



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## DESIGN REMORKÉRU

DESIGN OF TUGBOAT

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Morcinek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2016



# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	<b>Bc. Lukáš Morcinek</b>
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	<b>doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.</b>
Akademický rok:	2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Design remorkéru

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Analýza a návrh designu remorkéru. Návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.



---

## **ABSTRAKT**

Tématem diplomové práce je design remorkéru. Práce se zabývá návrhem designu remorkéru, který splňuje základní technické, ergonomické, ekologické a estetické požadavky s ohledem na využití moderních technologií a výrobních postupů. Zároveň je kladen důraz na inovativní, nekonvenční řešení, které se odliší od současných realizací.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

remorkér, design, hybridní pohon

## **ABSTRACT**

The topic of this diploma thesis is design of a tugboat. The thesis concerns designing a tugboat while meeting basic technological, ergonomic, ecologic and esthetic requirements while using modern technologies and manufacturing options. There is an emphasis on inovative and unconventional solution, which will differ from contemporary products.

## **KEYWORDS**

tugboat, design, hybrid propulsion

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

MORCINEK, L. Design remorkéru. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 63 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD..



## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design zemědělského traktoru vypracoval samostatně a seznam literatury obsahuje řádně uvedeny veškeré použité zdroje.



## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ladislavu Křenkovi, Art.D. za vedení a pomoc při vypracování diplomové práce. Dále děkuji rodině a spolužákům za podporu.



---

**OBSAH**


---

<b>ABSTRAKT</b>	<b>5</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>KEYWORDS</b>	<b>5</b>
<b>BIBLIOGRAFICKÁ CITACE</b>	<b>5</b>
<b>PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI</b>	<b>7</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ</b>	<b>9</b>
<b>OBSAH</b>	<b>11</b>
<b>1 ÚVOD</b>	<b>13</b>
<b>2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ</b>	<b>14</b>
2.1 Designérská analýza	14
2.1.1 první remorkér	14
2.1.2 remorkér Luna	14
2.1.3 Damen ASD 3212	15
2.1.4 Foss Carolyn Dorothy	16
2.1.5 Sanmar Borgoy	16
2.1.6 Foss Campbell Foss	17
2.2 Marketingová analýza	18
2.2.1 Analýza tržních příležitostí	18
2.2.2 Analýza a výběr cílových trhů	18
2.2.3 Marketingová strategie	19
2.2.4 SWOT analýza	20
2.3 Technická analýza	21
2.3.1 Přehled rozdělení remorkérů	21
2.3.2 Pohonné ústrojí	23
2.3.3 Propeler	26
2.3.4 Trup	29
2.3.5 Používané materiály	30
<b>3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE</b>	<b>31</b>
<b>4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU</b>	<b>32</b>
4.1 Varianta 1	33
4.2 Varianta 2	33
4.3 Varianta 3	34
<b>5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>36</b>
5.1 Proporce a kompozice	36
5.2 Kormidelna	37
5.3 Nástavba	38
5.4 Hlavní paluba	38
5.5 Příd'	39
5.6 Nárazníky	39
5.7 Zád'	39
<b>6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>41</b>
6.1 Konstruktivně-technologické řešení	41
6.1.1 Základní rozměry a technické údaje	41
6.1.2 Trup	41
6.2 Pohonné ústrojí	41

6.2.1	Popis pohonného ústrojí	42
6.2.2	Propeler	43
6.2.3	Palivové nádrže	43
6.2.4	Nárazníky	44
6.3	Ergonomické řešení	44
6.3.1	Výhledové podmínky	44
6.3.2	Ergonomické řešení paluby	45
6.3.3	Servisní přístupy	46
<b>7</b>	<b>BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>48</b>
7.1	Barevné řešení	48
7.1.1	Barevné řešení 1	48
7.1.2	Barevné řešení 2	48
7.1.3	Barevné řešení 3	49
7.2	Grafické řešení	50
<b>8</b>	<b>DISKUZE</b>	<b>51</b>
8.1	Psychologická funkce	51
8.2	Ekonomická funkce	51
8.3	Sociální funkce	51
	<b>ZÁVĚR</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>58</b>
	<b>PŘÍLOHY - ZMENŠENÉ NÁHLEDOVÉ POSTERY</b>	<b>59</b>

## 1 ÚVOD

Lodní doprava je už od svého vzniku hlavním způsobem přepravy především zboží, ale i pasažérů, na velmi dlouhé vzdálenosti. Ve snaze o zefektivnění lodního provozu, se výrobci lodí, a jiných plavidel, uchýlili k nejrůznějším řešením, specializujícím se na určitou činnost. Tyto stroje se pak od sebe výrazně liší v různých ohledech. Propojení lodní a suchozemské přepravy se však stále odehrává v přístavech, tedy poměrně malých, zato velice frekventovaných místech. Remorkéry zde hrají klíčovou roli v udržování plynulého chodu celého cyklu.

Remorkéry působí především jako tahače větších a méně obratných lodí, kterým asistují v dokování a vyplouvání z přístavu. Od svých počátků se však vyvinuly v univerzální stroje, které zastanou širokou škálu funkcí a doplní tak většinu úzce specializovaných plavidel.

Moderní remorkéry jsou po technické stránce velice vyspělé stroje, kterým se však často nedostává dostatečné pozornosti z hlediska designu. Proto je důležité se zaměřit na tuto popomíjenou stránku a propojit obě oblasti. Vzhledem k rostoucímu zájmu o ekologii lodní dopravy bude nutné přijít s novými řešeními, která budou odpovídat nejen technickému ale i designérskému vývoji.

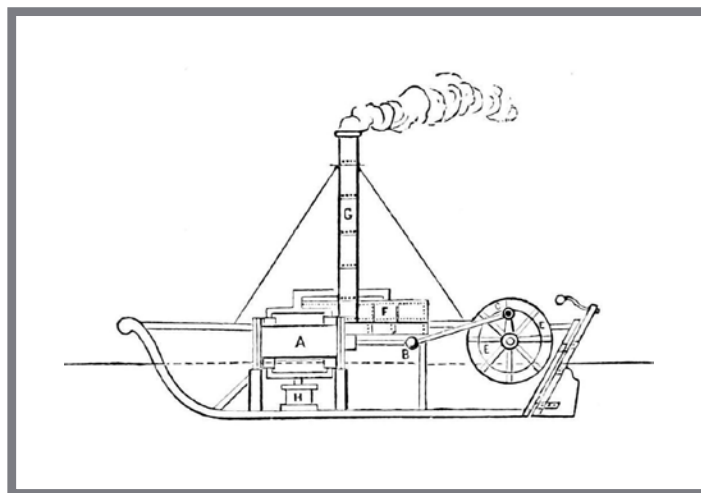
Cílem práce bude vytvořit návrh zohledňující vývoj v lodním průmyslu a vyobrazit remorkér, jako komplexní a univerzální zařízení. Použití hybridního pohonu přispěje k efektivitě provozu a jeho zohlednění v tvarovém a barevném řešení vytvoří nový vizuální projev.

## 2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

### 2.1 Designérská analýza

Vznik remorkérů i jejich následný vývoj byl zpravidla spjat s konkrétními potřebami. Tento přístup sice vedl k vytvoření návrhu, který splnil daný úkol ale už nedocházelo k dalšímu přirozenému vývoji. Až moderní přístup k využití a výrobě remorkéru vedl k rozšíření pole působnosti a učinil tak z remorkéru univerzální a všestranný nástroj, schopný zastat mnoho dalších funkcí.

#### 2.1.1 první remorkér



Obr. 1 Charlotte Dundas (1803) [21]

Remorkér Charlotte Dundas je znám jako první loď, u které bylo dosaženo praktického využití parního stroje. Tvůrcem návrhu byl skotský inženýr a vynálezce William Symington. Loď byla 17m dlouhá, 5,5m široká a hloubka trupu činila 2,4m. O pohon se staral Symingtonem patentovaný vertikální parní stroj připojený k velkému dřevěnému kolesu, které bylo umístěné uvnitř lodního trupu tak, aby nešlo ke kontaktu s nerovným dnem, popř. okolními břehy. Loď poprvé vyplula v lednu roku 1803, ale své slávy dosáhla až o dva měsíce později. Dokázala totiž táhnout dvě 70 tunové bárky na vzdálenost přibližně 30km. Jelikož použitý parní stroj dosahoval výkonu zhruba 10 koňských sil, plavila se loď průměrnou rychlostí 3km/h a celá plavba nakonec trvala více než 9 hodin. Stala se však významným mezníkem pro vývoj remorkérů a lodní přepravu. O pět let později, americký inženýr Robert Fulton, nechal postavit první parník sloužící v Severní Americe. [13]

#### 2.1.2 remorkér Luna

V roce 1930 byl postaven remorkér Luna inženýrem Johnem G. Aldenem. Jednalo se o dřevěný remorkér sloužící v Bostonu. Jeho jedinečnost určoval dieselový motor, který tak byl poprvé využit v lodním průmyslu. Dieselový motor s sebou přinesl řadu výhod. Motory byly menší, lehčí a cena jejich provozu se výrazně snížila. Zároveň byly méně náročné na obsluhu, což snížilo nároky na velikost posádky. A během



Obr. 2 Luna (1930) [20]

následujících 20 let už párou poháněné lodě téměř vymizely. K důležitým částem historie a vývoje remorkérů patří období první a druhé světové války. S rozvojem zbrojního průmyslu šly ruku v ruce různá vylepšení například v oblastech metalurgie, pohonných systémů, nebo sériové výroby. Zároveň se v remorkérech začalo používat vyspělejší komunikační a lokalizační zařízení. [13]

### 2.1.3 Damen ASD 3212

2.1.3



Obr. 3 Damen ASD 3212 [15]

Společnost Damen byla založena v r. 1927 v Holandsku. Dnes se zaměřují na design a konstrukci pracovních lodí. Jako jedni z prvních zavedli standardizaci produktů pro pracovní lodě a remorkéry. K tomu byla potřeba spolupráce s mnoha dodavateli, většina z nich spolupracuje s Damen dodnes. Zavedeny byly další inovace jako modularizace, standardizace výrobního procesu, nebo integrování výzkumu a designu do celého procesu návrhu. Remorkér Damen ASD (Azimuth Stern Drive) 3212 je výsledkem mnohaletého vývoje který vedl k vytvoření skutečně inovativní lodi a je v podstatě jakýmsi milníkem v designu remorkérů. Tento nový typ remorkéru byl navržen jako standart s ohledem na hlavní klasifikační požadavky a nejnovější regulace pro životní

prostředí. Tento výkonný remorkér je určen pro použití po celém světě a má vynikající chování na moři, vynikající ovladatelnost a vlečné vlastnosti společně s nejmodernějším designem zahrnující trup, navíjecí soupravu a další. Jedním z klíčových faktorů ovlivňujících tento remorkér byla ergonomie. Celé venkovní paluba je koncipována otevřeně a nachází se na ní minimum prvků, narušujících její jednotnost. Zkosené hrany nástavby společně s kormidelnou umožňují dosáhnout výborné přehlednosti. Kontrastní oranžová barva trupu zajišťuje dobrou viditelnost remorkéru a zároveň oživuje jinak čisté barevné řešení. Dominantním prvkem je pak dvojice tyčových nárazníků na přídi. Ty jsou zapotřebí z důvodu vysokého zatížení při tlačných operacích tohoto výkonného remorkéru. [15]



Obr. 5 Foss Carolyn Dorothy [7]

---

#### 2.1.4 Foss Carolyn Dorothy

První diesel-elektrický remorkér Carolyn Dorothy byl postaven v přístavu San Pedro (USA) r. 2008. Jeho hlavní předností bylo použití kombinace diesellového motoru, el. generátoru, baterií a pohonných elektromotorů/generátorů. Výsledkem bylo značné snížení spotřeby a množství emisí. Přestože je remorkér vybaven kompletně novým pohonným ústrojím a dalšími technologiemi přispívajícími k zefektivnění jeho chodu, navenek je velmi podobný klasickým remorkérům. Používá prohnutý tvar paluby, což je odkazem na předchozí generace remorkérů. Stejně tak jako středově umístěná nástavba, jejíž poloha je ovlivněna tvarem trupu a rozmístěním pohonného ústrojí. Remorkér tak dostává spíše statický, zato stabilnější výraz. [7, 12]

---

#### 2.1.5 Sanmar Borgoy

V září roku 2013 byl v Istanbulu (Turecko) dokončen první remorkér poháněný kapalným zemním plynem (LNG). Jedná se o další směr, kterým se konstruktéři vydali ve snaze o snížení ekologického dopadu na životní prostředí, v tomto případě použitím alternativního paliva. Remorkér Borgoy je postaven na standardním „V“ trupu, doplněném o hlubší kýl a vyrovnávací závaží. Remorkér má na první pohled mohutnější nástavbu. To je zapříčiněno velkou palivovou nádrží, která je pod ní schovaná. Vyšší těžiště ovlivňuje stabilitu plavidla a proto bylo nutné přistoupit ke výše zmíněným



Obr. 6 Sanmar Borgoy [14]

úpravám trupu. Ve výsledku je remorkér uzpůsobený spíše pro pužití ve velkých, otevřených přístavech, popř. k práci na otevřeném moři. Velká nástavba a modifikace trupu totiž měly za následek horší schopnost manévrovat, stejně tak jako horší přehlednost paluby.[12, 14]

### 2.1.6 Foss Campbell Foss

2.1.6



Obr. 7 Campbell Foss [7]

Remorkér Campbell Foss je v pořadí druhým hybridním remorkérem tohoto výrobce. Využívá řady nových technologií, jako např. lithium-polymerové baterie, které jsou lehčí a výkonnější. Loď je využívána především k doprovodu kontejnerových lodí a ropných tankerů. Podobně jako jeho předchůdce, Carolyn Dorothy, je remorkér postaven na platformě klasického remorkéru z dřívějších generací. Poměrně malá, centrálně umístěná nástavba nedává příliš prostoru pro umístění kajut posádky, proto remorkér není vhodný pro práci na otevřeném moři, nebo ve větších vzdálenostech od

přístavu. Jedním z výrazných vizuálních prvků jsou boční nárazníky vyrobené z automobilových pneumatik. Toto řešení je rozšířené u starších remorkérů, avšak působí neprofesionálně a vypovídá o nekomplexním řešení.[7, 11, 12]

## **2.2 Marketingová analýza**

Marketingová analýza se zabývá možnostmi a proměnami určitého segmentu trhu pro specifický a konkrétní obor či výrobek. Pomáhá identifikovat silné a slabé stránky, stejně tak tržní příležitosti nebo hrozby (SWOT) pro danou společnost. Na základě toho mohou být definovány obchodní strategie a jejich zaměření. [16]

### **2.2.1 Analýza tržních příležitostí**

#### **Konkurenční faktory**

Vzhledem k vysokému počtu výrobců zabývajících se produkcí remorkéru je vhodné tuto skupinu rozdělit na 3 skupiny. A to na specializované výrobce, zaměřující se výhradně na remorkéry a pracovní lodě nebo čluny. Hlavními představiteli jsou společnosti Damen, Foss Maritime, Sanmar, Crowley Marine nebo Sause Brothers. Tyto společnosti se podílejí také na technickém vývoji v oblasti remorkérů a jsou tak schopné přijít s novými řešeními. Do druhé skupiny můžeme zařadit méně specializované výrobce. Tedy společnosti, které se zaměřují na výrobu jiného typu plavidel ale v případě zájmu jsou schopné vyrobit konkrétně požadovaný remorkér. Patří mezi ně např. Armon, Zamakona nebo Cheoy Lee. Do poslední skupiny spadají malí výrobci, většinou lokálního charakteru. V jejich sortimentu najdeme převážně menší plavidla. Často vyráběná v sérii pouze několika kusů. [15, 16, 17, 18]

#### **Analýza a prognóza poptávky**

Vzhledem k rozsahu lodní dopravy mají remorkéry bezesporu na trhu své místo. Dalším důležitým faktorem je velká část dnes používaných remorkérů (např. v USA až 75%) je starších než 25 let a stávají se zastaralými. Můžeme předpokládat, že v nadcházejícím období dojde k zvýšené produkci remorkérů. A to především kvůli požadavkům na ekologický provoz v oblasti lodní dopravy, kde dosažení požadovaných emisních limitů může být pro starší remorkéry problematické. V současnosti je předpokládán celosvětový růst počtu remorkérů až o 4% ročně. Ten však nezohledňuje vyřazování zastaralých kusů, proto lze očekávat ještě vyšší optávku po nových remorkérech. Poměrně novým faktorem určujícím tržní sílu remorkéru pak může být design. Ten byl po dlouhou dobu opomíjen a až v posledních cca 5 letech můžeme pozorovat první výrobce, kteří se designu remorkéru začínají věnovat. V podstatě jediným výrobcem, který uvádí design jako jednu z předností svých produktů je nizozemská společnost Damen. [17, 18]

