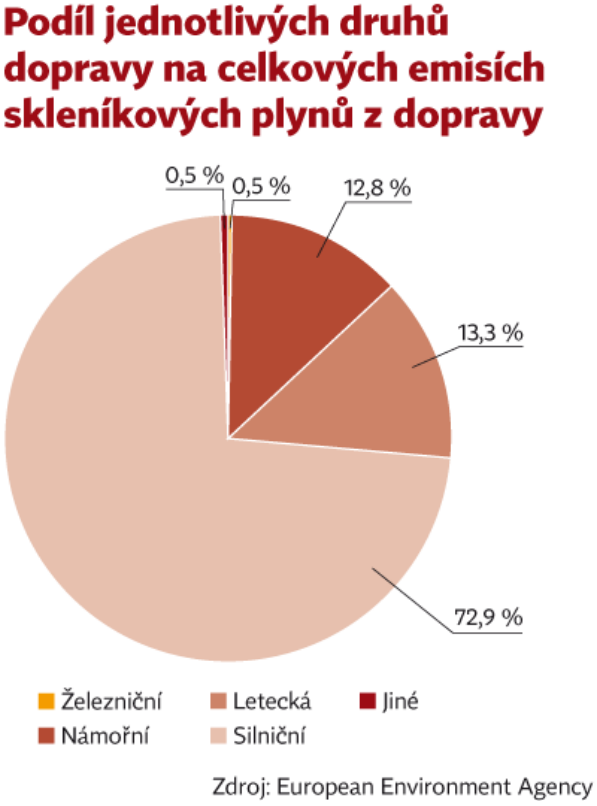
Délka lodě: 400 metrů

Šířka lodě: 61,5 metrů

Schopna pojmout: 23 756 kontejnerů TEU

Pro porovnání se jedná o množství, které by muselo přepravovat 14 000 kamionů. [32]

Lodní přeprava je v přepočtu na kilogram přepraveného zboží nejekologičtější možností dopravy. Lodě spalují těžké topné oleje, jež vyprodukují velké množství oxidu siřičitého. Ten však nepatří mezi skleníkové plyny, jako je oxid uhličitý. Oxid uhličitý vyprodukovaný prostředky pozemní dopravy je ve dvojnásobném množství vyšší než u lodní dopravy.



Obrázek 3- Podíl jednotlivých druhů dopravy na celkových emisích skleníkových plynů

Nevýhoda lodní přepravy je závislost na stavu vodních toků. V porovnání s leteckou a železniční přepravou je lodní přeprava pomalá. Přeprava po vodě není flexibilní a vhodná k přepravě na kratší vzdálenosti. Lodní dopravu je potřeba často kombinovat s více druhy dopravy, aby bylo zajištěno doručení zboží ke konečnému zákazníkovi. [33],[34]

7. Závěr

Vodní nákladní doprava je vysoce komplexní soubor přepravních souborů rozvíjející se stovky let. Přepravní technologie se rozvíjejí a tím narůstají možnosti navýšení frekvence přepraveného zboží. Pro zajištění udržitelné konkurenceschopnosti dochází k navyšování rozměrů plavebních klíčových průplavů a vodních toků.
Z dlouhodobého hlediska je navyšování hladiny a splavnosti vodních toků nezbytnou podmínkou. Ubývající hladiny vodních toků ovlivňují přepravu na vnitrozemských přepravních trasách.

Konstrukce lodí je složitou disciplínou, využívající historických poznatků a fyzikálních principů pracujících s výpočty a experimentálními pokusy. Lodě se staví výkonnější a s velkými přepravními prostory pro různorodé typy komodit. V současné době se zaměřením na ekologii se firmy musí přizpůsobovat moderním trendům. Dostupnou technologií se zlepšuje kvalita spalování, modelace trupu lodí apod.

V globálním měřítku se vodní nákladní doprava stala nenahraditelnou formou dopravy velkého množství zboží za přijatelnou cenu. Přepravené množství klíčových surovin nerostného původu je možné udržet na vysoké úrovni pouze pomocí vodní lodní dopravy. Mezikontinentální kontejnerová doprava od 70. let zajišťuje většinu přepravy spotřebního zboží a průmyslového materiálu.

