



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN OBYTNÉ LODI

DESIGN OF RESIDENTIAL SHIP

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. PETR KULICH

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. MIROSLAV ZVONEK,
ArtD.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Petr Kulich

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

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 obytné lodi

v anglickém jazyce:

Design of Residential Ship

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu obytné lodi. Návrh má splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle diplomové práce:

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové řešení
6. Konstrukčně technologické a ergonomické řešení
7. Barevné a grafické řešení
8. Diskuze
9. Závěr
10. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model

Typ práce: designérská; Účel práce: vzdělávání

Výstup práce: průmyslový vzor; Projekt: Specifický vysokoškolský výzkum

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 - 50 stran textu bez obrázků)

Zásady pro vypracování práce:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2015.pdf

Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.
JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.
NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.
TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.
WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.
Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 21.11.2014

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem této diplomové práce je design obytné jachty, zaměřený na použití moderních technologií s cílem zefektivnění provozu. Lepších výsledků v oblasti úspory paliva a ekologie chci docílit využitím hybridního systému pohonu a solární energie. Dále jsem se zaměřil na provázání konstrukční a ergonomické stránky designu tak, abych docílil komfortního a bezpečného prostředí pro cestující.

KLÍČOVÁ SLOVA

Motorová jachta, hybrid, ekologie, design

ABSTRACT

Theme of this diploma thesis is design of residential yacht, focused on applying of modern technologies with aim to make the work flow more effective. I would like to achieve better results in question of fuel saving and ecology, by using hybrid engine systém and solar power. My next aim was interlacing of construction and ergonomic parameters in the way to achieve comfort and save enviroment for the travelers.

KEY WORDS

Motor yacht, hybrid, ecology, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KULICH, P. *Design obytné lodi*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 57 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma design obytné lodi zpracoval samostatně a veškeré použité zdroje jsou řádně uvedeny v seznamu použité literatury.

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval především mé rodině, bez jejich podpory a motivace bych se tak daleko nikdy nedostal. Také musím poděkovat vedoucímu mé diplomové práce docentu Miroslavovi Zvonkovi, za odborné rady a cenné postřehy, které mi pomohli při tvorbě této práce. Děkuji také Vladimíru Molíkovi, jehož odborná asistence byla vždy vítanou pomocí při tvorbě modelů. Díky také patří všem mým spolužákům, za skvělý kolektiv a dobrou atmosféru v průběhu celého studia. Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli s touto prací, byť jen třeba jiným úhlem pohledu.

OBSAH

Úvod	9
1 Historická analýza	10
1.1 První motorové lodě	10
1.1.1 Parní motor	11
1.1.2 Klouzavý režim plavby	11
1.1.3 Klouzavý režim plavby	12
1.2 Moderní stavební materiály	12
1.2.1 Kompozitní materiály	13
1.2.2 Ferrocement	13
1.2.3 Laminát	13
1.3 Moderní technologie	14
1.3.1 Obnovitelné zdroje energie	14
1.3.2 Baterie	15
2 Technická analýza	16
2.1 Typ plavby	16
2.2 Tvar trupu	17
2.3 Materiály	18
2.4 Pohon	20
2.5 Fotovoltaické panely	22
2.6 Baterie	23
2.7 Elektronická a ostatní zařízení	24
3 Designerská analýza	26
3.1 Analýza designu současných produktů	26
3.1.1 Aguti 20m	27
3.1.2 Greenline 48	28
3.1.3 Viking 60c	29
3.1.4 Pershing 72	30
3.1.5 Monte Carlo 5	32
3.1.6 Dominator D26 Ilumen	33
3.1.7 Další analyzované modely	34
4 Variantní studie designu	35
4.1 Dieselová varianta	35
4.2 Elektrická varianta	36
4.3 Hybridní varianta	37
5 Tvarové řešení	39
5.1 Tvarové řešení trupu	39
5.2 Tvarové řešení kabiny	40
6 Konstrukčně technologické a ergonomické řešení	41
6.1 Konstrukčně technologické řešení	41
6.1.1 Motory	42
6.1.2 Fotovoltaické panely	42
6.1.3 Nádrže na palivo a baterie	43
6.1.4 Schéma zapojení	44
6.1.5 Ostatní zařízení	44
6.2 Ergonomické řešení	44
6.2.1 Interiérové řešení	45

6.2.2	Ovládání a údržba	46
7	Barevné a grafické řešení	48
8	Diskuse	50
8.1	Ekonomická funkce	50
8.2	Psychologická funkce	51
9	Závěr	52
10	Seznam použitých zdrojů	53
11	Seznam obrázků a grafů.....	55
12	Seznam příloh.....	57

ÚVOD

Tématem této diplomové práce je návrh motorové jachty. Cílovou kategorií jsou jachty o celkové délce do 20 metrů, které jsou určeny pro výletní plavby poblíž pobřeží, nikoliv pro plavby po oceánu. Typově by se jachta měla zařazovat mezi rekreační plavidla, spíše se orientující na komfort cestujících, než na rychlostní výkony.

V první řadě jsem se ve své práci věnoval technickým aspektům designu lodi, především požadované rychlosti jízdy, plavebním vlastnostem dojezdové vzdálenosti a typu trupu. Vzhledem ke zvyšujícím se požadavkům na ekologii, které se doposud v lodním průmyslu příliš nezohledňovali, bylo cílem dosáhnout čistého a úsporného provozu jachty. Za tímto účelem jsem analyzoval výhody použití alternativních zdrojů energie, především fotovoltaických panelů a zvážil volbu efektivnějšího systému pohonu.

Dále byl kladen důraz na vhodné ergonomické řešení, vyplívající z požadavků na ubytování a bezpečnost provozu. Jachta by měla být schopná ubytovat 6 cestujících, po dobu alespoň jednoho týdne. S tím souvisí sociální zařízení a rozmístění obytných prostor. Důležitým aspektem bylo dodržení ergonomických pravidel, která jsou ve stísněných podmínkách na lodích často opomíjena.