### **2.2.2 Analýza a výběr cílových trhů**

#### **Segmentace trhu**

Segmentace, nebo také rozdělení trhu, je postup sloužící k zacílení na určitou část trhu, která je pro společnost nejzajímavější. Tohoto rozdělení lze dosáhnout pomocí několika parametrů: Geografických, demografických, psychografických a behaviorálních.[1]

**Geografické parametry:**

Z geografického hlediska jsou remorkéry vymezeny v celku logicky. V úvahu připadají téměř všechny země s přístupem k moři, nebo velkým, uzavřeným lodním plochám. Dalším vymezujícím faktorem pak bude ekonomická úroveň země a úroveň lodní dopravy. Nejvyšší koncentraci míst s možností uplatnění remorkéru a tedy i největší poptávku po plavidlech tohoto typu najdeme ve Skandinávii, Velké Británii, USA ale i v rychle se rozvíjející Číně. [17, 18]

**Demografické parametry:**

Potencionální zákazník jako jednotlivec, se na trhu remorkérů nenechává. O zakoupení plavidla rozhoduje zpravidla vedení velké společnosti, kde hlavní roli hrají technické parametry a cena. Proto ve výsledku není možné použít přesných demografických parametrů. [17]

**Behaviorální parametry:**

Chování jednotlivce nemá příliš velký vliv. Koupě remorkéru je velká investice a počítá se s provozním obdobím v řádu desítek let. Proto se výběru daného plavidla věnuje skupina lidí z různých oborů. [17]

**Výběr cílového trhu**

Největší potenciál pro úspěch na trhu bude v ekonomicky úspěšných zemích, které mají navíc přístup k moři a využívají lodní dopravu pro přepravu zboží a osob. Cílovým zákazníkem budou velké přepravní firmy, operující s např. kontejnerovými loděmi, nebo tankery. Po technologické stránce je konkurence poměrně vyrovnaná. [16]

**2.2.3 Marketingová strategie**

2.2.3

**Výrobní strategie**

Hlavními přednostmi remorkéru budou komplexní designerské řešení, ergonomie vnějších prostorů nebo použití nejnovějších technologií pohonného ústrojí i doplňkových zařízení. Velkým rozlišovacím prvkem bude celkový vzhled remorkéru.

**Cenová úroveň**

Vzhledem k vysoké úrovni technického vybavení a použití moderních technologií se remorkér pohybuje ve vysoké cenové kategorii. Přesná cena pak závisí na konkrétním řešení daného plavidla. Téměř každý remorkér je upraven podle potřeb zákazníka a od těchto modifikací se pak odvíjí jeho cena. Přibližnou cenu je možné odhadnout na základě v současnosti dostupných remorkérů, které se v podobné konfiguraci prodávají za cenu od 5 až po několik desítek milionů USD. Cena se odvíjí především od stáří a technologické úrovně plavidla. [17]

**Distribuce**

Výroba remorkérů je téměř výhradně zakázková. Zákazník komunikuje s obchodním nebo technickým oddělením a společně se dohodnou na konkrétním řešení daného plavidla. Oblast distribuce remorkérů můžeme rozdělit na 2 zásadní způsoby. Prvním je sestavení remorkéru přímo v loděnicích výrobce. Po dokončení stavby se remorkér sám doplaví k zákazníkovi. Tento způsob je omezen vzdáleností zákazníka od loděnic, protože remorkér není uzpůsoben k plavbám na velmi dlouhé vzdálenosti. V případě,

že tento způsob dopravy není možný (např. při distribuci remorkéru přes oceán), je možné dopravit remorkér, rozložený na díly, do cílového přístavu, nebo blízkých loděnic a dokončit stavbu tam. [16]

### **Podpora prodeje**

Remorkér jako produkt na trhu zákazníka mezi veřejností nenajde. Je však žádoucí dostat se do povědomí např. návštěvníků technických veletrhů, námořních přehlídek a podobných událostí a rozšířit jejich zájem o toto odvětví. Vzhledem k rostoucímu zájmu o ekologii lodní dopravy je možné očekávat pozitivní reakce ke kombinaci šetrného pohonu s atraktivním designem. Dále je možné očekávat zájem od nadšenců do lodní dopravy a zaměřit se na publikaci nejen technických článků na jejich webové stránky.

---

### **2.2.4 SWOT analýza**

#### **silné stránky:**

inovativní design  
moderní technologie

#### **slábé stránky:**

vysoká cena  
nízký počet prodaných kusů

#### **příležitosti:**

možnost probudit zájem o nové technologie  
využití rostoucího důrazu na ekologii

#### **hrozby:**

z pohledu veřejnosti jde o nevýrazný produkt

## 2.3 Technická analýza

Remorkér je poměrně malá, velice výkonná pracovní loď. Využívá se k tažení, nebo tlačení velkých lodí v přístavech, nebo na místech s omezeným prostorem. Dále pak k tažení plavidel, které nemají vlastní pohon, jako např: nákladní bárky, vrtné plošiny, nebo porouchané lodě. Dále bývají opatřeny různými doplňkovými zařízeními, jako palubním jeřábem pro manipulaci s malými náklady, nebo hasícími děly pro nouzové hašení požárů. Dnešní remorkéry jsou často uzpůsobené i k práci na otevřeném moři, což zahrnuje nejen dostatečnou kapacitu palivových nádrží, ale také ubytování pro posádku.

### 2.3.1 Přehled rozdělení remorkérů

#### Standartní námořní remorkér



Obr. 8 remorkér Alice L Moran [29]

Námořní remorkér je loď přizpůsobená k přepravě a manipulaci s nákladem především na otevřeném moři. Můžeme je rozdělit na 3 základní kategorie. Standartní námořní remorkéry jsou lodě s dobrými plavebnými schopnostmi a vysokou zásobou paliva. Tyto remorkéry jsou navrženy pro samostatnou činnost na otevřeném moři. Časté je použití pro tahání velkých lodí, ropných plošin, nebo jiných speciálních nákladů. Vzhledem ke způsobu využití mají tyto remorkéry trup vycházející z běžných dopravních lodí. Nejsou opatřeny gumovými nárazníky a k přepravě nákladu používají pouze lano. Délka těchto remorkérů zpravidla začíná na 45 metrech a výkon na přibližně 4500 kW. [1, 5, 6]

#### Klínový remorkér a ATB

Klínový remorkér funguje jako pohon pro nákladní bárku, která má v zadní části otvor který odpovídá tvaru remorkéru. Do toho otvoru remorkér najede a může pak pohánět a ovládat celou bárku. Articulated Tug Barge (členěná vlečná bárka) je novější řešení a zdokonaluje klínový způsob použitím párovacího zařízení mezi remorkérem a bárkou. Po najetí do otvoru bárky se remorkér připojí pomocí několika hydraulicky ovládaných kolíků a pevně se tak spojí s bárkou. Kvůli velkému rozdílu ve výšce remorkéru a bárky mají remorkéry vyvýšenou kormidelnu [1, 5]



Obr. 9 kontejnerová ATB jednotka [28]

### Přístavní remorkér



Obr. 10 přístavní remorkér Damen ASD 2810 [27]

Přístavní remorkéry jsou všestranné lodě používané jak v mořských, tak vnitrozemských přístavech. Jejich úkolem bývá pomoc velkým lodím při dokování a výjezdu z přístavu, tahání dopravních bárek u pobřeží nebo na uzavřených vodních plochách. Největší předností přístavních remorkérů je výborná schopnost manévrovat v malých prostorách přístavu. Přístavní remorkéry bývají také uzpůsobené k hašení požáru, zasahování proti znečištění, nebo odklízení ledu v chladných oblastech. [1, 5, 6]

## Říční remorkér



Obr. 11 říční remorkér [26]

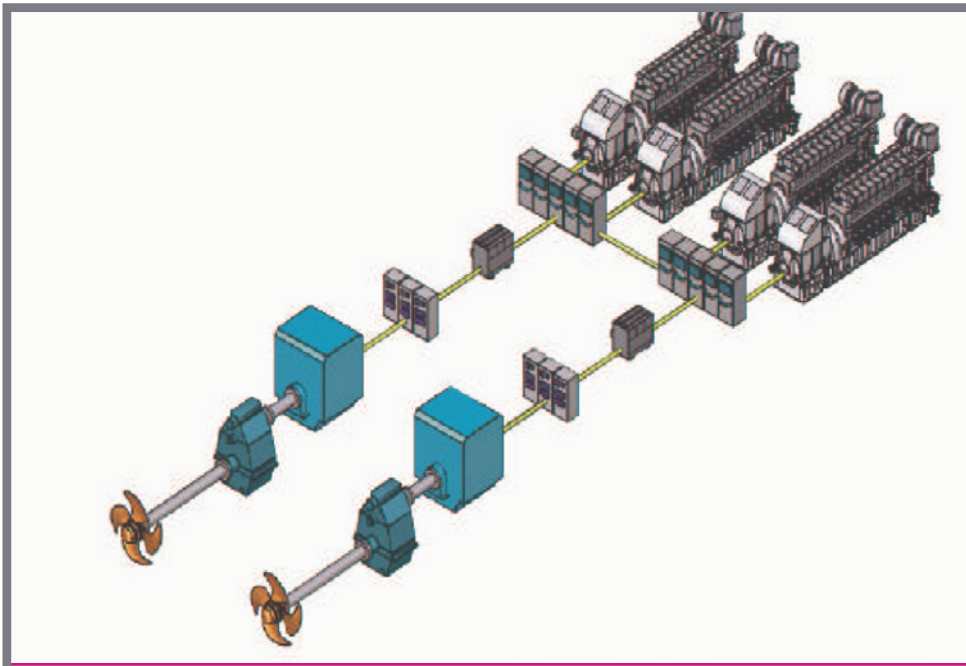
Říční remorkéry se značně liší svou konstrukcí. Mívají plochou příď uzpůsobenou k tlačení nákladních bárek nebo vorů. Kvůli své konstrukci se nehodí pro použití na moři, ale vyniknou při manévrování v těsných prostorech [1]

### 2.3.2 Pohonné ústrojí

2.3.2

#### Diesel - elektrický pohon

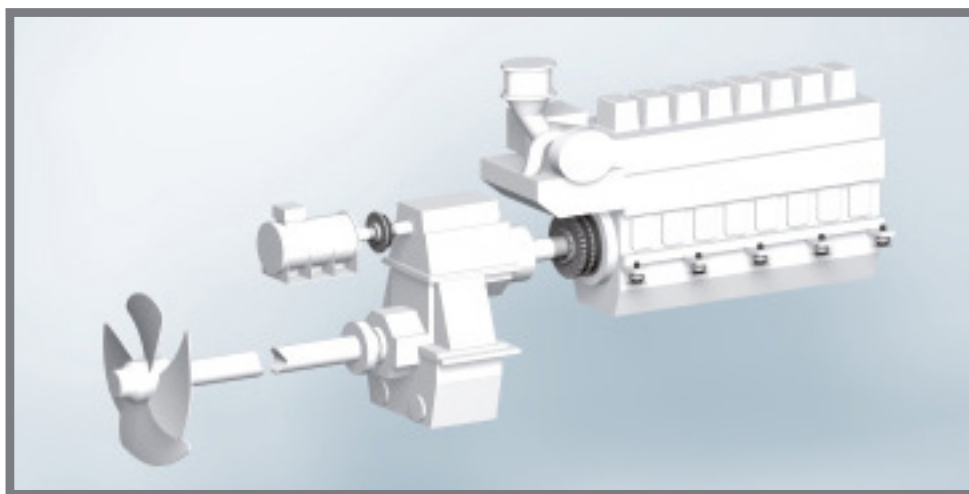
Tento pohonný systém se skládá z několika základních prvků: Diesellový motor připojený k alternátoru produkuje elektrický proud, který putuje přímo do hlavní rozvodny.



Obr. 12 diesel - elektrický pohon [11]

Odtud pokračuje do transformátoru, kde je převeden k elektromotoru. Ten může být podle potřeby připojen k převodovce. Diesel-elektrické systémy jsou velmi výhodné u lodí s různorodým pracovním zatížením, jakými jsou právě remorkéry. Až 50% z celkové spotřeby remorkérů tvoří provoz v nezatíženém stavu a právě tam přináší diesel-elektrický pohon výraznou úsporu. V diesel-elektrickém zapojení se většinou používá více než jeden diesellový motor za účelem lepší spolehlivosti. Při poruše, nebo údržbě jednoho z motorů může celý systém pokračovat v provozu. Mezi další výhody pak patří například nižší prostorové nároky, nižší emise a spotřeba paliva. Nebo nižší úroveň hluku a vibrací [1, 2, 11]

### **Diesel - mechanický pohon**



Obr. 13 diesel - mechanický pohon [25]

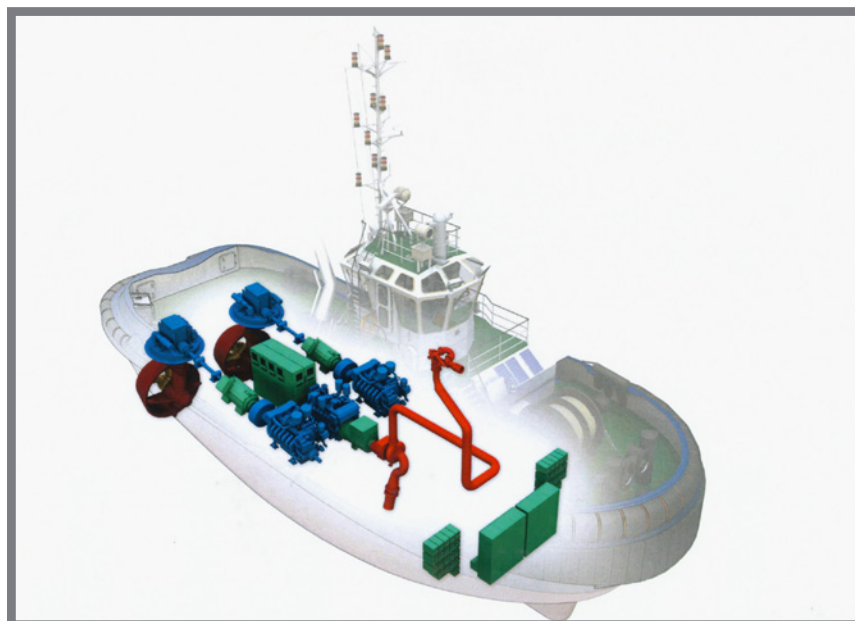
Oproti diesel-elektrickému pohonu se jedná o pohon přímý. To znamená že otáčky z motoru jsou převedeny přes převodovku rovnou na hnací hřídel a propeler. Tento systém je mnohem jednodušší a z toho důvodu často preferovaný. Jeho použití je vhodnější pro tzv. námořní tažné remorkéry, u kterých nedochází k častým změnám v zatížení. Pro zajištění elektrické energie potřebné pro pomocná zařízení a elektroniku se pak používá přídavný generátor. Další možností je pak systém pro využití odpadních energií, především tepla, nebo výfukových plynů. [1, 2]

### **Hybridní pohon**

Hybridní pohonné ústrojí je kombinací diesellového motoru, elektrického motoru a elektrické baterie sloužící k uchování energie. Provoz hybridního pohonu je možné rozdělit na 3 základní režimy:

Režim generátoru - V tomto režimu je loď poháněna diesellovým motorem. Elektromotor, který je k diesellovému motoru připojen, plní funkci generátoru a dobíjí baterii.

Tohoto režimu se využívá především pokud dochází k přebytku výkonu diesellového motoru.