8. Seznam použitých zkratek

UK	Velká Británie
DWT	Deadweight tonnage
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
km/h	kilometr za hodinu
m	metr
mm	milimetr
km	kilometr

9. Seznam obrázků

Obrázek 1- Přehled Evropských vnitrozemských přepravních tras*…..……23*

Zdroj: https://www.svazdopravy.cz/html/cz/vv160205ac.pdf

Obrázek 2- Porovnání výkonů jednotlivých doprav*……..…….. 31*

Zdroj: https://zolotarev.fd.cvut.cz/ma/ctrl.php?act=show,file,23932

Obrázek 3- Podíl jednotlivých druhů dopravy na celkových emisích skleníkových plynů ……..32

Zdroj: https://logistika.ihned.cz/c1-66033100-namorni-preprava-ekologicka-katastrofa-nebo-zazrak

10. **Seznam tabulek**

Tabulka 1-Parametry motoru*……..7*

Zdroj: http://paluba.eu/obsah/wartsila-sulzer-14rt-flex96c-nejvykonnejsi-motor-na-svete/

Tabulka 2- Beaufortova tabulka*……10*

Zdroj:
https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/7099/1/Zaklady%20a%20metodika%20jizdy%20na%20windsurfu%20%28video%29.pdf

Tabulka 3- Rozměry tankerů podle Flexible market scale*……..18*

Zdroj: https://transportgeography.org/?page_id=6877

Tabulka 4- Rozměry kontejnerů*……19*

Zdroj: https://prodej-kontejnery.cz/content/types

Tabulka 5- Přehled nejvytíženějších přístavů na světě*……..26*

Zdroj: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/77562/F6-BP-2018-Vicherkova-Lucie-textova_cast.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

11. Seznam použité literatury

[1] ČÁBELKA, DrSc., Prof. Ing. Dr. Jaroslav. *Vodní cesty a plavba*. Praha: SNTL-Nakladatelsví technické literatury, n.p., ALFA- Vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, n.p., 1976.

[2] JURENKA, Vladimír, Ing. Miroslav HUBERT, Ing. Petr Bílý. *STAVBA A OPRAVA LODÍ: Učební text pro III. Ročník středních odborných škol dopravních*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1964.

[3] ULRYCH, CSc., doc. Ing. Emil. *HYDROMECHANIKA*. Praha, 2004. ISBN 80-213-1230-0.

[4] MONAKO. *Výtlak lodě* [online]. 2002 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: http://www.mo-na-ko.net/lode-vytlak.htm#TOP

[5] FyzWeb. *Odvození vztahu pro výkon* [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: http://fyzweb.cz/materialy/sily/moment/odvoz.php

[6] Paluba.eu. *WÄRTSILÄ-SULZER 14RT-FLEX96C NEJVÝKONNĚJŠÍ MOTOR NA SVĚTĚ* [online]. 2011 [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: http://paluba.eu/obsah/wartsila-sulzer-14rt-flex96c-nejvykonnejsi-motor-na-svete/

[7] VORÁČKOVÁ, Marie. *VODNÍ CESTY I.* Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1985.

[8] NOVÁK, Radek a Petr KOLÁŘ. *Námořní nákladní přeprava*. Praha: C.H.Beck, 2005. ISBN 978-80-7400-601-2.

[9] KŘIVDA, Vladislav. *3. VODNÍ DOPRAVA* [online]. Ostrava, 2007 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/Zdopr/03_VD.pdf

[10] Wikipedia. *Bulk carrier* [online]. 2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Bulk_carrier

[11] VICHERKOVÁ, Lucie. *POROVNÁNÍ DÁLKOVÉ LODNÍ A LETECKÉ PŘEPRAVY ZBOŽÍ*, Bakalářská práce [online]. 2018 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/77562/F6-BP-2018-Vicherkova-Lucie-textova_cast.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

[12] Svaz dopravy České republiky. *Koncepce vodní dopravy* [online]. 2003 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: https://www.svazdopravy.cz/html/cz/vv160205ac.pdf

[13] Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica. *RO/RO Ships* [online]. 2006 [cit. 2019-11-6]. Dostupné z: http://www.mar.ist.utl.pt/mventura/Projecto-Navios-I/EN/SD-1.4.4-RO-RO%20Ships.pdf

[14] CHAKRABORTY, Soumya. *Understanding Design Of Oil Tanker Ships* [online]. 2019 [cit. 2020-1-15]. Dostupné z: https://www.marineinsight.com/naval-architecture/oil-tanker-ships/