1 HISTORICKÁ ANALÝZA

Lodě se jako dopravní prostředek začaly používat již dávno před začátkem našeho letopočtu. Pokud opomineme primitivní plavidla, jako vory a vydlabané kmeny, tak první zmínky o konstrukčně složitějších lodích se objevili na deltě řeky Nyl, přibližně 5 000 let př. n. l. [1]

Využívaly se stejně jako dnes pro přepravu materiálu a osob nebo rybolov. Byly to malé lodě poháněné plachtou a vesly a tento jednoduchý systém pohonu vydržel velmi dlouho. Od Egypta, přes římské a vikingské lodě až po španělské galéry, se kromě velikosti a složitější konstrukce víceméně nic nezměnilo.

Příchod nových technologií a stavebních postupů v různých technických odvětvích své doby se postupně promítal i v lodním stavitelství. Začaly se používat nové konstrukce, materiály s lepšími vlastnostmi a lodě se začaly pohánět i jinak než větrem a pádly.

1.1 První motorové lodě

Prvním krokem k pohánění lodí jinak než větrem a pádly, byl vynález parního motoru. Začaly se objevovat první studie, jak pohánět lodě bez plachet a v roce 1690 byl uskutečněn první pokus na pohánění lodi parním motorem, který přenášel svou sílu na „pádlovací kolo“ [1]. Tím se odstartovala dlouhá éra vývoje nových lodí. Z počátku tyto parníky byly používány především na vnitrozemní plavby, kde manévrování s lodí poháněnou plachtami byl poměrně velký problém. První lodě však dokázaly jen s těžkostí plout proti proudu a jejich rychlost se pohybovala kolem 10 km/h, což nebylo o moc rychlejší než jít pěšky po břehu. Každopádně i to byl velký úspěch. Postupným zlepšováním parního motoru, především Jamesem Watterem roku 1785 [1] se dosahovalo stále lepších výsledků.

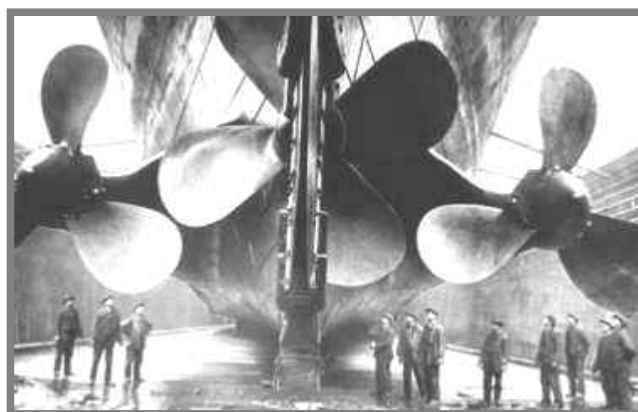


Obr. 1: Kolesový parník (<http://janusa.txt.cz/>)

1.1.1 Parní motor

1.1.1

Kombinací parního motoru a nových konstrukčních možností se dostáváme k revoluci v lodním průmyslu. Všichni jsme se učili, že první lodní šroub si patentoval Čech Josef Ressel roku 1827. Lodní šroub se osvědčil jako nejúčinnější pohon pro loď. Hlavně z důvodu příčného naklání lodi, kde se kola kolesových parníků dostávala až nad hladinu vody a tím se ztrácela účinnost. Avšak pokusy s pohonem lodí lodním šroubem tu byli již dříve a to různě po světě. Zmínka o první lodi vybavené dvěma lodními šrouby, která přeplavala řeku Hudson, je již z roku 1804 a o čtyři roky později doplavala loď Johna Stevense poháněná lodními šrouby z New Yorku do Philadelphie. [1]



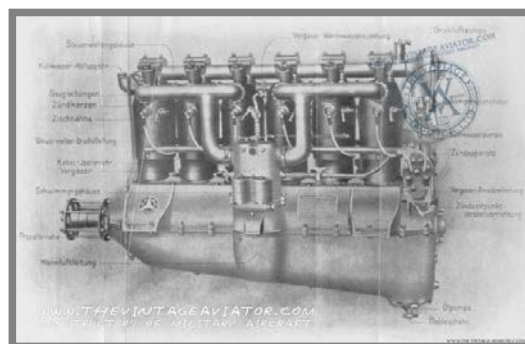
Obr. 2: Lodní šrouby zaoceánského parníku (<http://www.titanicworld.cz/>)

1.1.2 Klouzavý režim plavby

1.1.2

Po vynálezu parního motoru již nebylo tak daleko ke spalovacímu motoru, ty se již nějakou dobu používaly v automobilovém průmyslu, ale jejich integrace do trupu lodi byla komplikovanější. V automobilu se vibrace motoru tlumily především v tlumičích kol, ale u lodí tomu tak nebylo. V lodi je potřeba motor dostatečně odizolovat pomocí tlumících prvků od samotného trupu lodi.

Také docházelo k problémům s chlazením, o které se v autě postaral vzduch proudící kolem, ovšem k motoru uzavřenému v trupu lodi musel být vzduch přiváděn uměle. S prvními spalovacími motory použitelnými pro loď, přišel Herr Gottlieb Daimler roku 1897. [2] Jeho motor měl válce vyrobené z platinových trubek, které byly rozžhavené do ruda, aby se v nich tlakem a teplem samovznítlo petrolejové palivo. Což vedlo k občasným nepříjemnostem, když se válec motoru prostě roztrhl vlivem nedostatečného chlazení.



Obr. 3: Historický nákres spalovacího motoru (thevintageaviator.ge.nz)

1.1.3

1.1.3 Klouzavý režim plavby

Rychlost 30 uzlů bývala často považována za limitní, přes kterou se motorové jednotrupé lodi nemohou dostat. Již delší dobu ovšem byl znám fakt, že lodě se mohou za určitých okolností dostat do takzvaného klouzavého režimu plavby. Tento způsob jízdy již byl znám z dřívějších plachetnic, ovšem u motorových člunů bylo potřeba delšího vývoje. Až muž jménem Uffa Fox, který byl považován za geniálního lodního stavitele, se velmi zasloužil o zdokonalení tvaru trupu lodi, který by dokázal splnit všechny potřebné vlastnosti k tomu, aby loď mohla snáze dosáhnout klouzavého režimu plavby. [3] Díky speciálnímu tvaru trupu totiž voda není odtlačována před lodí do stran, ale umožňuje vodě proudit „pod loď“ tím ji nadzvednout a nechat ji klouzat po hladině.