Obr. 14 hybridní pohon [24]

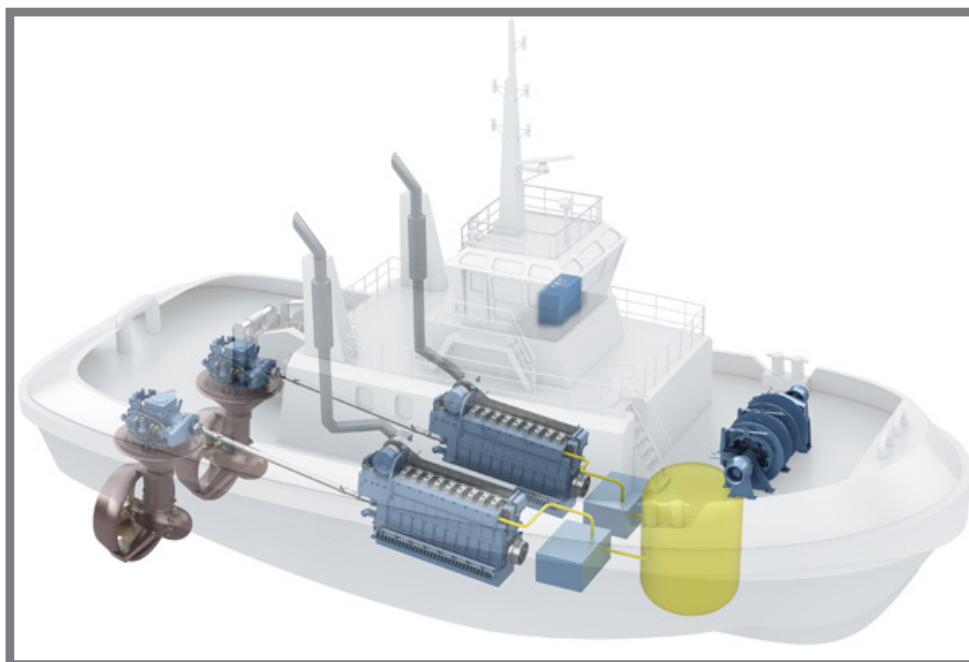
Elektrický režim – V elektrickém režimu je loď poháněna pouze elektromotorem, který čerpá energii z baterií.

Tento režim značně přispívá k efektivitě provozu. Využívá se pro krátké přesuny, kde není potřeba vysoký výkon.

Podpůrný režim – Při nižších rychlostech, kde je ale zapotřebí vysokého výkonu, je možné pohánět loď oběma motory najednou. Elektromotor dále může sloužit k vyrovnávání výkyvů při nerovnoměrném zatížení. [1, 2, 5, 6, 7, 19]

### **Pohon tekutým zemním plynem**

Zemní plyn je mezi lodními pohony zatím jen minimálně používané palivo. Až v zimě r. 2013 byl uveden do provozu první remorkér poháněný právě zemním plynem. Hlavním důvodem pro použití zemního plynu je velmi výrazná redukce emisí a hluku. Vzhledem k možnému zavedení emisních limitů i pro lodě a jiná motorová plavidla můžeme očekávat, že využití ekologicky šetrnějších paliv bude častější. Pohon zemním plynem však s sebou přináší řadu komplikací. Palivové nádrže mají přibližně o 60% větší objem, než jejich diesellový ekvivalent. Dále vyžadují oddělený motorový prostor s danými požadavky na ventilaci a mnoho dalších kontrolních a bezpečnostních prvků. Posledním významným problémem je pak dostupnost paliva. Kvůli velmi malému počtu lodí poháněných zemním plynem je jeho přeprava a doplňování náročnější. Dá se ale očekávat, že s rostoucí poptávkou bude tento problém vyřešen. [2, 13, 14]



Obr. 15 pohon na LNG [22]

---

### 2.3.3 Propeler

#### Lodní šroub s pevným stoupáním

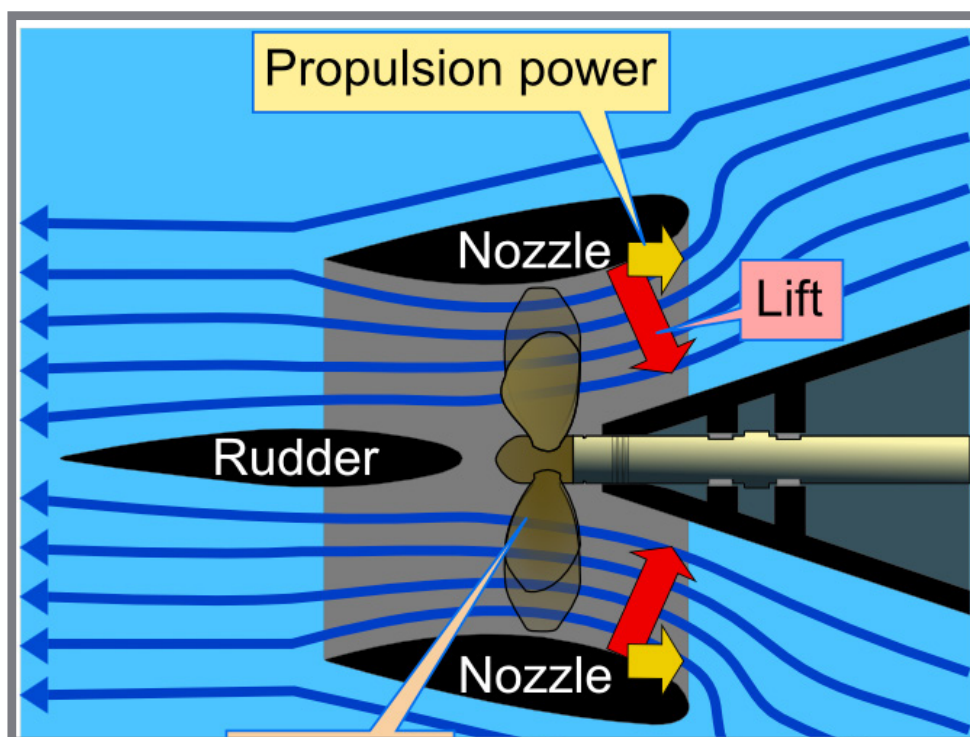


Obr. 16 lodní šroub s pevným stoupáním [30]

Lodní šroub s pevným stoupáním je základem pro moderní způsob lodního pohonu. Díky širokému spektru využití existuje mnoho typů a velikostí. Od malých lodních šroubů, vážících jen několik kilogramů, až po šrouby určené pro kontejnerové lodě, kde jejich hmotnost může dosáhnout až 130 tun. Pro lodní šrouby o průměru nad 300mm se většinou používají neželezné materiály: mosaz, manganové a nicklo-hliníkové bronzy jsou těmi nejvíce populárními. V menší míře to pak jsou nerezové oceli. Výroba lodních šroubů se převážně provádí odléváním. U malých lodních šroubů se

pak častěji používají polymery, hliník, nylon nebo také uhlíkové vlákno. V závislosti na požadovaných otáčkách se pak bude lišit tvar, počet a stoupání listů lodního šroubu. Počet listů je většinou 2-7, ve zvláštních případech pak může být počet ještě vyšší. U remorkérů se však používají 3, 4 nebo 5 listové šrouby. Cílem při volbě lodního šroubu je minimalizování kavitace, což je jev, při kterém voda ztrácí své hydrodynamické schopnosti. Ke kavitaci dochází na lopatkách lodního šroubu vlivem změny tlaku. Kavitace je pro lodní pohon nežádoucí ze dvou hlavních důvodů. Prvním je snížení účinnosti propeleru, což způsobuje zmenšení plochy lodního šroubu, která je v kontaktu s vodou. Druhým nežádoucím projevem je pak mechanické poškození lodního šroubu, ke kterému dochází vlivem agresivního kavitacího prostředí. [1, 2, 30]

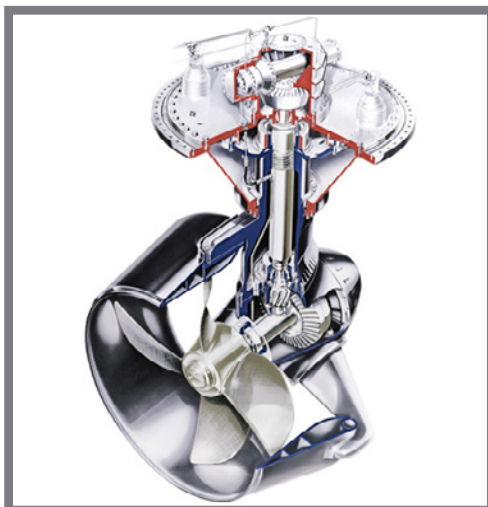
### Kombinace lodního šroubu a trysky



Obr. 17 schéma prstencového propeleru [23]

Prstencový propeler je kombinací lodního šroubu a prstence, který jej obaluje. Prstenec má za úkol usměrnit proud vody vytvářený lodním šroubem. Lodní šroub je pak nutné přizpůsobit jednak tvaru prstence, ale i změně proudového prostředí, ve kterém bude šroub pracovat. Tento způsob pohonu se používá hlavně v případech, kde je zapotřebí docílit velmi vysokého tahu při nízké rychlosti. Proto bývá často použit u remorkérů. Největší přínos prstencového propeleru byl naměřen při nulové rychlosti, kdy nárůst tahu oproti klasickému propeleru činí až 50%. S rostoucí rychlostí se jeho přínos snižuje a po překročení určité rychlosti může efektivitu dokonce snižovat. Těchto rychlostí však remorkéry nedosahují a proto není potřeba se tímto případem zabývat. [1, 2, 23]

### Otočný (azimutový) propeler

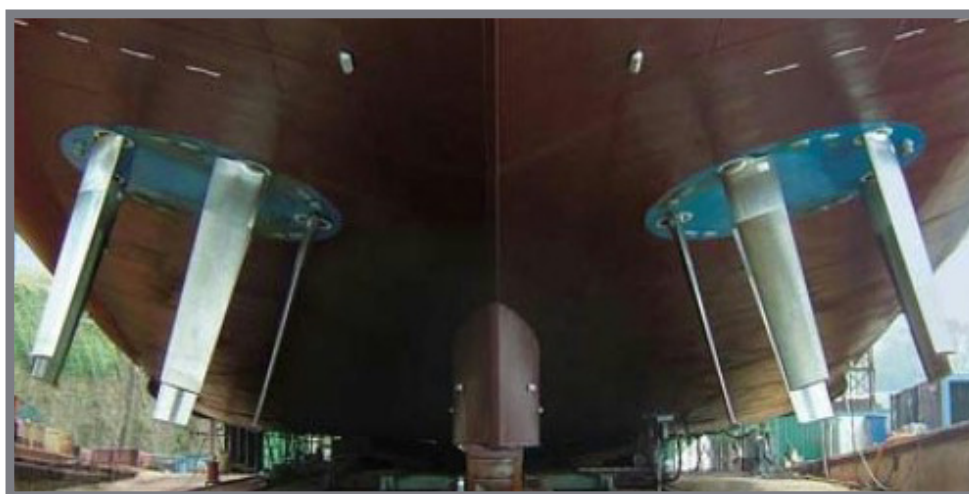


Obr. 18 azimutový propeler [31]

Zásadním rozdílem azimutového propeleru je jeho schopnost otáčet se kolem vertikální osy. U předchozích typů propeleru byl lodní šroub vždy připojen na pevnou osu a otáčet bylo možné pouze kormidlem, popř. prstencovou tryskou. Tato konstrukce přináší značné zlepšení manévrovacích schopností, protože úhel, do které se může propeler natočit není v podstatě nijak limitován. U azimutového pohonu bývá lodní šroub k hnací hřídeli připojen pomocí několika kuželových ozubených převodů. Podle počtu převodů a jejich uspořádání se pak běžně označují jako typ Z nebo typ L. Další novinkou je možnost použití tažného propeleru. Ten má oproti kalsickému tlačnému zpravidla lepší vlastnosti. Vstupní proud před propelerem totiž není nijak narušený, například hřídelí, nebo tvarem trupu, a proto na lodním šroubu způsobuje mnohem méně nepravidelného zatížení. [1, 2, 3]

### Cykloidní propeler

Cykloidní, nebo také Voith-Schneiderův propeler je speciální typ pohonu, který nevyužívá lodní šroub. Je tvořen sadou šesti nebo osmi lopatek v kruhovém uspořádání



Obr. 19 cykloidní propeler [32]

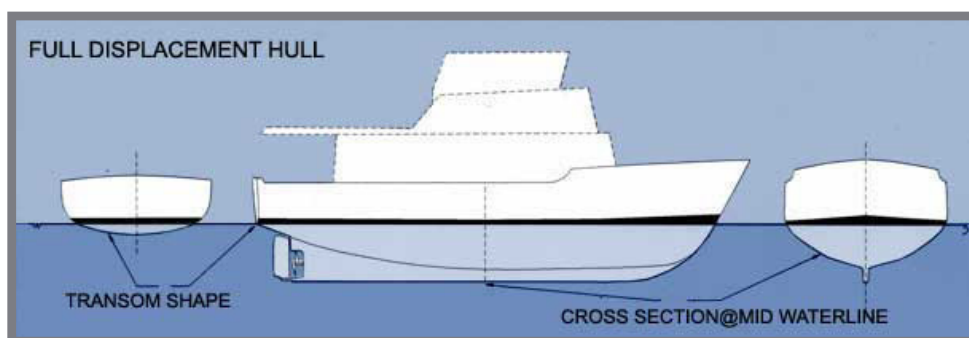
otáčejících se kolem vertikální osy. Množství tahu, který je tento propeler schopný vyvinout se řídí rychlostí otáčení a jeho směr pak natáčením lopatek. Díky tomu může být tah efektivně nasměrován do jakéhokoliv směru. Cykloidní pohon dosahuje velice podobných výsledků, jako ostatní, klasické typy pohonů. Vyniká však manévrovacími schopnostmi. Směr proudu lze velmi rychle přeměřovat natočením lopatek propeleru. Jejich ovládání bývá řešeno hydraulicky. Vývoj cykloidního pohonu začal už r. 1920, přesto není v praxi příliš rozšířený. Jednou z příčin je vyšší ponor, který tento typ pohonu vyžaduje. Navíc je potřeba použití ochranných konstrukcí, při provozu v mělkých vodách tak, aby nedošlo k poškození rotujících lopatek. [1, 2]

### 2.3.4 Trup

2.3.4

Existují 2 základní typy lodních trupů. Výtlačný a kluzný. Každý z nich má velmi odlišné vlastnosti a je vhodný pro odlišné použití. [1]

#### Výtlačný trup

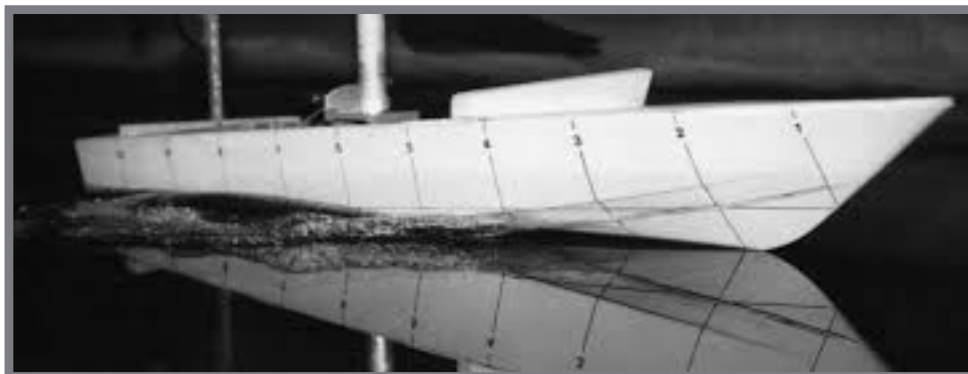


Obr. 20 schéma výtlačného trupu [33]

Lodě s výtlačným trupem při pohybu vytlačují vodu po bocích. Jsou navrženy k rozrážení vody, což jim umožňuje se pohybovat při nízkých rychlostech. Tento typ trupu lze popsat pomocí výtlačku, což je hmotnost vody, která je trupem vytlačena. Výtlačné trupy dosahují velmi vysokých hodnot výtlačku. U velkých nákladních lodí se toho využívá k maximalizaci nákladního prostoru. Naopak u remorkéru je snaha o dosažení nízkých rozměrů při zachování požadovaného výkonu. [1]

#### Kluzný trup

Kluzný trup je uzpůsobený k vyšším rychlostem. Při nízké rychlosti kluzný trup funguje jako výtlačný. Při dosažení dostatečné rychlosti se trup vynoří velmi blízko k hladině a klouže po ní. Díky tomu je možné dosáhnout mnohem vyšších rychlostí. [1]



Obr. 21 model kluzného trupu [34]

---

### 2.3.5 Používané materiály

#### **Ocel**

Ocel je nejběžnější materiál používaný pro stavbu lodí. To hlavně kvůli nárokům na pevnost, pružnost, opracování, cenu, možnost opravy, apod. Díky velkému množství různých typů oceli a jejich úprav, je možné vybrat takovou, která bude nejvhodnější pro daný typ plavidla. [1, 3, 4]