[15] RODRIGUE, Dr. Jean-Paul. *Tanker Sizes and Classes* [online]. 2020 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: https://transportgeography.org/?page_id=6877

[16] RODRIGUE, Dr. Jean-Paul. *Vessel Size Groups (in dead weight tons)* [online]. 2020 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: https://transportgeography.org/?page_id=2176

[17] METRANS. *Typy kontejnerů* [online]. 2020 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://prodej-kontejnery.cz/content/types

[18] HERBER, Vladimír. *NÁMOŘNÍ DOPRAVA* [online]. 2005 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z:http://www.herber.webz.cz/www_ocean/e-learning/ocean-08.pdf

[19] ČTK. *Fakta o Panamském průplavu* [online]. 3.9.2007 [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/fakta-o-panamskem-pruplavu/r~i:article:498604/

[20] Wikipedia. *Suez Canal* [online]. 2020 [cit. 2019-12-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Suez_Canal

[21] CK MUNDO. *Korintský průplav* [online]. 2019 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: https://www.mundo.cz/recko/korintsky-pruplav

[22] BOUŠKA, Michael, KAČER, Jan. *Lodní doprava má výročí. Na moři probíhá drtivá většina celosvětového obchodu* [online]. 2019 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: https://infografiky.ihned.cz/svetovy-obchod-na-mori/r~3209f73a928d11e9819e0cc47ab5f122/

[23] TVRDOŇ, Ph.D., Ing. Leo, et al. *Vodní doprava* [online]. 2017 [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: https://www.dlprofi.cz/33/vodni-doprava-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ei8JXb9UtENh_VG8Y2rGj-g/

[24] Information on the waterway Rhine. *Central Commission for the Navigation of the Rhine* [online]. 2011 [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: https://www.ccr-zkr.org/12030100-en.html

[25] DIVINOVÁ, Jana. *Rýn jako barometr obchodu v Evropě. Úbytku vody se bojí nejen Němci* [online]. 2019 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/zahranicni/ryn-zmena-klimatu-sucho-lodni-doprava-evropa.A190801_145456_eko-zahranicni_div

[26] River Thames. *Freight by Water* [online]. 2014 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: http://freightbywater.fta.co.uk/to_utilise_water_freight/water_freight_services/River_Thames-00001

[27] BROŽA, DrSc., Prof. Ing. Vojtěch, Doc. Ing. František, ČIHÁK, CSc., Ing. Ladislav, SATRAPA, CSc. *HYDROTECHNICKÉ STAVBY.* Praha: Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků, 1998.

[28] MARXOVÁ, Bc. Jana. *STRATEGIE DOPRAVY JIHOČESKÉHO KRAJE* [online]. 2010/2011 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/85125/MAR809_EKF_N6208_6208T037_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[29] BESTA, Ph.D., Ing. Petr. *Porovnání jednotlivých druhů dopravy* [online]. Ostrava [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/download/e-noviny/enlog/porovnani_jednotlivych_druhu_dopravy.pdf

[30] KLADIVA, Jiří. *Rok 2019 byl na události v dopravě a logistice bohatý* [online]. 2020 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: https://www.dnoviny.cz/spedice-logistika/rok-2019-byl-na-udalosti-v-doprave-a-logistice-bohaty

[31] MICHL, Ing. Zdeněk. *Lodní doprava* [online]. 2020 [cit. 2020-3-08]. Dostupné z: https://zolotarev.fd.cvut.cz/ma/ctrl.php?act=show,file,23932

[32] TOMANKA, Marek. *Delší než Eiffelova věž. V Evropě přistála největší nákladní loď na světě* [online]. 2019 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/doprava/lod-msc-kontejner-naklad.A190819_182056_eko-doprava_mato

[33] KOLÁŘ, Vojtěch. *Kapacity lodí a letadel nestačí, ceny v nákladní dálkové přepravě rostou* [online]. 4.9. 2017 [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: https://logistika.ihned.cz/c1-65868580-kapacity-lodi-a-letadel-nestaci-ceny-v-nakladni-dalkove-preprave-rostou

[34] KOLÁŘ, Vojtěch. *Námořní přeprava: Ekologická katastrofa, nebo zázrak?* [online]. 2. 2. 2018 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: https://logistika.ihned.cz/c1-66033100-namorni-preprava-ekologicka-katastrofa-nebo-zazrak