Obr. 4: Člun KittyHawk (<http://www.tutorgigpedia.com/ed>)

První historicky doložený motorový člun, kterému se povedl přechod do klouzavého režimu, byl vyroben roku 1911. Přišel s ním John L. Hacker a jmenoval se Kitty Hawk. Dokázal poprvé v historii s motorovým člunem přejít z výtlačného režimu plavby na plavbu klouzavou. Díky hydrodynamicky tvarovanému trupu dokázal snížit hraniční rychlost pro přechod do klouzavé plavby. [3]

1.2

1.2 Moderní stavební materiály

Vývoj materiálů trupů byl dlouhý. Zpočátku používané a dlouhodobě ověřené dřevo, již nesplňovalo všechny narůstající požadavky na výrobu a provoz. Výroba dřevěných lodí, byla velmi dlouhá a náročná a navíc vyžadovala velké množství zkušeností. Lodní stavitelé byli velmi vážení a dobře placení inženýři, častobyli zaměstnávání samotnou královskou rodinou.

Byla zde stále větší poptávka po materiálu pro loď, který by byl dostatečně pevný měl dlouhou životnost a byl jednoduše udržovatelný. Odpověď přišla v kombinaci materiálů. Jednoho pro pevnou vnitřní konstrukci a druhého pro vnější zacelení povrchu, tak aby měl co nejdelší životnost. Z počátku se kombinovalo dřevo a kov, existovali dřevěné lodě s železnou trámovou konstrukcí. Později se experimentovalo s železnými pláty, nebo drátovou konstrukcí přímo ve stěnách trupu. To vše postupně vyústilo v použití materiálů, které dnes nazýváme kompozitní. [1]

1.2.1 Kompozitní materiály

1.2.1

V polovině 18. století, v důsledku začínající průmyslové revoluce, se začalo pracovat na nových typech lodí. Díky technologii kovových plátů byl John Wilkinson spolu se svými kolegy, schopen vyvinout první celokovový trup lodi. Vlastnosti lodních trupů z kovových plátů byly nepopíratelně lepší, než pouze dřevěná konstrukce. I přes to, že zde byl a stále je problém s korozí, která se v některých vodách tvořila velmi rychle vlivem solí v mořských vodách. Poměrně dlouhou dobu se také experimentovalo s kombinací dřeva a kovových plátů. Byly postaveny lodě s dřevěným trupem opláštěným kovovými pláty, které sloužily jako štít pro obranu. Obrácený postup kdy kovové pláty byly uvnitř dřevěného trupu a pomáhaly především zpevnit konstrukci. [1]

1.2.2 Ferrocement

1.2.2

Tento materiál byl poprvé použit v roce 1848 Josefem Louisem Lambotem. [4] Princip stavby byl jednoduchý. Do předem připravené formy, téměř jakéhokoli tvaru, se nalil beton. Který držel pohromadě díky vnitřní drátové konstrukci. Tato technologie je sice již dávnou minulostí a v dnešní době ferrocementové lodě vyrábějí jen nadšenci a kutilové. Ale na přelomu 19. a 20. století bylo vyráběno ferrocementových lodí mnoho. Hlavně proto, že betonové lodě byly dostatečně pevné, poměrně jednoduché na výrobu a odolávaly vlivům slaných vod. Kupodivu i poměr mezi váhou a výtlačem lodi byl u cementových lodí srovnatelný jako u kovových. Poměrně velkou výhodou je také fakt, že tento typ konstrukce neměl žádné konstrukční spoje. Tudiž minimalizoval šanci prosakování, poruchy a praskliny trupu. Také zde byl již patrný základ modernějších kompozitních trupů, složených z vnitřní struktury, vyplněné jiným doplňujícím materiálem.



Obr. 5: Ferrocementový trup (<http://racerockyachtservices.com/oldracerock/>)

1.2.3 Laminát

1.2.3

Od ferrocementových trupů již je jen krůček k laminátu, který je z jiných materiálů, ovšem má podobnou strukturu. Je potřeba zmínit, že už od začátku 19. století se pracovalo na vývoji různých kombinací kompozitů. Dalo by se říct, že první kompozitní loď byla již ta kombinující kovové opláštění na dřevěném trupu. Zde

mám však na mysli kompozitní materiály už poměrně moderní. Byly vytvořeny první nedokonalé materiály podobné dnešní epoxidové pryskyřici. V kombinaci této pryskyřice a vnitřní struktury, zpočátku překližky, se po ztuhnutí podařilo získat poměrně tvrdý materiál. Odolný na ohyby, nárazy a navíc vzdorující běžným degradačním jevům, jako je například rez u kovových trupů.

Na konci 30. let 20. století zde již byly uskutečněné konstruktivní pokusy na výrobu takovýchto lodních trupů, měly nesporné výhody v odolnosti, pevnosti a životnosti. Jejich výrobní postup umožňoval mnohem větší tvarovou variabilitu, a stejně jako ferrocement neměl žádné konstrukční spoje.

Daniel Spurr ve své knize Heart of Glass, uvádí Jacka Willse, který si ve své garáži vyrobil zřejmě první laminátovou loď, nebo spíše člun. Přesněji to byla první polyester-laminátová loď. Psal se rok 1942. [5] V dnešní době je právě laminát nejpoužívanějším materiálem na konstrukci trupu, kvůli svým neopomenutelným výhodám, viz technická rešerše.

1.3

1.3 Moderní technologie

K postavení úspěšné lodi v současnosti však nestačí pouze správná konstrukce z kvalitních materiálů s dobrým motorem zajišťujícím pohon. I když je to základ, bez kterého nemá smysl pokračovat, jsou zde další důležité technologie, které si také prošly svým vývojem. Nebudu se zmiňovat o systému klimatizace nebo televizi, kterou také najdeme dnes už snad na každé lodi. Každopádně technologie jako GPS, která nahradila kompas, nebo systém fotovoltaických panelů, které se u motorových jachet používají teprve krátce, dodávajících elektřinu uloženou v bateriích. To jsou technologie, které poměrně významně přispěly nebo přispějí k vývoji lodního stavitelství.