#### **Hliníkové slitiny**

Díky dobré odolnosti proti korozi se staly hliníkové slitiny a kompozitní materiály staly populárním materiálem pro stavbu hlavně vysokorychlostních lodí. [1, 3, 4]

#### **Měděné slitiny**

Měděné materiály jsou používány díky dobré korozivzdornosti a poměrně dobré pevnosti, stejně tak jako vlastnostem jako elektrická nebo tepelná vodivost. Často jsou z nich vyráběny například propelery, části čerpadel, potrubí a další. [1, 3, 4]

#### **Zinek**

Zinek je další z korozi odolných materiálů. Používá se většinou ve formě pozinkování jiných kovů. [1, 3, 4]

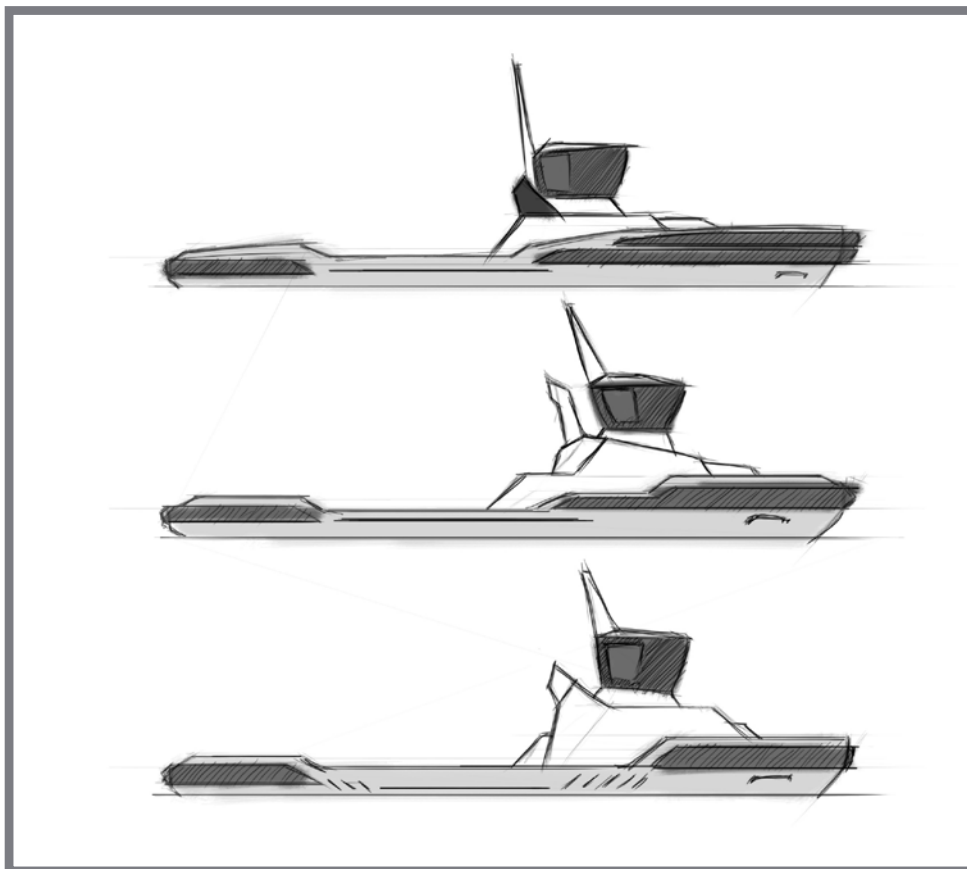
### 3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

---

**3**

Od svých začátků bylo na remorkér pohlíženo jako na loď, modifikovanou pro splnění daného úkolu, tedy tahání nákladu nebo břemene v oblasti lodní dopravy. Až na konci 20. stol. se výrobci pomalu začali uchýlovat k výzkumu a vývoji remorkérů jako samostatných plavidel, jejichž funkce vyžaduje konkrétní přístup. Tvarové a kompoziční řešení se za posledních několik desítek let příliš nezměnilo. Remorkéry sice logicky odkazují na předchozí generace, ale bez dostatečně inovativního přístupu se tato řešení stávají fádními a poukazují na nedostatek pozornosti právě z designérské stránky. Další výzvou je dosažení co nejlepších ergonomických podmínek vzhledem k proporcím remorkérů. Ve snaze o dosažení co největšího výkonu při zachování co nejnižších rozměrů může být obtížně dodržet požadavky na vhodné pracovní prostředí pro člověka. V neposlední řadě je pak důležité zohlednit nebezpečné pracovní prostředí, které je často ovlivněno počasím a je tedy obtížné ho předvídat. Cílem práce je navrhnout remorkér pro použití v přístavech s možností krátkodobé práce na otevřeném moři. Remorkér bude spadat do střední výkonové kategorie přístavních remorkérů o délce do 35m a tahem přibližně 70t. Výsledné designérské řešení bude reflektovat použité technologie, stejně jako snahu o definování remorkéru jako výkonného plavidla respektujícího technologický vývoj. Vzhledem k rostoucímu zájmu o problematiku ekologie lodní dopravy bude remorkér využívat diesel-elektrického hybridního pohonu, který je v současnosti jedním z nejefektivnějších a nejšetrnějších způsobem pohonu plavidel. Tento pohonný systém, stejně jako důraz na ergonomickou stránku provozu remorkéru, se projeví na výsledném tvarovém i barevném řešení. [13]

## 4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

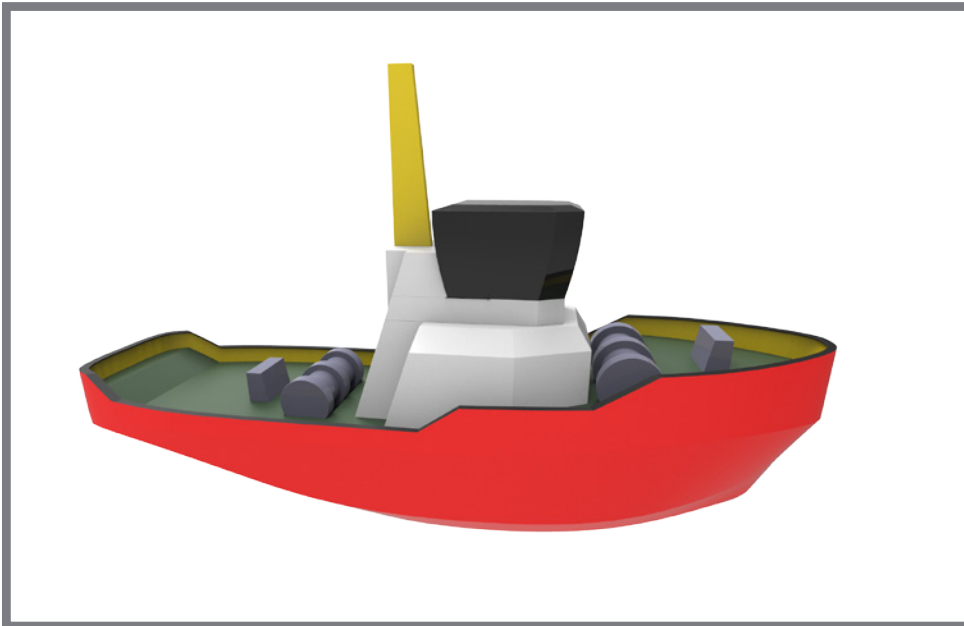


Obr. 22 skici

Základní myšlenka byla zpočátku hledána pomocí rychlých, prvotních skic. Technické a ergonomické limity určené samotným remorkérem nebyly ze začátku brány v úvahu. Díky tomu bylo možné volně experimentovat s tvarovými řešeními a oprostít se od výše zmínovaných omezení. Po vytvoření dostatečného množství návrhu byly nejdřív vyselektovány ty, které byly vhodné pro další rozpracování a následně skloubeny se základním technickým a ergonomickým řešením. V této fázi je sice potřeba ustoupit od čistě estetického přístupu, avšak výsledný návrh si stále zachovává základní rysy určující jeho konečný dojem. Moderní remorkéry jsou technologicky vyspělá a komplexní zařízení. Všechny varianty využívají rozvíjející se hybridní pohon, který se může stát významným posunem ve vývoji lodních pohonů. Tento vývoj je však také třeba zohlednit v dalších oblastech designu. Právě odpoutání se od striktního a pevně daného technického přístupu je společným prvkem pro všechny varianty. Díky toho je dosaženo nových a originálních tvarových řešení. Zároveň by si však měl remorkér zachovat určité základní proporce, typické pro tento typ plavidla. Kombinací těchto dvou přístupů je pak dosaženo návrhu, který odkazuje na typické rysy remorkérů tak, aby bylo na první pohled jasné o jaké plavidlo se jedná. Zároveň je ale možné jej dostatečně odlišit a zařadit mezi nadcházející generaci technologicky i designově vyspělejších remorkérů.

## 4.1 Varianta 1

4.1



Obr. 23 varianta 1 - boční pohled

První varianta je jakýmsi nástinem směru, kterým se toto řešení ubírá. Prvními kroky bylo určení tvarových a kompozičních prvků, které definují tvar remorkéru a jejich rozpracování.

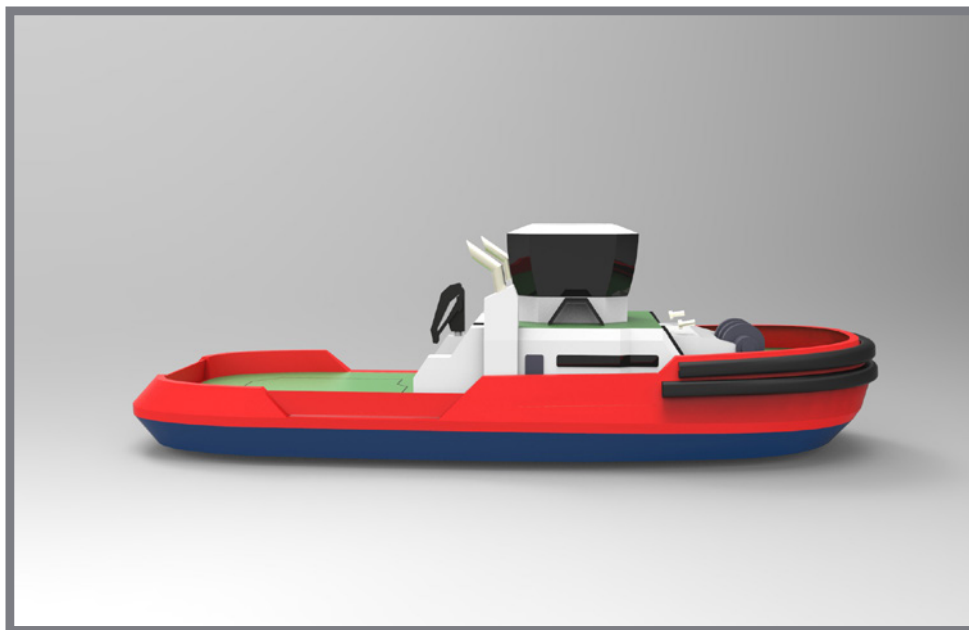
Dominantou celého návrhu je horní nástavba, přesněji vyvýšená kormidelna s výrazně řešeným hlavním stožárem. Kormidelna je tvořena vnitřní kovovou konstrukcí a je kompletně pokryta tvarovaným sklem. Díky tomu je umožněn dobrý výhled na celou palubu. V kombinaci s bílou spodní nástavbou je dosaženo vysokého kontrastu, který pomáhá vyzdvihnout důležitost kormidelny. Stožár je pak kromně platformy pro umístění např. osvětlení nebo radaru také zřetelným rozpoznávacím a identifikačním prvkem.

Hlavní paluba je pak rovná, dvojúrovňová. Výškový rozdíl je způsoben nutností vyvýšené příďe, která při plavbě rozráží příďovou vlnu. Tento prvek je pak zopakován na zádi pro případy, kdy se remorkér pohybuje při pracovním chodu i směrem dozadu. Takovýto způsob pohybu je umožněn díky azimutovým propelerům, které jsou schopny podat téměř stoprocentní výkon v jakémkoliv směru. Remorkér je dále vybaven dvojicí elektrických navijáků, z nichž každý je opatřen pevným vodítkem lana.

## 4.2 Varianta 2

4.2

U druhé varianty je zřetelnější zohlednění technických a funkčních i ergonomických požadavků. Zůstává zde výrazně řešená kormidelna do které je však umožněn přístup zvenčí. Díky tomu je možné zvětšit prostory pro posádku umístěné ve spodní nástavbě. Dalším rozdílem je 360 stupňový výhled z kormidelny, kterého je dosaženo umístěním na volné horní palubě. Tento způsob zaručuje maximální možný výhled na celou plochu paluby.



Obr. 24 varianta 2 - boční pohled

Druhým výrazným prvkem je pak dvojice výfukových sloupů na obou stranách nástavby. Uvnitř plechové konstrukce se pak nachází zařízení pro zpracování odpadního tepla.

I u této varianty jsou použity dva elektrické navijáky s vodítky. Jejich umístění je však tvarově provázáno se zbytkem nástavby. Díky tomu působí více jako celek a přispívá k přehlednějšímu rozmístění funkčních prvků na palubě.

Remorkér má celkově nižší výšku což přispívá ke snížení těžiště a tedy i lepší provozní charakteristice. Zároveň dodává remorkéru stabilnější výraz což je vzhledem k jeho funkci žádoucí.

### 4.3 Varianta 3

U třetí varianty je patrné jiné kompoziční řešení. Nástavba je posunuta více dopředu, čímž vzniká nejen větší prostor na zadní palubě, ale těžiště lodi se posouvá dopředu, což umožňuje snadnější otáčení remorkéru. Kormidelná je opticky nakloněna vpřed, díky čemuž remorkér dostává agresivnější výraz silného stroje a respektuje tak jeho hlavní charakteristiku, tedy vysoký výkon. Toto optické naklonění umožnilo odstranění výfukových sloupů a umístění tepelných výměníků pod zadní část kormidelny. Tímto uspořádáním je dosaženo maximálního výhledu na celou palubu..

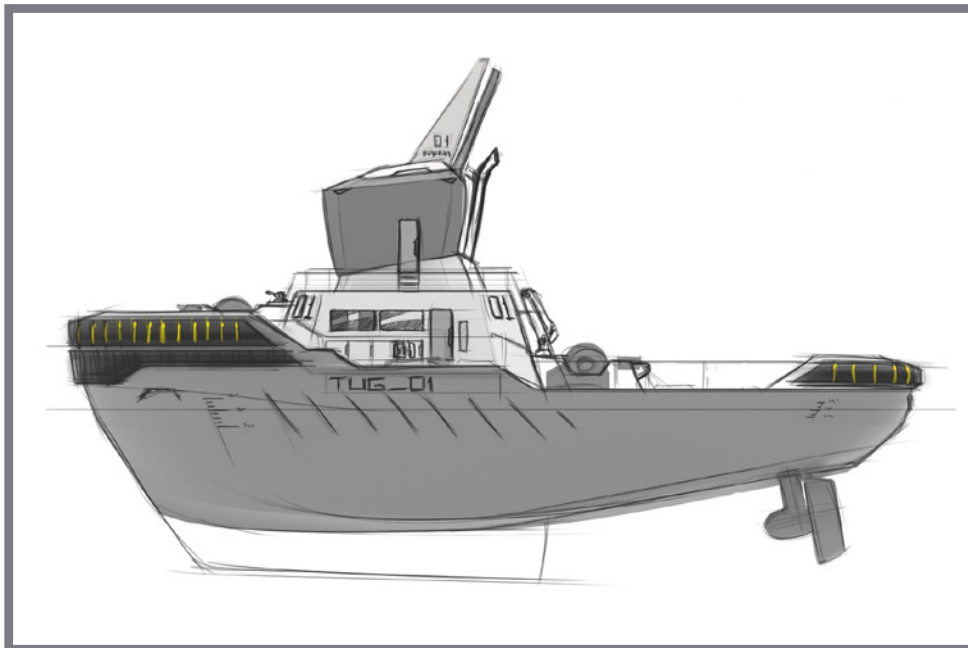
Členění paluby je podobné jako u varianty 2, liší se však detailem navázání příďe malým odskokem. Tento tvarový prvek pak v kombinaci s barevným řešením bočního zábradlí shodným s nástavbou dále opticky snižuje a usazuje loď jako celek.



Obr. 25 varianta 3 - boční pohled

Oba navijáky jsou pomocí pevné konstrukce připojeny k nástavbě. Toto spojení je však řešeno kompaktněji tak, aby po stranách navijáku bylo dostatek místa pro schodiště vedoucí na horní palubu, popř. manipulační jeřáb v zadní části remorkéru.

## 5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

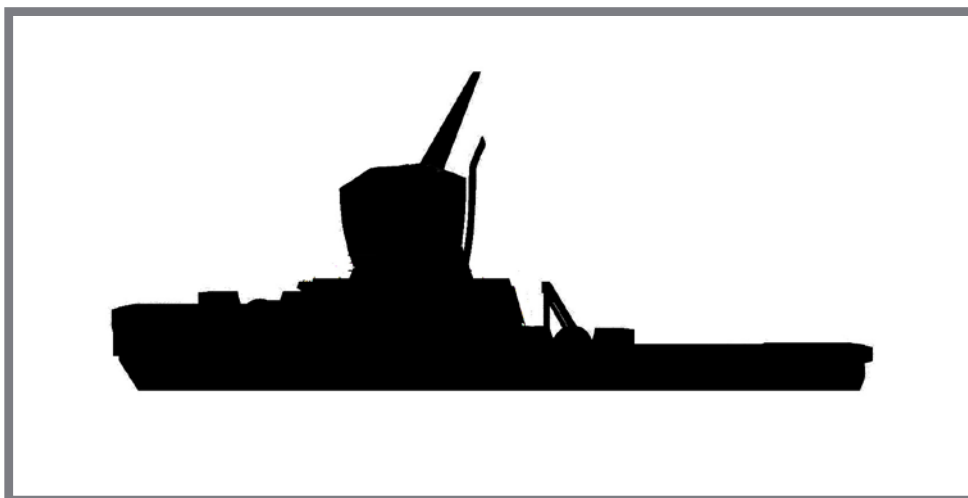


Obr. 26 skica finální varianty s detaily

Finální podoba tvarového řešení vychází ze třetí varianty. Zachovává jeho hlavní výrazové prvky, tedy kompoziční uspořádání, proporce, stejně tak jako základní rozmístění funkčních prvků. I přes použití výrazného tvarování bylo možné pomocí úkosů na vnějších plochách opticky odlehčit celou nástavbu remorkéru a odpoutat se tak od tzv. krabicových tvarů. Je tím docíleno také logické návaznosti jednotlivých částí nástavby na ostatní a tento celek pak působí komplexně a jednotně.

### 5.1 Proporce a kompozice

Proporce remorkéru jsou ve výsledku do značné míry ovlivněny technickými parametry. Prvním z nich je tvar trupu. U řešení s rovnou palubou je potřeba využít vyvýšené



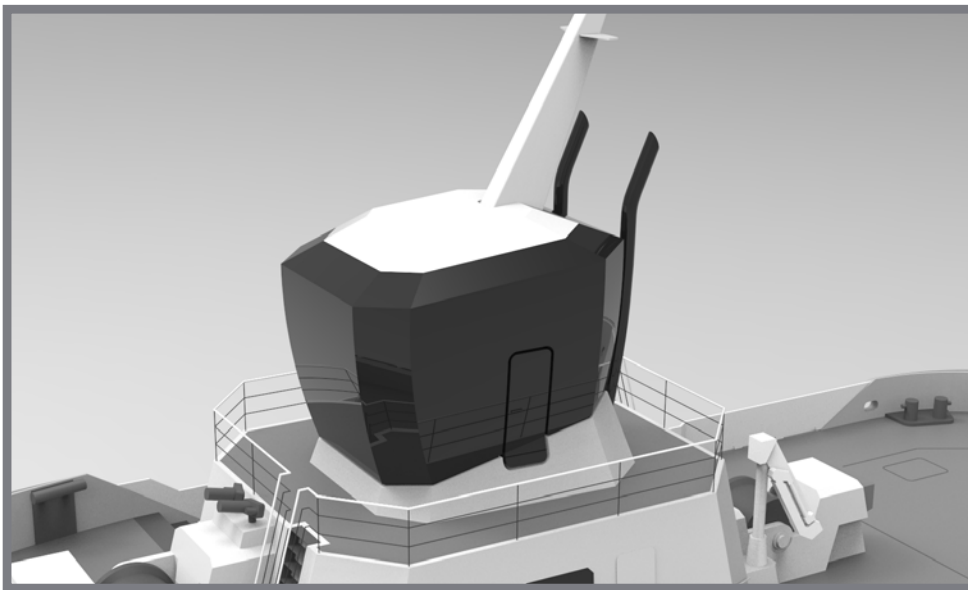
Obr. 27 proporce remorkéru

přídě, kde vzniká vysoká příďová vlna. Následuje pak přechod do střední a zadní části, které jsou umístěny výrazně níž a to hlavně z důvodu snížení těžiště. Hlavní hmota trupu je umístěna ve střední a částečně příďové části. Důvodem je odlehčení zádi remorkéru, která se při manévrování otáčí kolem přední poloviny remorkéru a tedy i těžiště.

Kompozičně pak remorkér můžeme rozdělit na několik samostatných, avšak vzájemně na sebe navazujících celků: Trup s hlavní palubou, jako platformu pro umístění všech ostatních prvků. Spodní nástavbu, která je základem pro usazení kormidelny a navíc plynule navazuje na navijákové jednotky. Samotnou kormidelnu, jakožto dominantní prvek, jehož řešení dodává remorkéru charakteristický výraz a svým tvarem park zdůrazňuje směr pohybu vpřed.

## 5.2 Kormidelna

5.2



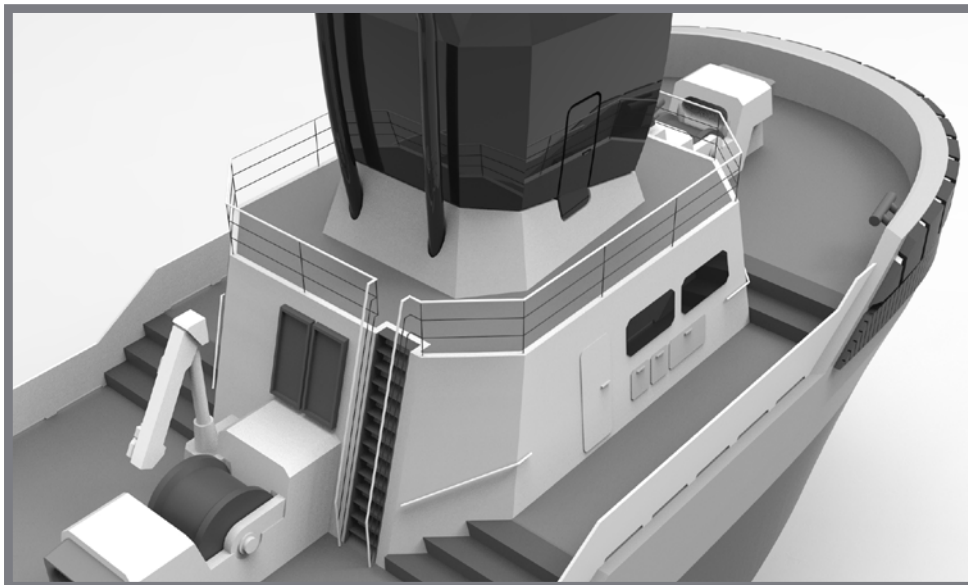
Obr. 28 detail kormidelny

Jednoznačně dominantním prvkem je kormidelna remorkérů umístěná na horní palubě. Fakt, že je kormidelna umístěna na vlastní mírně vyvýšené podstavě jen přidává na důležitosti tohoto prvku, stejně tak jako využití volné horní paluby.

Konstrukce kormidelny je kompletně ukryta pod tvarovaným sklem, které tvoří značnou část kormidelny. Tímto je dosaženo nejen výborného výhledu, ale díky rozdílným materiálům napomáhá grafickému rozčlenění. Tento rozměrný skleněný objekt je pak usazen mezi podstavu kormidelny a střechu tak, aby celek nepůsobil příliš uvolněně a zachoval si svůj řád. Kvůli optickému naklonění kormidelny směrem vpřed bylo potřeba docílit tvarové rovnováhy. Té je dosaženo použitím plochého stožáru a jeho naklonění směrem vzad.

### 5.3 Nástavba

---



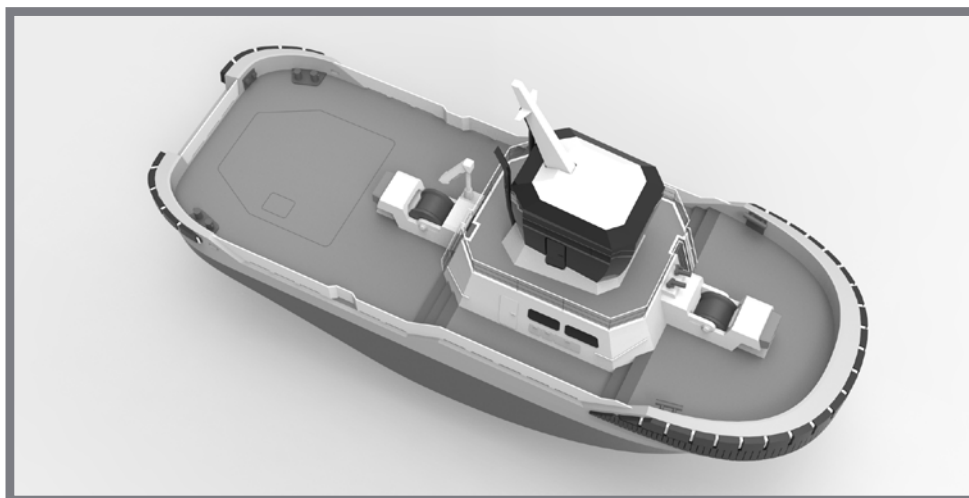
Obr. 29 detail nástavby

Spodní část nástavby plní funkci hlavního nosného prvku. Kromě toho, že nese celou horní palubu s kormidelnou, je k ní připojena celá řada prvků a zařízení jako jsou schodiště, vestavěné úložné prostory, vstupní dveře a okna do kabin posádky, atd. Dále může být nositelem grafických prvků jako je např. identifikační číslo remorkéru. Díky své velikosti má nástavba značný vliv na proporce remorkéru. Proto bylo zvoleno použití úkosů na obvodových stěnách, což má za následek optické odlehčení celé nástavby. Tyto úkosy jsou pak společným tvarovým prvkem pro další části remorkéru a pomáhají dotvořit pocit sjednoceného a komplexního tvaru.

### 5.4 Hlavní paluba

---

Hlavní paluba je řešena s důrazem na přehlednost a organizaci. Vzhledem k tomu, že se posádka při práci bude pohybovat především na této palubě, je potřeba zajistit bez-

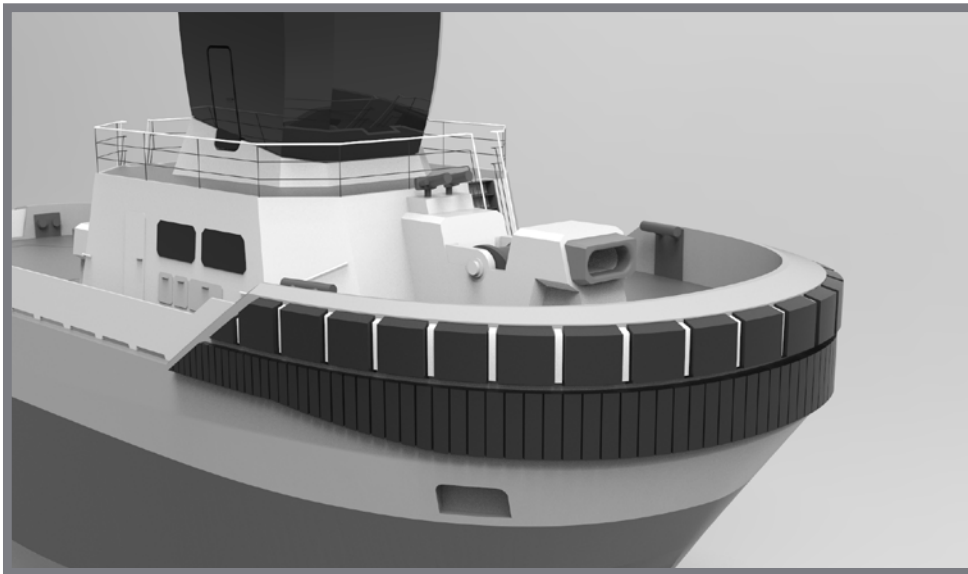


Obr. 30 pohled na hl palubu

pečné a přehledné pracovní prostředí. Prvním krokem je volba rovné paluby u které je však potřeba zajistit přechod mezi různě vysokými úrovněmi vzniklými kvůli použití zvýšené přídě. Vzhledem k tvaru nástavby jsou proto použity schody s lichoběžníkovým půdorysem, které pokryjí celou přechodovou plochu. Na obou stranách jsou pak umístěna pevná madla. K dobré organizaci prostoru a přehlednosti přispívají také 2 navijákové jednotky s lanovými vodítky řešené jako jeden celek. Ty jsou z bezpečnostních důvodů z velké části zakryté. Otevřený je pouze prostor pro cívku tažného lana umístěný tak, aby jej obsluha z kormidelny mohla kontrolovat i při provozu.

## 5.5 Příď

5.5



Obr. 31 detail příďe

Z vnitřní části je vybavení i tvarování příďe poměrně strohé. Jejím hlavním úkolem je umožnit remorkéru tlačit loď, nebo případný náklad před sebou. Tvar plynulé, obloukové příďe je zvolen z důvodu předvídání chování remorkéru při tlačení břemene. Příďová konstrukce se postupně zesiluje směrem ke středu, kde nastává největší zatížení. Vnější strana příďe je pak opatřena dvojicí gumových nárazníků.

## 5.6 Nárazníky

5.6

Při práci remorkéru často dochází k přímému kontaktu s jiným plavidlem, proto je nutné použití gumových nárazníků. Ty slouží k lepšímu rozložení zatížení při tlačných operacích a zároveň chrání trup jak remorkéru, tak tlačенého plavidla. Kvůli vysokým výkonům a tedy i zatížení je potřeba použít rozměrné nárazníky, které se tak společně s vlivem barevného kontrastu stávají významným tvarovým i grafickým prvem.

## 5.7 Zád'

5.7

Zád' je mnohem prostornější a také vybavenější částí paluby remorkéru. Stejně jako na přídi je z vnějšku opatřena nárazníky, ty však bývají mnohem méně zatěžované a proto je dostačující menší kontaktní plocha. Dalším činitelem je otvor uprostřed zád'ové

konstrukce sloužící např. k nákladu bójí nebo jiných menších objektů přímo z vody. Z bezpečnostních důvodů je možno tento otvor uzavřít odnímatelným dílem zábradlí. Z vnitřní strany se pak na zádi nachází celá řada funkčních prvků a vybavení. Nejdůležitějšími z nich jsou vyústění palivových nádrží a kontaktů pro dobíjení baterií. Dále úložné prostory např. pro záchranné prostředky a v neposlední řadě pak kotvící opory, tzv. pacholata.

## 6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

Tato kapitola se zabývá popisem finálního konstrukčního i technologického řešení a jeho dílčí částí. Z ergonomického hlediska je pak největší důraz kladen na přehlednost pracovního prostředí.

### 6.1 Konstrukčně-technologické řešení

6.1

Konstrukční a technologická řešení remorkéru jsou do značné míry ovlivněna výchozími technickými specifikacemi remorkéru. Těmi jsou například tvar trupu a jeho proporce, základní rozložení pohonné soustavy, nebo typ konstrukce a použité materiály.