1.3.1

1.3.1 Obnovitelné zdroje energie

Pro výrobu elektrické energie na lodi se v drtivé většině případů používá dieselový agregát. V některých případech tento motor pohání i hlavní motory lodi. Každopádně je nutný pro běžnou elektronickou výbavu loď, od kuchyňských spotřebičů až po navigaci. V lodním průmyslu v současnosti se teprve poslední dobou začínají objevovat použitelné alternativní zdroje energie. A často se kombinují také s dieselovými agregáty. Opomineme-li větrnou energii, která musí být složitým systémem turbín zpracovávána, a s kterou experimentovalo několik lidí, ale většinou bez převratného výsledku. Zůstává nám sluneční energie, která se zdá být dobrou alternativou. Vývoj technologie, které dokáže zachytit sluneční paprsky a pomocí poměrně složitých fyzikálních jevů ji přeměnit na energii elektrickou, se datuje na počátek druhé poloviny 20. století. V roce 1954 objevili v Bell Laboratories silikonový monokrystalický fotovoltaický panel s účinností 6%. [6] V té době to bylo především pro vesmírné cesty a lunární vozidla, která nemohla mít tak velké baterie a potřebovala přísun energie. Každopádně se tato technologie začala velmi rychle zdokonalovat. Hlavně kvůli jejímu všestrannému použití. V dnešní době jsou vyrobitelné fotovoltaické panely s účinností 47%. [7]

1.3.2 Baterie

1.3.2

Pro účinnější využití elektrické energie je vhodné použít baterie. Jelikož generovaná elektřina nemusí pokrýt elektrickou spotřebu, je vhodné mít ji odkud čerpat, nebo kam ji případně uschovat v případě nadprodukce pro další použití. První bateriové články, nebo alespoň něco, co by mohlo být antickými bateriemi, byly objeveny už v prvním století př. n. l. Říká se jim Bagdádské baterie a jsou to primitivní hliněné nádoby s elektrodou pravděpodobně ponořenou v tehdejší elektrolitu. Každopádně moderní dějiny bateriových článků, jak je známe dnes, započala práce dvou mužů. Luigi Galvani a Alessandro Volta, oba pracující na Italských univerzitách, přišli koncem 18. století s konceptem galvanického článku velmi podobným moderním bateriím. [8] Z počátku to byl spíše fyzikální experiment, tyto baterie dosahovaly tak slabých výsledků že jejich praktické využití bylo poměrně omezené. Každopádně dalším vývojem a elektrifikací společnosti se baterie stávaly stále více využitelné pro běžnou potřebu.



Obr. 6: Antická baterie (<https://politicoid.files.wordpress.com/>)

2 TECHNICKÁ ANALÝZA

Design motorové jachty podléhá z velké části funkčnosti jejích jednotlivých prvků. Proto je nutné si nejdříve stanovit základní rozměry lodě, dle požadavků posádky a nákladu. Určit použitelné technologie a zdroje energie a podle nich vybrat nejvhodnější systém pohonu.

Vycházím z kategorie lodí o velikosti do 20 metrů. Výtlačk lodí této velikosti se pohybuje v rozmezí 20 až 30 tun, v závislosti nejen na velikosti ale i objemu nádrží na palivo, nebo v mém případě i váze baterií. Tato třída jachet je určena spíše pro kratší plavby na mořích, nebo v blízkosti pobřeží. Nejedná se o lodě určené pro zaoceánské plavby. Jachta by měla být schopná ubytovat 6 osob, po dobu až jednoho týdne. S tím souvisí technické i sociální zařízení.

Dalším aspektem je způsob, jak bude jachta využívána, v jakých rychlostech a na jak dlouhé vzdálenosti. Tedy řešení výkonu motoru, zdrojů energie a paliva. Rychlá motorová jachta bude mít jiné technické specifikace, než loď designovaná pro výtlačný režim plavby. S tím souvisí i tvar trupu nebo velikost technického zázemí.

2.1 Typ plavby

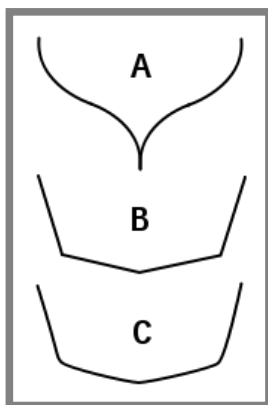
Lodě se rozdělují pouze na dvě kategorie. Na lodě schopné jet ve skluzu a na ty ostatní. Aby loď jela ve skluzu, musí mít její trup určité tvarování, které využívá hydrostatického vztlačku a umožňuje lodi klouzat po hladině. Rychlé lodě a malé čluny využívají „planningu“, neboli klouzání. K tomuto režimu plavby je potřebný (obr. 7., řez B), tzv. šarpiový trup, nebo jinak řečeno „Deep-V“. Tento typ trupu je projektován tak, aby při plavbě ve vyšších rychlostech generoval vztlak a loď tak mohla odlepit špičku od hladiny a přejít do skluzu. Při klouzání je odpor vody mnohem menší, tudíž není nutný tak velký výkon a klesá i spotřeba ve srovnání stejné rychlosti ve výtlačném režimu. Ovšem úspora paliva je zde relativní pojem, protože pro dosažení nutné rychlosti je potřeba výkonných motorů, jejichž spotřeba se hravě dostane přes 100 l/h. Do skluzu se může loď dostat již v rychlosti kolem 15 uzlů, tedy asi při 30 km/h. [2]

Druhou možností je výtlačný typ plavby, kdy loď musí všechnu vodu rozrážet do stran. Při zvyšování rychlosti ve výtlačném režimu roste potřebný výkon exponenciální řadou. Mezní rychlost výtlačné plavby se pohybuje v závislosti na konstrukci trupu mezi 10 a 15 uzly, to je asi 15 - 25 km/h. Při této rychlosti je již odpor vody tak enormní, že není prakticky možné ho silou motoru překonat. Těchto vyšších rychlostí ve výtlačném režimu dosahují snad jen velké nákladní lodě a tankery. Které mají prostor pro enormní elektromotory neskutečných výkonů.

Rychlé lodě schopné skluzu při nízkých rychlostech také plují ve výtlačném režimu, je to pro ně ovšem značně nevýhodné vzhledem ke spotřebě paliva výkonných motorů, kterých je zapotřebí pro vyvinutí dostatečné rychlosti. Také ovladatelnost je při menších rychlostech horší. Proto je nutné zvolit správnou konstrukci trupu dle účelu jachty.

2.2 Tvar trupu

Hydrodynamika trupu nutná pro jeho designování je velmi obsáhlá kapitola konstrukce. Ovšem ve stanoveném rozsahu práce, dle mého názoru není možné vyvinout správný hydrodynamický tvar, pro přesné požadavky mého designu. Na to by bylo potřeba dlouhý vývoj a mnoho testů. Omezil bych se tedy na základní klasifikaci typů trupů a na modelové studie podobných jachet.



Obr. 7: Tvary trupů (<http://en.academic.ru/>)

Na obrázku výše je možné vidět příčný průřez třemi základními typy trupů lodí. První řez A, je jolový trup. Který se dříve používal u všech lodí, dnes ho využívají jen plachetnice, jelikož to je to jeho hlavní určení. Oblé boky a ostrý kýl udržují směr i při náklonu, ve kterém plachetnice stráví většinu plavby vlivem větru opírajícího se do plachet. Pro motorovou jachtu má nevhodné vlastnosti. Pávě proto, že umožňuje velký náklon lodi, potřebný u plachtění, u motorových jachet je však tato vlastnost nežádoucí.

Řez B je šarpiový trup, s rovnými plochami a ostrými hranami je lepší pro rychlé čluny a jachty jelikož napomáhá přechodu jachty do skluzu a zlepšuje její jízdní vlastnosti při vyšších rychlostech. Důležitým aspektem tohoto trupu je příčný průřez ve tvaru V a zád' zakončená seříznutím. Díky tomu loď drží přímý směr při vyšších rychlostech a dokáže využít hydrostatického vztlaku. Právě tyto parametry jsou esenciální pro rychlou plavbu.

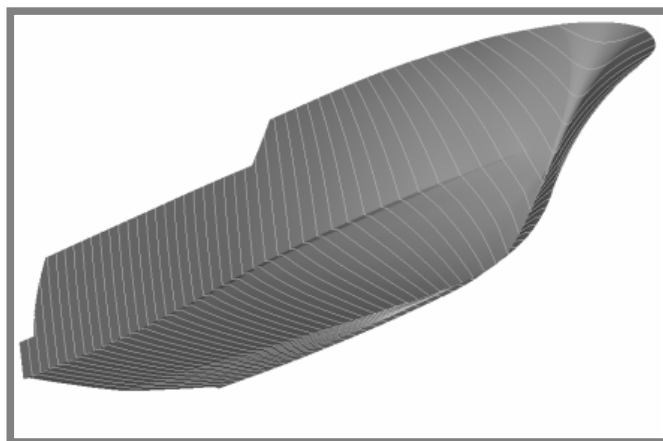
Existují i různé kombinace těchto trupů, řez C již není úplně orientační, jelikož při kombinování trupů hrají roli celkové proporce trupu a ne jen samotný průřez. Z těchto kombinací je důležitý především tvar příďe a způsob jakým odvádí vodu kolem lodi a pod ní. Jedním způsobem je dlouhá úzká příď, druhým je specifické „vykousnutí“ v přídi, obojí pomáhá při plavbě zmenšit odpor trupu vůči vodě. [9] V některých případech se u větších lodí používá takzvaná hruškovitá příď. Na



Obr. 8: Srovnání klasické a hruškovité příďe [10]

obrázku č. 8 můžete vidět rozdíl mezi trupem s hruškovitou přídělí a bez ní. Všimněte si především délky boční vlny vůči trupu. U hruškovité přídělí je vlna menší, což znamená, že loď má menší odpor vody a bude moci dosáhnout větší rychlosti s menším výkonem a stále si udržet ovladatelnost. [10]

V současné době se začínají stále více používat nové, dokonalejší konstrukce trupů. Především díky počítačovým modelům a hydrodynamickým studiím, bylo možné vyvinout hydrodynamicky přesný tvar pro minimalizování negativních vlastností při plavbě. Vychází se z výhod šarpiových i jolových trupů a kombinují se jejich vlastnosti. Konstrukce trup, která vhodně rozráží vodu při výtlačné plavbě a zároveň dokáže přejít do skluzu se nazývá polovýtlačná. [10] Model polovýtlačného trupu můžete vidět na obrázku níže. Hlavními tvarovými faktory tohoto typu je zád' s téměř rovným dnem, zajišťujícím stabilitu. A přídělí s hydrodynamickými prolisy zajišťujícími obtékání vody kolem lodi tak, aby byl co nejvíce zmenšen odpor při plavbě. Mají dobré vlastnosti pro vyhlídkovou plavbu, dobrou stabilitu a zároveň poměrně dobře dokáží plout ve skluzu.



Obr. 9: Model polovýtlačného trupu [10]

2.3 Materiály

Nevhodně zvolený materiál, může změnit celkový charakter lodi. V dnešní době se používá několik hlavních materiálů. Jejich volba závisí především na požadovaném poměru mezi pevností a váhou, ale také výrobní ceně.