#### 6.1.1 Základní rozměry a technické údaje

6.1.1

- délka: 28,3 m
- šířka: 10 m
- výška (nad čarou ponoru) 12m
- ponor: 4,6 m
  
- výkon motorů 3800kW
- výkon elektromotorů 2000kW
- celkový tah 70t
- výtlak: 550 t

#### 6.1.2 Trup

6.1.2

Základem trupu je ocelová žebrovaná konstrukce vyznačující se vysokou pevností a tuhostí, kterých je zapotřebí vzhledem k funkci remorkéru. K ní jsou připevněny 2 vrstvy plátové oceli, která tvoří dvoustěnný plášť trupu. Tímto způsobem vznikne tuhý celek, který má navíc za úkol zabránit potopení lodě v případě vážné havárie. Ke spojování jednotlivých dílů trupu je využito kombinace šroubových a svarových spojů, zajišťujících pevnost, stejně tak jako vodotěsnost celého trupu. Tvar trupu vychází z výtlačného způsobu plavby. Takto tvarovaný trup umožní dosáhnout velmi vysokého výtlačku při zachování nízkých rozměrů. Trup je nejobjemnější v přední polovině tak, aby bylo možné těžiště celého remorkéru umístit do přední části. To v kombinaci s nízkým ponorem na zádi zajistí dobrou schopnost manévrování a snížení odporu trupu při otáčení. Výsledkem je pak velmi dobrá ovladatelnost. S tím souvisí použití zkráceného kýlu, který je umístěn v přední části trupu. Při otáčení remorkéru je odpor takto umístěného kýlu minimální, zato při plavbě pomáhá remorkéru udržovat požadovaný směr. Trup je dále vyztužen především na přídi a zádi, kde dochází ke kontaktu s dalšími plavidly a je potřeba zde dosáhnout maximální pevnosti. [1, 3, 4]

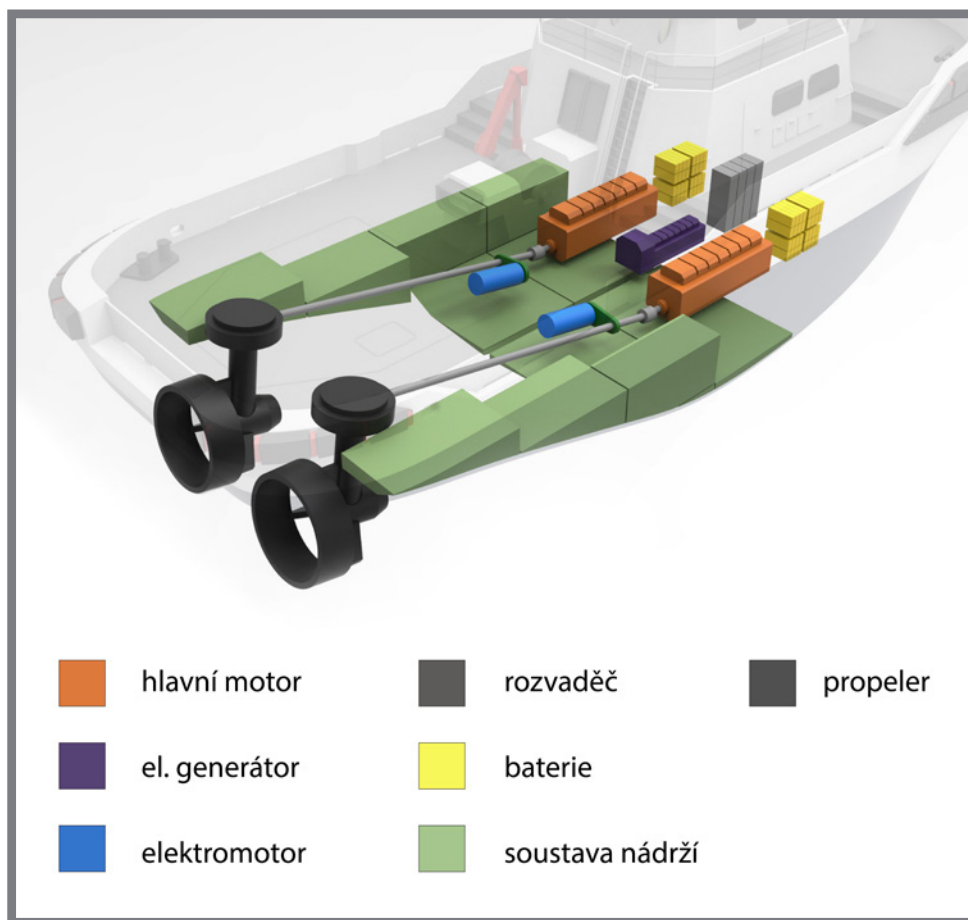
### 6.2 Pohonné ústrojí

6.2

Remorkér je poháněn hybridním, diesel-elektrickým pohonem. Jeho předností je všestrannost a schopnost reagovat na nerovnoměrné vytížení remorkéru. Tím dochází ke zvýšení efektivity a tedy i k úspoře paliva a výraznému snížení emisí. Charakterizovat pracovní cyklus remorkéru můžeme pomocí 3 režimů:

Nejvíce času, až 65%, remorkér při práci stráví přesouváním se a pomalým popojížděním. Při této činnosti u klasických remorkérů dochází k vysokému přebytku výkonu

a právě to je důvodem jejich neefektivního provozu. U hybridního systému pro tuto činnost slouží elektromotory poháněné bateriemi.



Obr. 32 schéma pohonného ústrojí

Naopak maximálního výkonu remorkér využije při tahání nebo tlačení jiných plavidel nebo nákladů a to pouze v 7% z celého pracovního cyklu. V tomto případě k pohonu slouží dva výkonné dieselové motory. Pokud remorkér potřebuje dosáhnout ještě vyššího výkonu, je možné na krátkou dobu využít i obou elektromotorů.

Zbytek pracovního cyklu remorkéru je pak tvořen různě náročnými operacemi, na které může hybridní pohon reagovat. Při náročnějších úkonech slouží k pohonu samostatně buď elektromotory, nebo dieselové motory. Při nižším vytížení pak mohou být elektromotory připojeny jako el. generátory a z přebytečného výkonu dieselových jednotek jsou pak dobíjeny baterie. [1, 2, 7, 19]

### 6.2.1

#### 6.2.1 Popis pohonného ústrojí

Hybridní diesel-elektrické pohonné ústrojí je tvořeno několika hlavními prvky. Těmi jsou dieselový motor, el. generátor, elektromotor, rozvaděč a soustava spojek, které umožňují přechod mezi různými módy pohonu.

**Diesellový motor**

Diesellové motory jsou hlavním zdrojem výkonu remorkéru. Remorkér je vybaven dvěma motory z nichž každý dosahuje výkonu až 1900kW. Avšak vzhledem k nerovnoměrnému vytížení není jejich použití vždy žádoucí. Při přesouvání remorkér využije jen část výkonu a je důležité účelně využít jeho přebytek. Dalším důležitým faktorem motorů je jejich hmotnost, která činí přibližně 12t pro každý z motorů a může tak mít vliv na umístění těžiště remorkéru. [2, 10]

**Elektromotor**

Funkci elektromotorů a případně el. generátorů plní dva elektromotory o výkonu 1000kW. Oproti diesellovým jednotkám je jejich výhodou efektivita při nízkém vytížení, stejně tak jako poměrně kompaktní rozměry. Elektromotory plní hned několik důležitých funkcí. První je pohon v případech, kdy by došlo k neefektivnímu využití diesellových motorů. Tato oblast plynule přechází k použití elektromotorů jako generátorů k dobíjení baterií tam, kde není přebytečný výkon diesellových motorů tak vysoký. Nakonec pak mohou být elektromotory využity k pohonu zároveň s motory diesellovými. Takto remorkér může dosáhnout maximálního výkonu pro náročné operace. [2, 7]

**Elektrický generátor**

Samostatný elektrický generátor má za úkol dobíjet baterie za chodu remorkéru a to např. v případech, kdy remorkér dlouhodobě využívá elektrický pohon. Další z možností jeho využití je pokrytí el. spotřeby dalších lodních zařízení, jakými jsou čerpadla, ventilace, osvětlení aj. Remorkér je vybaven generátorem o výkonu 800kW. [2, 11]

**Baterie**

K zásobě energie slouží 2 soustavy 120 kWh baterií. Soustavy jsou tvořeny lithium-polymerovými články. Oproti dříve používaným oloveným bateriím tyto LiPol baterie poskytují plný výkon až do 35% nabití. Zároveň je celá soustava baterií kompaktnější, což je vzhledem k omezenému prostoru remorkéru značnou výhodou. [40]

Dobíjení baterií je možné několika způsoby. Při kotvení je možné dobíjení z dobíjecí stanice na břehu, nebo z jiného plavidla. Za chodu jsou baterie dobíjeny buď samostatným el. generátorem, nebo dvojicí elektromotorů v tomu uzpůsobeném zapojení. [19]

**6.2.2 Propeler**

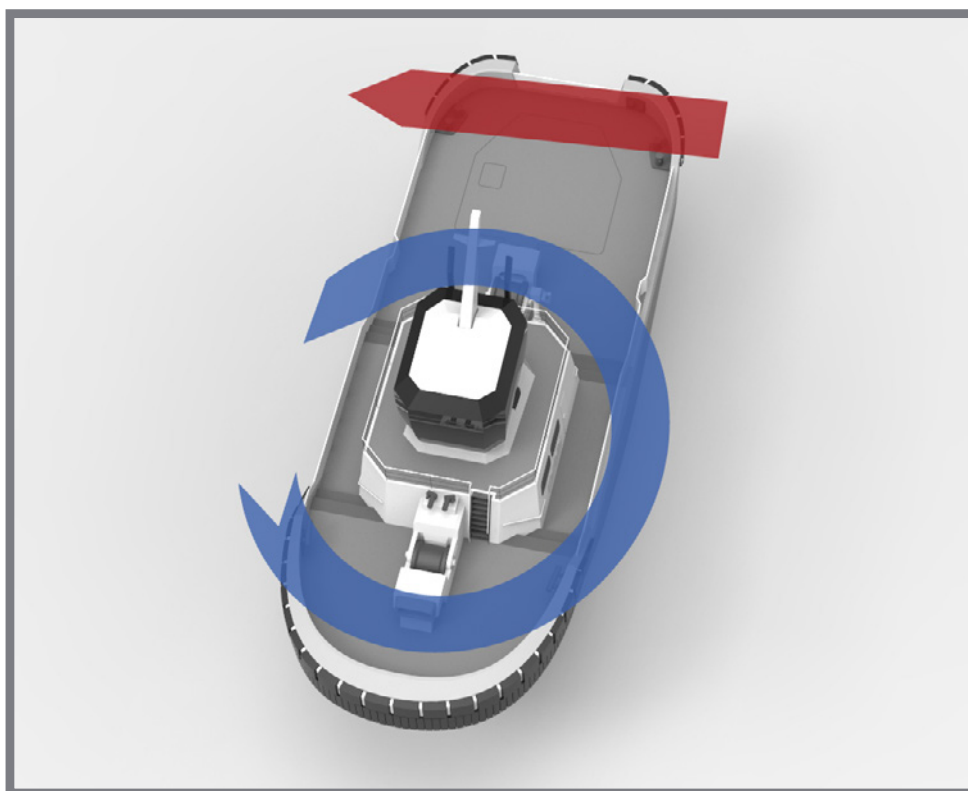
Použití azimutových propelerů přináší značnou výhodu v oblasti ovládní remorkéru. Remorkér je vybaven dvěma azimutovými propelery s čtyřlístými lodními šrouby o průměru 2050mm. Tyto lodní šrouby jsou vhodné pro použití u pohonných soustav s vysokým výkonem při zachování nízkých otáček. Propelery je možné natočit až o 360° bez ztráty výkonu. Natáčení je zajištěno krokovými elektromotory. [8]

6.2.2

**6.2.3 Palivové nádrže**

Z důvodu prostorového omezení je nutné použití vícedílných nádrží, aby bylo možné dosáhnout dostatečné palivové kapacity. Celkový objem palivových nádrží je přibližně 80m<sup>3</sup>. Jednotlivé segmenty jsou umístěné pod podlahou strojovny a za jejími vnějšími stěnami. Propojené jsou pak elektronicky ovládanými ventily, kterými je palivo postupně přepouštěno do nejnižší umístěné nádrže. V té se nachází palivová čerpadla, která přečerpávají palivo dál, směrem k pohonným jednotkám a generátorům. [1, 2]

6.2.3



Obr. 33 otáčení remorkéru

---

#### 6.2.4 Nárazníky

Na remorkéru jsou použity 2 typy gumových kompozitních nárazníků s otěruvzdorným povrchem, tyto 2 části jsou spojeny vulkanizací. Gumové tělo nárazníku absorbuje a rovnoměrně rozkládá zatížení a otěruvzdorná povrchová vrstva prodlužuje životnost. [41, 42]

---

### 6.3 Ergonomické řešení

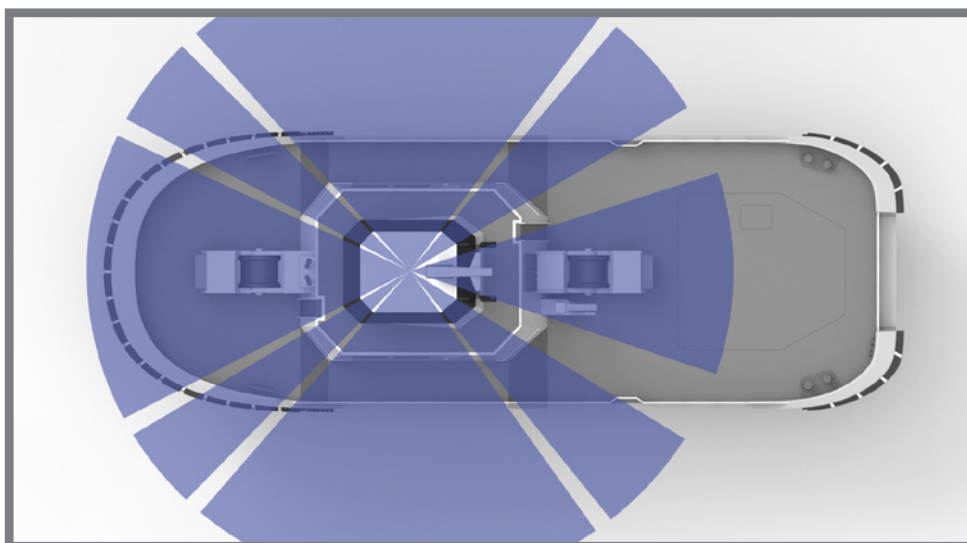
Ergonomické řešení se zaměřuje především na výhledové úhly z kormidelny a na vnější prostory remorkéru. U nich je kladen důraz na přehlednost a bezpečnost při používání. V práci není zahrnuto vnitřní řešení kabiny a s ním spojené náležitosti.

---

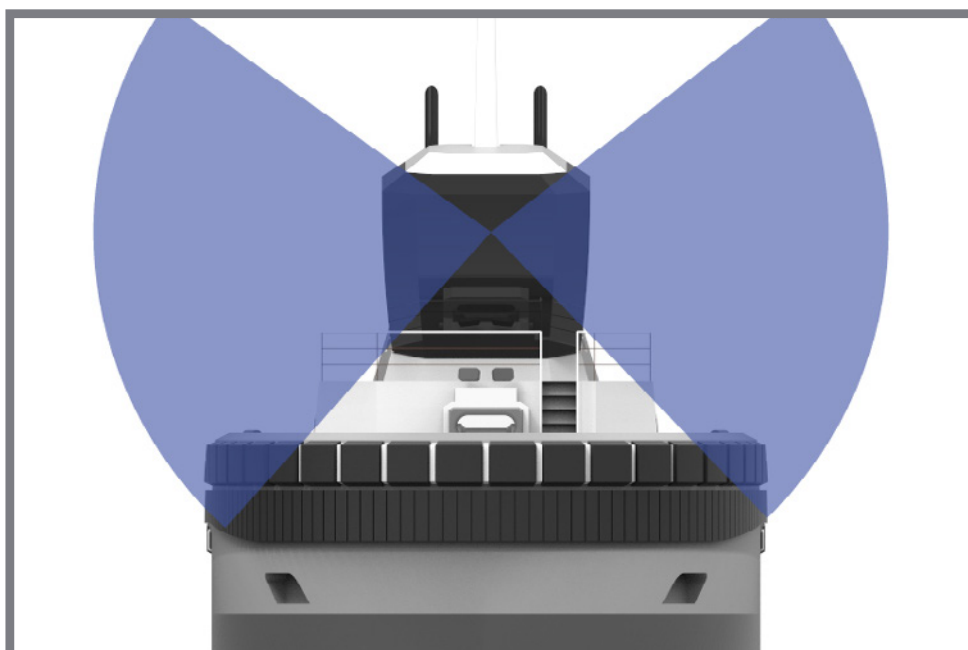
#### 6.3.1 Výhledové podmínky

Ovládání remorkéru a velké části jeho vybavení je řízeno z kormidelny. Tuto pozici na remorkéru zastává kapitán, který dále komunikuje s posádkou. Ta plní doplňkové úkony vyžadující manuální asistenci, jako např. připojování lan, kotvení lodí, apod. Z tohoto důvodu je nutné zajistit co nejlepší výhled na celou palubu lodí.