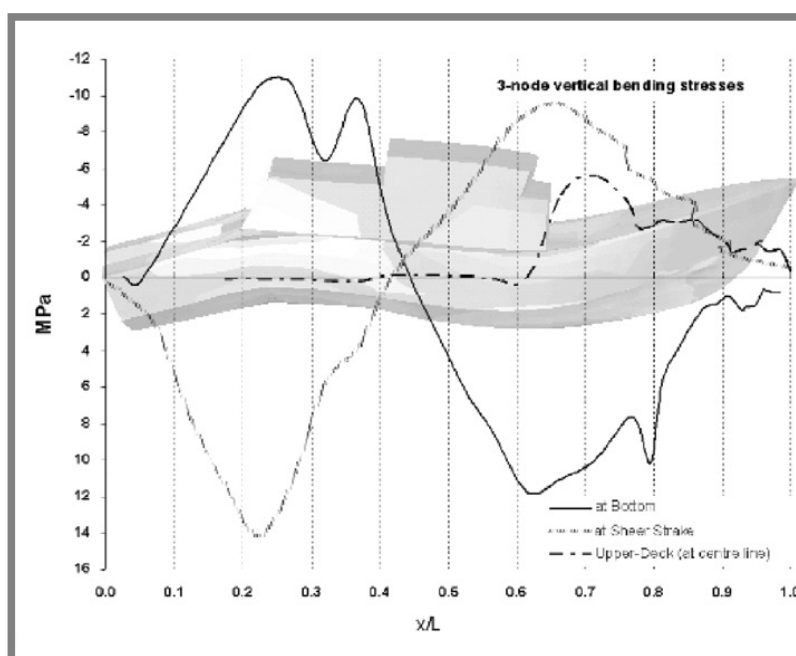
Dřevo je tradičním materiálem, jeho výhodou je dlouhá životnost, ovšem za předpokladu pravidelné údržby a oprav. Je to jeden z nejlevnějších materiálů, ovšem výrobní cena je navýšena kvůli náročnému stavebnímu postupu. Především proto že je nutné stavět každý trup samostatně a není možné využít například lisovací formu tak jako u jiných materiálů. Dřevěné trupy také mají omezenou tvarovou variabilitu, právě kvůli náročnému stavebnímu postupu. Každopádně dřevo je dle mého názoru vhodné použít jako estetický materiál na designové doplňky.

Dále se vyrábějí trupy kovové, hliníkové, nebo z různých slitin. Mají dobré pevnostní charakteristiky, ovšem podléhají korozi a jsou poměrně drahé na výrobu.

Samozřejmě i zde se používá povrchové ošetření a i kovové trupy je nutné pravidelně udržovat. Jejich opravy jsou však podstatně náročnější a dražší. Největší výhodou je jejich poměr váhy vůči pevnosti. Hliníkové lodě mohou být velmi lehké, ale také velmi drahé. Proto se kovových materiálů používá spíše u speciálních případů, kde se jejich výrobní cena zjednotí. [11]

Moderními a nejrozšířenějšími materiály jsou kompozity. Používají se moderní lamináty a různé směsi i uhlíková vlákna. Dle potřebných parametrů je možné připravit materiál trupu na míru lodi, na které bude použit. [9] Samozřejmě od kvality těchto kompozitů se odvíjí i výrobní cena. Jachta s trupem vyrobeným z kompozitu s uhlíkovými vlákny bude velmi drahá. Nejrozšířenějším současným materiálem je laminát. Je to poměrně všestranný materiál, má dostatečnou pevnost, dlouhou životnost a poměrně nízkou výrobní cenu. Při ošetření Gelcoatem, speciálním nátěrem, který ho chrání proti solím, slunci i nárazům je téměř nesmrtelný. Jeho výhodou je téměř neomezená tvarová variabilita a dobrá dostupnost. Laminátové trupy se vyrábějí většinou z jednoho kusu ve velkých lisovacích formách. Díky tomu je laminátový trup všude spojitý a odpadá starost o konstrukční řešení spojů materiálu. I laminát je potřeba každý rok udržovat a očišťovat od usazených nečistot. Ovšem u laminátu je tato údržba mnohem jednodušší, levnější a rychlejší než u dřevěných nebo kovových lodí.

Konstrukční odolnost laminátových trupů lze doložit modelovou studií namáhání trupu, která byla měřena na portugalské hlídkové lodi, která je často vystavena extrémním podmínkám. Vyrobená z klasických kompozitních materiálů, musí odolávat tlakům, viz obrázek níže. Zvlnění trupu lodi na obrázku je pouze ilustrační náhled, jak má tendenci trup pracovat při nárazech na vlnách. [12]

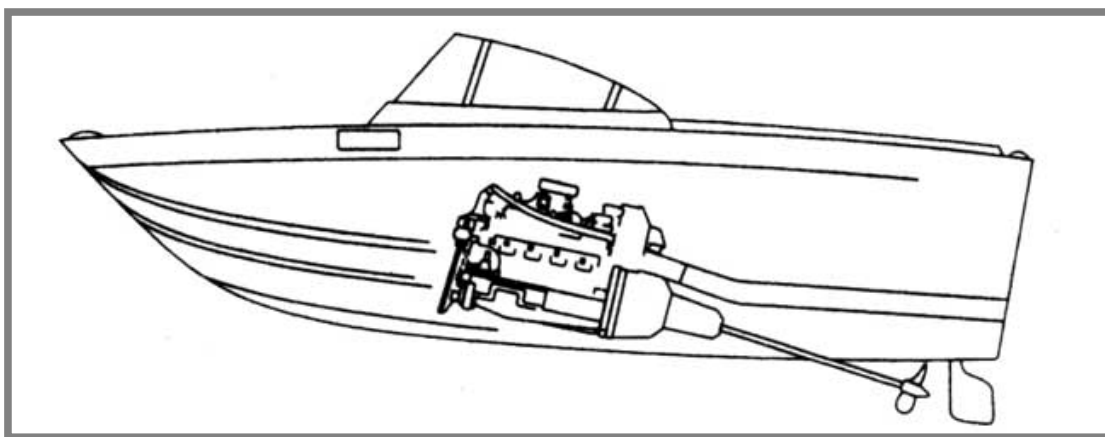


Obr. 10: Velikost působícího tlaku vzhledem k délkovým proporcím. [12]

2.4 Pohon

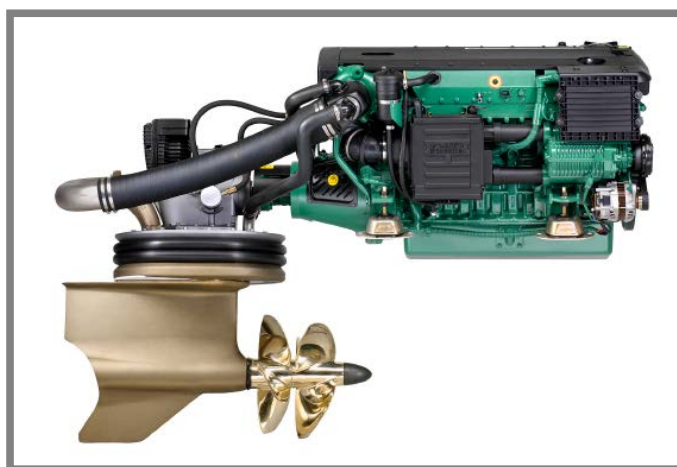
Pro pohon motorových jachet se v drtivé většině používají spalovací dieselové motory. Především proto, že mají dostatečný výkon pro překonání odporu, který klade voda a přechod do skluzu. V jachtách o velikosti mé cílové kategorie se většinou používá dvojice nebo trojice motorů. Každý o výkonu od 300 až do 1000 kW. To jsou motory s neskutečnou silou a také neskutečnou spotřebou.

Umístění motorů v trupu lodi je dáno hřídelí pohánějící lodní šroub. Nejjednodušším řešením je dlouhá rovná hřídel, která však vyžaduje umístění motorů přibližně uprostřed lodi. To sebou nese limitující požadavky na interiérové řešení. Na obrázku níže je vidět umístění motoru v motorovém člunu, které se od větších jachet příliš neliší.



Obr. 11: Příklad umístění motoru s rovnou hřídelí (<http://www.hagadonemarine.com>)

Účelem mé jachty však nebude dosahovat vysokých rychlostí, bude designována spíše pro klidnou plavbu. V takovém případě je možné využít i elektromotorů, jejichž hlavní výhodou jsou mnohem menší rozměry, tudíž více prostoru pro interiér. Ovšem pro přísun energie který vyžadují je nutné zapojit diesel generátor. Spotřeba paliva je sice nižší, ale konstrukční řešení je náročnější a ne úplně výhodnější.



Obr. 12: Volvo IPS (<http://www.volvopenta.com/volvopenta>)

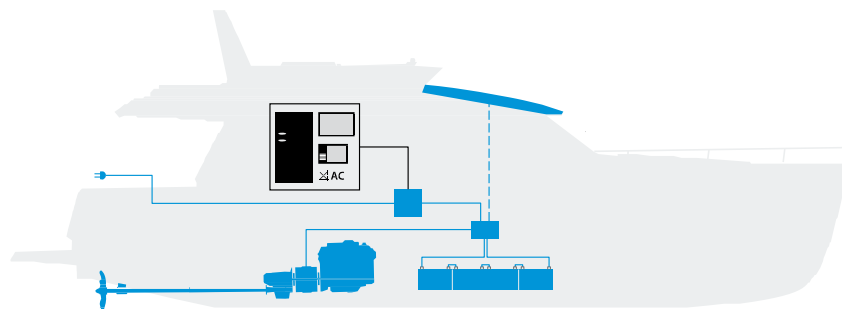
Relativní novinkou na trhu jsou motory Volvo Penta IPS (obr. 12) s výkony od 300 do 900 koňských sil. Hlavní výhodou těchto motorů je zakomponování revolučního systému manévrování. Volvo zde má patentovaný systém lodního šroubu, který není klasicky napojen na dlouhou hřídel vyvedenou rovněž z motoru. Místo toho má tento motor jen krátkou lomenou hřídel, z které se síla přenáší, pomocí ozubeného převodu, na lodní šroub přímo pod motorem. Lodní šroub je navíc dvojitý, osazený na duté hřídeli, točící se proti sobě. Navíc je celý lodní šroub i s kormidlem otočný o 360°, což umožňuje revoluční systém manévrování.



Obr. 13: Ilustrace manévrovatelnosti (<http://www.volvopenta.com/volvopenta>)

Na lodi je nutné si generovat vlastní elektrickou energii, pro zajištění funkce spotřebičů na palubě. Není úplně ideální zapínat kvůli tomu hlavní motor, který má jednak velkou spotřebu a navíc je dost hlučný. Proto se do lodi ještě umísťuje malý dieselový generátor. O výkonu přibližně 5 kW, což je dostatečný výkon pro pokrytí spotřeby všech elektronických zařízení na palubě, které dohromady pojmou přibližně 3 kW elektrické energie. Spotřeba tohoto generátoru se pohybuje mezi 1 až 2 litry nafty na hodinu, palivo je čerpáno ze stejných nádrží jako pro hlavní motory. Přebytečnou elektřinu z tohoto generátoru je vhodné skladovat v bateriích, pro pozdější použití.

Pokud již jsou využity bateriové články, stačí jen málo ke koncepci hybridního pohonu. Ten vychází z předpokladu, že k dieselovým motorům je navíc zapojen motor elektrický, který čerpá právě přebytečnou energii z baterií. V takovém případě je však nutná větší kapacita baterií, nebo větší přísun energie. Toho se dá docílit silnějším generátorem, nebo například použitím fotovoltaických panelů. Možností kombinace dieselového a elektrického motoru je více, ovšem výkon elektromotoru bude poměrně malý, jelikož je náročné poskytnout mu dostatečný přísun energie pro vyvinutí stejné rychlosti jako hlavní motor. Každopádně je vhodné použít elektromotor například pro parkování v přístavu, nebo rozjezd jachty, kdy pomalá jízda na hlavní motor je méně efektivní.



Obr. 14: Schematické zapojení hybridního motoru

Důležité je také upevnění motoru v trupu. Například v autech nemají vibrace motoru takový vliv, jelikož se ztrácejí v tlumičích kol. V lodích je však zapotřebí odizolování motoru od trupu pomocí sílembloků. Jinak dochází k přenosu vibrací do celé lodi a to má za následek nežádoucí plavební vlastnosti a velkou hlučnost. Také se používá zvuková izolace do stěn oddělujících motor od interiérových prostor.