V první řadě je dobrý výhled zajištěn samotným řešením kormidelny. Kompletně skleněný povrch je v tomto případě ideálním řešením. Jediným omezením jsou pak nosné sloupky kabiny, které musí nést střechu společně se stožárem. Výfuky umístěné na zadní straně kormidelny jsou částečně v zákrytu s její konstrukcí a snižují tak prostor bránící ve výhledu. Dalším faktorem je vyvýšené umístění kabiny díky vlastní podsta-



Obr. 34 výhledy - půdorys



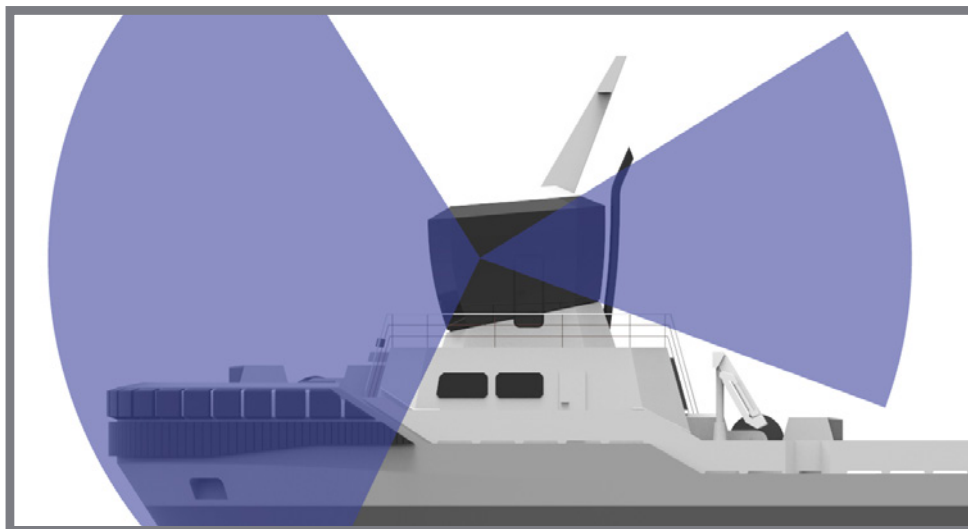
Obr. 35 výhledy - nárys

vě, to společně s ukosenými stěnami nástavby rozšiřuje zorné úhly ve vertiálních rovinách tak, aby z pozice kapitána bylo možné pozorovat obvodové plochy remorkéru. Slepá místa, na které není možné zajistit přímý výhled jsou monitorována kamerami. Kromě paluby musí mít kapitán přehled i o dění na plavidle obsluhovaném remorkérem. To může být několikrát vyšší, než je samotný remorkér. Proto je část střechy prosklená a umožňuje výhled i směrem vzhůru.

### 6.3.2 Ergonomické řešení paluby

K největšímu pohybu osob, tedy posádky dochází na palubě, kde probíhá většina manuálně prováděných úkonů. Prvním způsobem dosažení přehledného a bezpečného

6.3.2



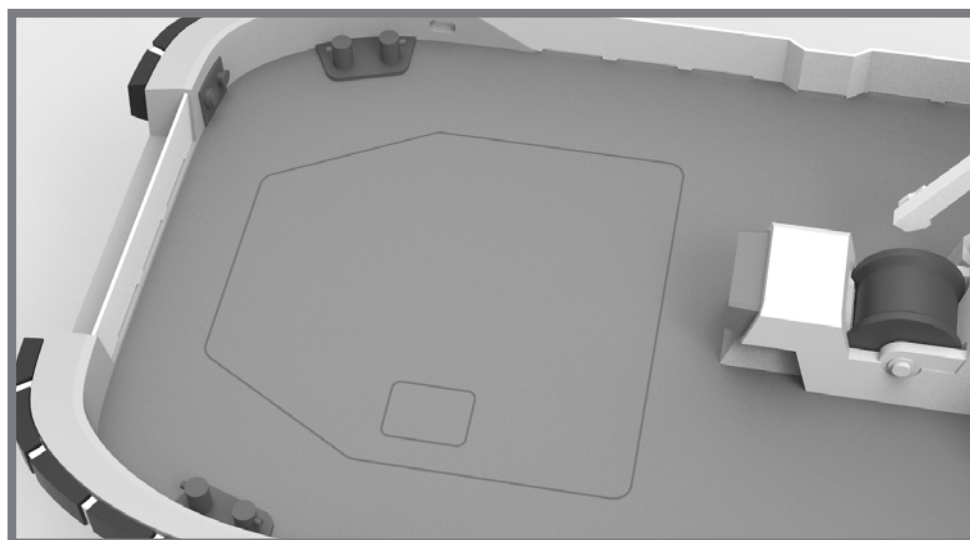
Obr. 36 výhledy - bokorys

prostředí je dostatečná šířka průchodů v omezených prostorech. Průchody jsou na obou stranách opatřeny zábradlím. Na spodní palubě, kde je pohyb posádky frekventovanější je minimální šířka průchodů 1450mm. Na horní palubě, kde není pohyb osob tak častý je to 1100mm. Paluby jsou propojeny schodištěm v přední i zadní části nástavby. Díky asymetrickému umístění schodiště je možné se dostat na kteroukoli část lodi i v případě, že průchodu před navijáky brání např. používání tažného lana. Dalším přístupovým prvkem jsou pak dveře na obou stranách nástavby, která je průchozí. Všechna zábradlí, stejně jako vnější stěny trupu na přídi a zádi remorkéru jsou vysoké minimálně 900mm.

### 6.3.3

#### 6.3.3 Servisní přístupy

Remorkér je opatřen několika servisními přístupy. Do motorových prostorů vede schodiště zevnitř spodní nástavby. Zde je očekáván frekventovaný pohyb z důvodu kontroly



Obr. 37 detail servisních přístupů

a údržby pohonných jednotek, generátorů aj. Přístup k propelerům je zajištěn pomocí průlezu umístěného na zádi remorkéru. Ve stejném místě se pak nachází odnímatelná část zadní paluby, sloužící k případné výměně technického zařízení.

## 7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

---

### 7.1 Barevné řešení

---

Pro vytvoření barevného řešení byly použity 3 rozdílné přístupy, na jejichž základě vznikly 3 odlišné varianty.

#### 7.1.1 Barevné řešení 1

---



Obr. 38 barevné řešení 1

První varianta použitím zelené a žluté barvy odkazuje na strojovou postatu remorkéru. Světle zelená barva horní části trupu kontrastuje s černou barvou části spodní. Toto rozdělení se nachází v úrovni čáry ponoru. Díky tomu je snadno možné kontrolovat hloubku ponoru. Pro obě paluby je zvolen střední odstín šedé tak, aby příliš světlá barva neoslňovala posádku při slunečném počasí. Naproti tomu příliš tmavá plocha by mohla způsobovat nežádoucí zahřívání podpalubí vzhledem k velké ploše paluby. Pro nástavbu je zvolena bílá barva z důvodu optického odlehčení a podobně jako u paluby, barva ovlivňuje zahřívání vnitřních prostorů. Schodiště mají tmavě šedou barvu která dobře kontrastuje s okolními barvami a přispívá k lepší bezpečnosti při jejich využívání. Výrazným rozeznávacím prvkem je pak žlutá barva použitá na stožáru remorkéru.

#### 7.1.2 Barevné řešení 2

---

Druhá varianta využívá zřetelně jasnějších barev, které tolik neevokují těžká strojní zařízení. Horní část trupu je vyvedena ve světlé, červené barvě, která přispívá viditelnosti remorkéru i za zhoršených pozorovacích podmínek. Podobně jako u první varianty je na spodní části trupu použita kontrastní barva, v tomto případě tmavě modrá. Žluté popruhy použité pro upevnění předních nárazníků fungují jako výstražný prvek, upozorňující na možné nebezpečí, které může nastat při nárazu do jiného plavidla.



Obr. 39 barevné řešení 2



Obr. 40 barevné řešení 3

### 7.1.3 Barevné řešení 3

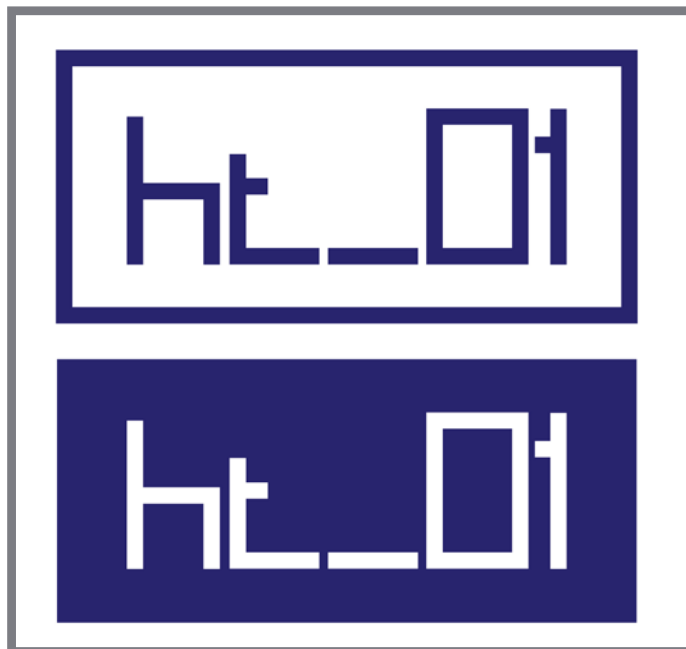
Třetí barevná varianta odkazuje na inovaci v oblasti použitého pohonu a její hlavní myšlenkou je čistota vycházející z ekologického hybridního pohonu. Většina částí remorkéru je opatřena bílou barvou, šedá je paluba a tmavě šedé jdou pak ostatní funkční prvky. Ty jsou díky tomu snadněji rozlišitelné, což přispívá k přehlednosti pracovního prostředí. Sytá červená barva je použita u jeřábu a hasících děl, u kterých je potřeba

7.1.3

dbát zvýšené opatrnosti. Stejnou barvu mají popruhy držící gumové nárazníky za účelem barevného sjednocení těchto důležitých prvků.

## 7.2 Grafické řešení

---



Obr. 41 logo

Jako logo reprezentující remorkér, je použito typografické řešení pracovního názvu ht\_01 (hybrid tugboat). Jeho barevnost z vychází z barevného řešení finálního návrhu remorkéru. Stylizace loga pak vypovídá o vysoké technologické úrovni a respektuje remorkér jako vysoce výkonné plavidlo.

---

## 8 DISKUZE

**8**

---

### 8.1 Psychologická funkce

8.1

---

U psychologické funkce remorkéru je důležité docílit celkového výrazu reprezentující tento typ plavidla. Musí být patrné že se jedná o výkonný, stabilní a odolný celek, který zvládne řadu náročných úkolů. Mohutná přední část remorkéru společně s agresivním tvarovým řešením kabiny evokuje sílu, kterou je remorkér schopný vyvinout. Konečné barevné řešení společně s v zásadě geometrickým, ale ne příliš jednoduchým, tvarovým řešením působí remorkér dojmem složitého a technologicky vyspělého zařízení. Tento pocit pak může v pozorovateli vzbudit zvědavost dozvědět se víc. To je klíčové pro popularizaci alternativních pohonů v oblasti lodní dopravy.

### 8.2 Ekonomická funkce

8.2

---

V případě přístavního remorkéru jde o velice nákladné plavidlo. To však logicky vyplývá z vysoké technologické úrovně použitého vybavení, podobně jako využití hybridního pohonu, který je stále ještě ve fázi vývoje a zatím není zcela rozšířen mezi výrobci. Samotná výroba obdobných remorkérů probíhá kusově a na objednávku konkrétního zákazníka. Proto je složité určit konkrétní cenu. Tu je možné odhadnout podle současné nabídky remorkérů, jejichž cena v závislosti na vybavení remorkéru může činit od 5 do několika desítek mil. USD. Do ekonomických prvků jep ak potřeba zahrnout provozní období remorkéru, které běžně dosahuje od 30 let výše. Dalším důležitým faktorem je pak snížení provozních nákladů použitím efektivního pohonného ústrojí, které sníží celkové provozní náklady remorkéru až o 20%.

### 8.3 Sociální funkce

8.3

---

Remorkéry nepatří u široké veřejnosti mezi populární plavidla. Díky své nenápadnosti v porovnání s velkými kontejnerovými dopravníky, zaoceánskými výletními loděmi nebo ropnými tankery často uniknou pozornosti případného pozorovatele. Mohou se však stát představiteli technologického vývoje, kterým se lodní doprava bude ubírat. Nejdůležitější oblastí bude ekologie tohoto odvětví, které se dostává stále více pozornosti. Právě zde existuje příležitost demonstrovat pozitivní vlastnosti hybridních pohonů, které by se dále mohly rozšířit.

---

## ZÁVĚR

Diplomová práce má za cíl vytvoření návrhu přístavního remorkéru s důrazem na reflektování použitých technologií ve výsledném designu. Jedná se o remorkér spadající do výkonové kategorie remorkérů do 5000kW se schopností vyvinout tah o velikosti až 70t.

Hlavnímu designérskému procesu předcházela rozsáhlá analýza mapující historické i současné trendy designu remorkérů. Neméně důležitou byla analýza technická. Ta byla zaměřena na jednotlivé konstrukční i technologické prvky a jejich následné propojení v jeden celek. V neposlední řadě je pak důležitá analýza marketingová. Ta se zabývá situací na trhu v oblasti remorkérů a vytvořením základní marketingové strategie výrobku.

Finální řešení respektuje konstrukčně technické, designérské a ergonomické požadavky a stanovené cíle. Jeho designérské řešení respektuje vlivy předchozích generací remorkérů a zároveň přináší vizi možného budoucího vývoje. Klíčové je zohlednění technologické úrovně moderního remorkéru při tvorbě adekvátního tvarového i kompozičního řešení.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MOLLAND, Anthony. *The Maritime Engineering Reference Book: A Guide to Ship Design, Construction and Operation*. Butterworth-Heinemann, 2008. ISBN 9780750689878.
- [2] CARLTON, J.S. *Propulsion Systems. Marine Propellers and Propulsion*. Elsevier, 2012, s. 11. DOI: 10.1016/B978-0-08-097123-0.00002-2.
- [3] BARRASS, C.B. *Nomenclature for ship design and performance*. Ship Design and Performance for Masters and Mates. Elsevier, 2004, s. 91. DOI: 10.1016/B978-075066000-6/50011-8. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780750660006500118>
- [4] Schneekluth, H. Bertram V. (1998). *Ship Design for Efficiency and Economy* (2nd Edition). Elsevier. Dostupné z: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpSDEEE00B/ship-design-efficiency/ship-design-efficiency>
- [5] ALLAN, Robert G. Trends in the *Design of Modern Tugs for Tanker Escort and Terminal Operations* [online]. , 60 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.comc.cc/pres/Allan%20Presentation.pdf>
- [6] VONK, Koen a Leif BECKER. *Innovation in Tug Design* [online]. , 10 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: [https://towmasters.files.wordpress.com/2010/09/its1\\_innovation\\_in\\_tug-design.pdf](https://towmasters.files.wordpress.com/2010/09/its1_innovation_in_tug-design.pdf)
- [7] Foss Innovation: The hybrid tug [online]. Seattle, WA: Foss Maritime Company [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.foss.com/foss-innovation/the-hybrid-tug/>
- [8] ROLLS-ROYCE. *Marine propulsion*. Dostupné z: [http://www.rolls-royce.com/Images/Propulsion\\_2014\\_tcm92-8664.pdf](http://www.rolls-royce.com/Images/Propulsion_2014_tcm92-8664.pdf)
- [9] MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH. *MTU Marine Specs sheet 16V4000M63R*. In: [online]. [cit. 2014-12-02]. Dostupné z: <http://pdf.nauticexpo.com/pdf/mtu-friedrichshafen/mtu-marine-specsheet-16v4000m63r/31379-68277.html>
- [10] MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH. *Operating instructions: Diesel engine*. Dostupné z: [http://www.mtu-online.com/fileadmin/fm-dam/mtu-global/technical-info/operating-instructions/neu\\_25\\_04\\_2013/MS150031\\_05E.pdf](http://www.mtu-online.com/fileadmin/fm-dam/mtu-global/technical-info/operating-instructions/neu_25_04_2013/MS150031_05E.pdf)
- [11] World Maritime News [online]. 2015 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://worldmaritimenews.com>
- [12] UNOFFICIAL NETWORKS LLC. GCaptain [online]. 2015 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://gcaptain.com/>
- [13] Tugboat Enthusiasts Society of the Americas [online]. 2009 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.tugboatenthusiastsociety.org/index.htm>
- [14] KNOTTHEAD'S WEB. The Great Big Tugboats Site [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://tugboatsonline.com/index.html>
- [15] Brochure Damen ASD 3212 [online]. 2012, 39 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.damen.com/>
- [16] HIAM, Alexander. *Marketing for dummies*. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley Pub, 2009. 368 s. ISBN 978-047-0502-105.
- [17] BEEGLE, Robert. *An Overview of Trends in the Tug Market* [online]. 2007, 20 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.marcon.com/library/articles/2007/Tug%20Trends%20-%20Final%20color.pdf>

- [18] DARLEY, Mark. *Shipbuilding in Specialised Markets: Global Trends and Future Outlook* [online]. , 32 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.marcon.com/library/articles/2007/Tug%20Trends%20-%20Final%20color.pdf>
- [19] ASPIN, Jason a Susan HAYMAN. *The Hybrid Tug Reality: The Business Case for Green Technology in the Tugboat Industry* [online]. , 10 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <https://towmasters.files.wordpress.com/2009/06/fossgreentug.pdf>
- [20] Luna1 [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://archive.hnsa.org/ships/luna.htm>
- [21] The\_charlotte\_dundas\_1801.jpg [online]. [cit. 2015-02-05]. Dostupné z: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/PSM\\_V12\\_D466\\_The\\_charlotte\\_dundas\\_1801.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/PSM_V12_D466_The_charlotte_dundas_1801.jpg)
- [22] SETH, Robert. Rolls-Royce LNG-Powered Tugboat. [online]. [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: [http://gcaptain.com/wp-content/uploads/2012/01/TUG\\_LNG.jpg](http://gcaptain.com/wp-content/uploads/2012/01/TUG_LNG.jpg)
- [23] TOSAKA. Kort Nozzle Cut View. [online]. [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Kort\\_nozzle\\_cut\\_view\\_top1.PNG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Kort_nozzle_cut_view_top1.PNG)
- [24] The Damen ASD tug 2810 Hybrid takes shape. *Maritime Journal* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.maritimejournal.com/news101/tugs,-towing-and-salvage/the-damen-asd-tug-2810-hybrid-takes-shape>
- [25] Diesel-mechanic four stroke drive. *Vulkan* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.vulkan.com/en-us/couplings/applications/marine-propulsion/fishing-vessel/diesel-mechanic-four-stroke-drive>
- [26] Harley adds new tug to New York fleet. *Marine Log* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: [http://www.marinelog.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=6558:harley-adds-new-tug-to-new-york-fleet&Itemid=230](http://www.marinelog.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=6558:harley-adds-new-tug-to-new-york-fleet&Itemid=230)
- [27] Iskes takes delivery of Damen´s first hybrid tug. *Damen* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: [http://www.damen.com/news/2014/06/iskes\\_takes\\_delivery\\_of\\_damens\\_first\\_hybrid\\_tug](http://www.damen.com/news/2014/06/iskes_takes_delivery_of_damens_first_hybrid_tug)
- [28] The articulated tug and barge expands into offshore waters. *Motor ship* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.motorship.com/news101/ships-and-shipyards/the-articulated-tug-and-barge-expands-into-offshore-waters>
- [29] Alice L. Moran. *Tugboat Information* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.tugboatinformation.com/tug.cfm?id=721>
- [30] Cavitation. *The Hull Truth* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.thehulltruth.com/boating-forum/173520-prop-cavitation-burn-marks.html>
- [31] SCHOTTEL - Innovators in Steerable Propulsion. *Ship technology* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.ship-technology.com/contractors/propulsion/schottel/schottel1.html>
- [32] Voith Schneider Propeller. *Rexroth* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/industries/machinery-applications-and-engineering/marine/products-and-solutions/thruster-systems/voith-schneider-propeller/voith-schneider-propeller>
- [33] SRD Hull Technology: A 21st Century Solution for Modern Boating. *Shannon Yachts* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: [http://shannonyachts.com/shannon\\_srd\\_technology.html](http://shannonyachts.com/shannon_srd_technology.html)

- [34] Planing Boats. *Blyth Bridges Marine Consultants Limited* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: [http://www.blythbridges.co.uk/planing\\_boats.html](http://www.blythbridges.co.uk/planing_boats.html)
- [35] Diesel Boats and Ships. *EPA* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <https://www3.epa.gov/otaq/marine.htm>
- [36] More on shipbuilding materials. *Marine Industry of Russia* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: [http://www.mir-forum.ru/eng/electronic\\_catalogue\\_en/building\\_repair/building\\_repair8/overview\\_materials/](http://www.mir-forum.ru/eng/electronic_catalogue_en/building_repair/building_repair8/overview_materials/)
- [37] *Macduff Ship Design Limited* [online]. Low Shore, Macduff, Aberdeenshire, Scotland [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.macduffshipdesign.com/tugs.htm>
- [38] *Offshore Ship Designers* [online]. IJmuiden, Netherlands [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.offshoreshipdesigners.com/tug-design/harbour-tugs/>
- [39] *First Diesel-Battery Electric Hybrid Tugboat* [online]. Bright Hub Inc. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.brighthubengineering.com/marine-history/101461-first-diesel-battery-electric-hybrid-tugboat/>
- [40] *Corvus Energy* [online]. [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://corvusenergy.com/energy-storage-system-html/>
- [41] *Trelleborg* [online]. Jebel Ali South Zone, Dubai, UAE [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.trelleborg.com/en/marine-systems/products--solutions--and--services/marine--fenders/tug--fenders/tug--cylindrical--fenders>
- [42] *Fender Tec* [online]. Alblaserdam, Netherlands [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.fendertec.com/composite-fenders/>

**SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ**

<b>Obr. 1</b> Charlotte Dundas (1803) [21]	14
<b>Obr. 3</b> Damen ASD 3212 [15]	15
<b>Obr. 2</b> Luna (1930) [20]	15
<b>Obr. 5</b> Foss Carolyn Dorothy [7]	16
<b>Obr. 6</b> Sanmar Borgoy [14]	17
<b>Obr. 7</b> Campbell Foss [7]	17
<b>Obr. 8</b> remorkér Alice L Moran [29]	21
<b>Obr. 9</b> kontejnerová ATB jednotka [28]	22
<b>Obr. 10</b> přístavní remorkér Damen ASD 2810 [27]	22
<b>Obr. 11</b> říční remorkér [26]	23
<b>Obr. 12</b> diesel - elektrický pohon [11]	23
<b>Obr. 13</b> diesel - mechanický pohon [25]	24
<b>Obr. 14</b> hybridní pohon [24]	25
<b>Obr. 15</b> pohon na LNG [22]	26
<b>Obr. 16</b> lodní šroub s pevným stoupáním [30]	26
<b>Obr. 17</b> schéma prstencového propeleru [23]	27
<b>Obr. 19</b> cykloidní propeler [32]	28
<b>Obr. 18</b> azimutový propeler [31]	28
<b>Obr. 20</b> schéma výtlačného trupu [33]	29
<b>Obr. 21</b> model kluzného trupu [34]	30
<b>Obr. 22</b> skici	32
<b>Obr. 23</b> varianta 1 - boční pohled	33
<b>Obr. 24</b> varianta 2 - boční pohled	34
<b>Obr. 25</b> varianta 3 - boční pohled	35
<b>Obr. 26</b> skica finální varianty s detaily	36
<b>Obr. 27</b> proporce remorkéru	36
<b>Obr. 28</b> detail kormidelny	37
<b>Obr. 29</b> detail nástavby	38
<b>Obr. 30</b> pohled na hl palubu	38
<b>Obr. 31</b> detail příďe	39
<b>Obr. 32</b> schéma pohonného ústrojí	42
<b>Obr. 33</b> otáčení remorkéru	44
<b>Obr. 34</b> výhledy - půdorys	45
<b>Obr. 35</b> výhledy - narys	45
<b>Obr. 36</b> výhledy - bokorys	46
<b>Obr. 37</b> detail servisních přístupů	46
<b>Obr. 38</b> barevné řešení 1	48
<b>Obr. 39</b> barevné řešení 2	49
<b>Obr. 40</b> barevné řešení 3	49
<b>Obr. 41</b> logo	50

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

---

USA	United States of America
USD	United States Dollar
LiPol	Lithium-Polymer

## **SEZNAM PŘÍLOH**

zmenšené náhledové postery (A4)  
fotografie modelu (A4)

designérský poster A1  
ergonomický poster A1  
technický poster A1  
sumarizační poster A1

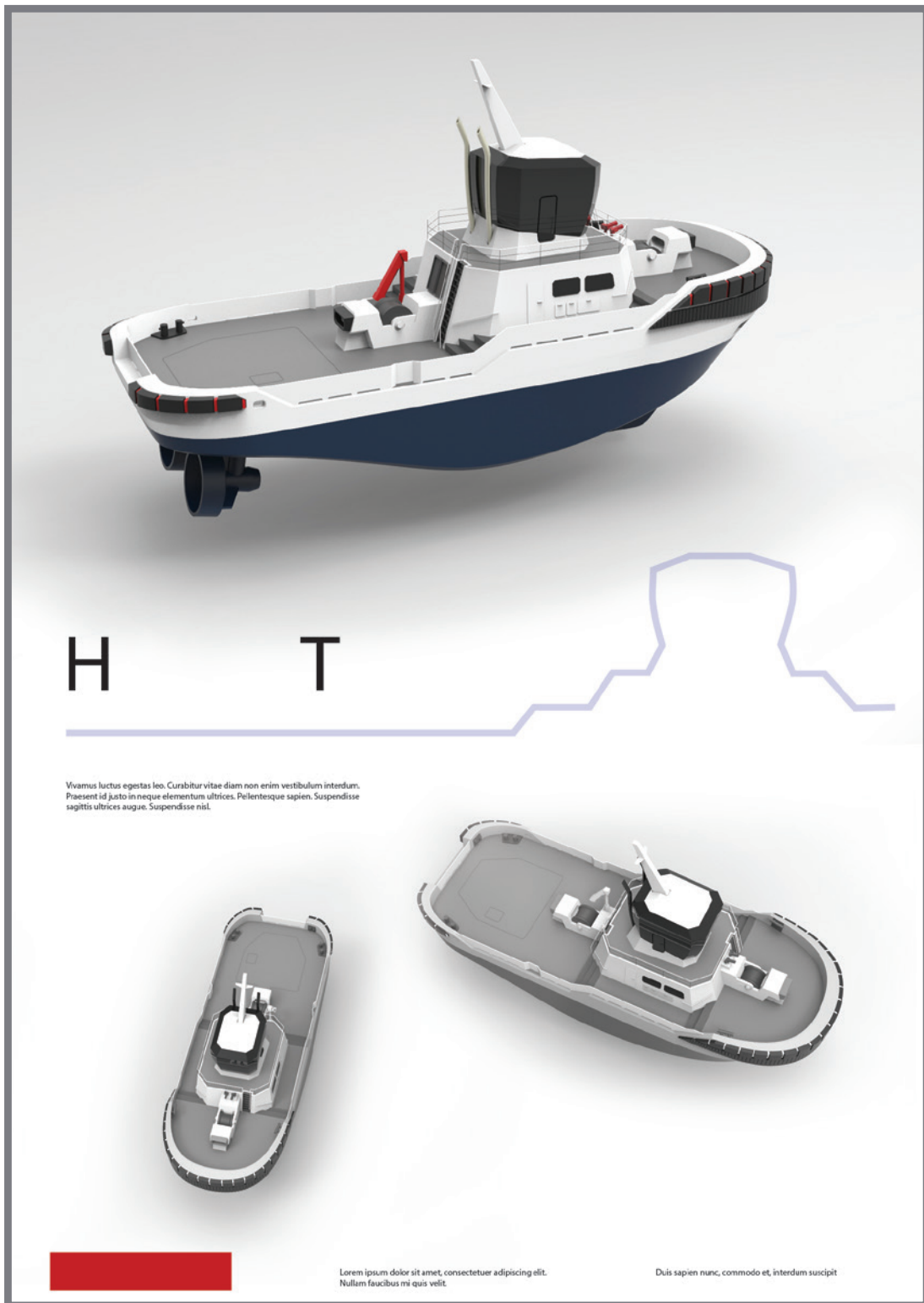
model 1:50

## PŘÍLOHY - ZMENŠENÉ NÁHLEDOVÉ POSTERY

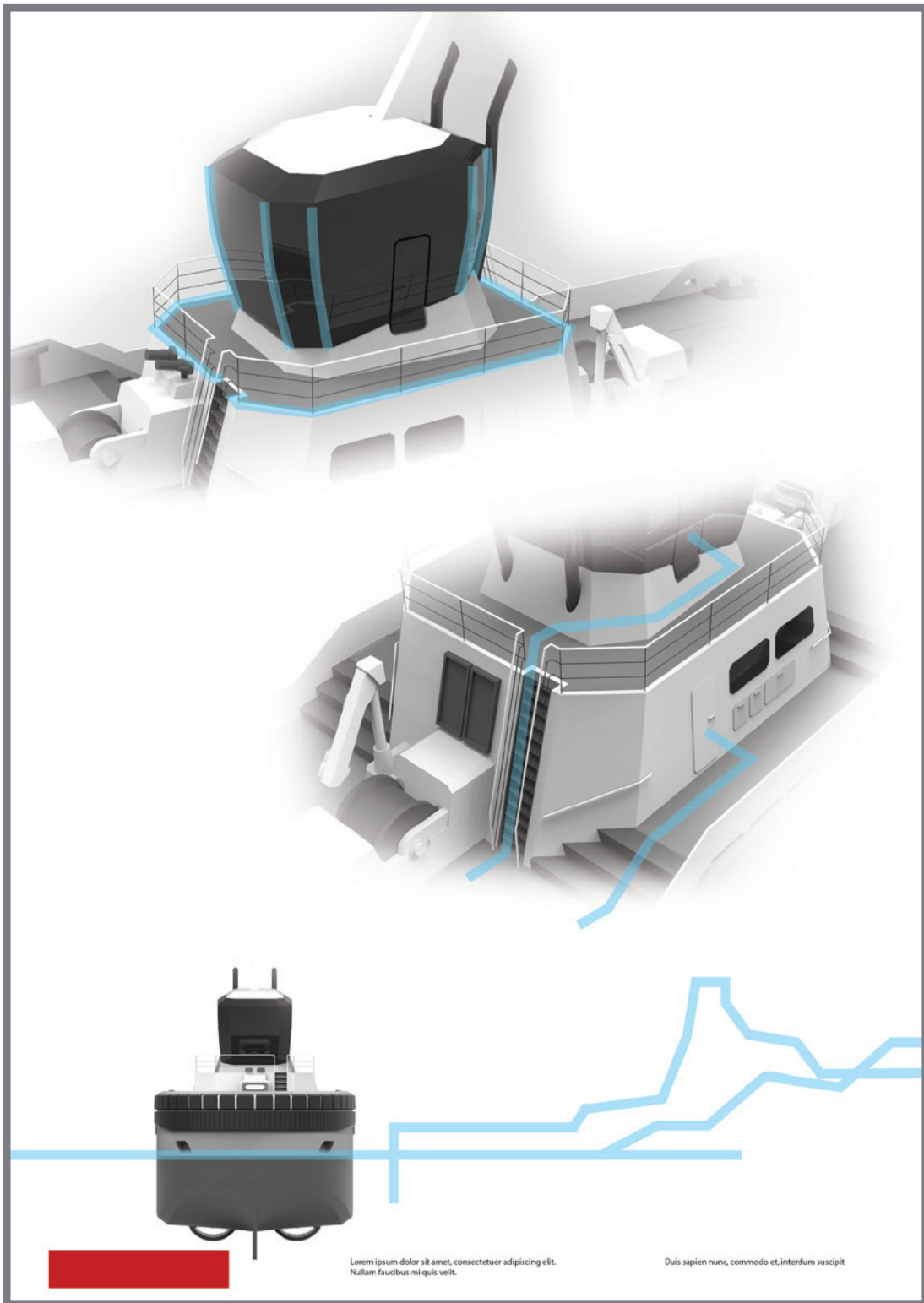
příloha - náhled sumarizačního posteru



příloha - náhled designérského posteru



příloha - náhled ergonomického posteru





## **VLOŽENÉ PŘÍLOHY - FOTOGRAFIE MODELU**

---