2.5

2.5 Fotovoltaické panely

Alternativní zdroje energie se v moderním lodním stavitelství začaly používat teprve nedávno. Vzhledem k tomu že motorové jachty se používají především v oblastech s velkým počtem slunečných dní, je vhodné vyčlenit plochu pro zakomponování Fotovoltaických panelů. Ty mohou poskytovat užitečné množství energie, využitelné pro potřeby spojené s provozem. Dnes jsou vyrobitelné fotovoltaické panely o účinnosti až 47%. [7] Je to menší sci-fi, jelikož tyto panely se zatím používají pouze na satelitních družicích na naší oběžné dráze. Jejich cena je nesmírná, uvádím je zde především pro představu o možné účinnosti. Pokud nebude možné zabíhat do menších experimentálních řešení, bude nutno použít solární články současně dostupné na trhu, které mají účinnost přibližně 20%.

Při kotvení v přístavu se na lodi bez fotovoltaických panelů musela posádka buď připojit na místní přípojku elektřiny, nebo zapnout vlastní diesellový agregát. Jinak na palubě není možné získat elektrickou energii. Tudiž nefungují žádná elektrická zařízení, a to je na lodi, kromě plynového sporáku, vše. Proto je vhodné, především na lodích, které se pohybují velmi často na přímém slunci a ještě lépe v oblastech rovníku, použít fotovoltaické panely, které zajistí přísun elektrické energie. Současné fotovoltaické články již nejsou pouze neskladné tabule, jsou dostupné fotovoltaické folie, pro nerovné povrchy a jiné účely. Fotovoltaický efekt se však dá implementovat například i do skla kabiny, nebo dokonce do povrchového nátěru lodě. [6]

Další možností je zakomponovat do konstrukce lodě, přídavné panely, které se mohou rozložit nebo vysunout a maximalizovat tak přísun elektřiny. Toto řešení však zamítá možnost střešního flydecku, který bývá často oblíbeným místem pro rekreaci. Energie z fotovoltaických panelů bez problémů pokryje spotřebu energie elektrických zařízení a v případě přebytku energie je možné ji použít i jako podporu pohonu a tím šetřit palivo. Výrobce lodí Greenline, který se zatím jako jediný snaží o využití solární energie, uvádí snížení spotřeby až o 40%. [13] Hlavním využitím však nebude jízda čistě na elektrický pohon. Elektrické motory nebudou mít dostatečný

výkon na smysluplný pohon jachty. Ovšem na výjezd z přístavu nebo naopak zaparkování je to ideální systém, jelikož je tichý, ekologický a hlavně z energie, která se zdarma načerpá ze slunce.



Obr. 15: Lod' s FV panely (<http://www.solaripedia.com/13>)

Základním výpočtem lze zjistit orientační výkon panelů. Energie slunečního záření po průchodu atmosférou, za předpokladu ideálních podmínek s přímým dopadem slunečních paprsků, se udává přibližně 1000 W/m^2 . Tyto podmínky se přirovnávají k poledni v letním Bavorsku. [14] V rovníkových podmínkách však potenciál sluneční energie začíná tam, kde v Čechách končí. Hodnotu 1000 W/m^2 lze dosáhnout i za méně příznivých světelných podmínek. Pokud tedy vycházíme z této orientační hodnoty, jednoduchým výpočtem zjistíme, že výkon fotovoltaického panelu s účinností 20% bude přibližně 200 Wp/m^2 . Je však nutné také zohlednit určité ztráty při zpracování této energie.

2.6 Baterie

2.6

V případě využití solárních panelů je nutné pro maximální využití energie použít bateriové články. Elektřina z baterií může být využita na elektrické spotřebiče na palubě, komunikační prostředky atd. Čím větší kapacita baterií, tím lépe, zde je limitem pouze rozměr a váha. Tím se také liší jednotlivé typy baterií. Dlouho používané olověné baterie jsou dnes již zastaralé. Nové například lithium iontové



Obr. 16: Mastervolt MLI Ultra 12/5000 (www.mastervolt.cz)

baterie je překonávají jak v počtu nabíjecích cyklů, tak ve váze. V případě potřeby přísunu většího proudu než je baterie schopná poskytnout, je možné je zapojit do skupin a to jak paralelně tak sériově, ovšem v závislosti na jednotlivých typech baterií. [15]

V současné době jsou dostupné Lithiové baterie, o kapacitě až 360 Ah, napětí 12 V a váze 58 kg. Lze je zapojit jak paralelně tak sériově. Jejich výrobce uvádí, že nabíjecí čas je možné zkrátit až na jednu hodinu.

Již v dnešní době jsou však studie nové generace lithiových baterií na bázi silikonových nanotrubic. Tyto baterie by měly být schopné pojmout až 4 Ah/g, což je téměř zázračná hodnota. Podle orientačních výpočtů by baterie tohoto typu o váze 5 kg měla být schopná pohánět dva 30 kW motory, po dobu 8 hodin. [7]

Baterie by měly být uloženy co nejnižší v trupu, přibližně uprostřed, vzhledem k jejich váze je to ideální místo kvůli vyvážení motorů a celkové stabilitě lodi. K bateriím také musí být dobrý přístup pro případnou výměnu a obsluhu.

2.7

2.7 Elektronická a ostatní zařízení

V první řadě jsou zde systémy nutné pro provoz lodě. Samozřejmostí v dnešní době je polohový systém GPS. Který pomáhá s navigací a není tedy nutné s sebou mít mapy sedmi moří. Také radiokomunikační zařízení je nutností. Jednak pro komunikaci mezi loděmi, ale hlavně pro případ nouze, kdy je zapotřebí přivolat pomoc a ohlásit polohu. Toto jsou dvě hlavní technologie, bez kterých se jachta neobejde. Antény pro radiokomunikaci i příjem satelitního systému jsou umístěné na střeše jachty. Jejich designové řešení je často velmi neutěšené.



Obr. 17: Antény a radary na střeše jachty (www.panbo.com)

Jelikož cílem mé diplomové práce je obytná jachta je nutné zmínit zařízení spojené s pobytem na palubě. Jedná se především o elektrické kuchyňské spotřebiče. Nutností je lednička, plynový vařič a zařízení pro ohřev vody. Vzhledem k finální ceně takové motorové jachty je však kladen důraz na jistý komfort a tudíž se do

jachty přidává mnoho technologií pro zpříjemnění pobytu na moři. Předpokládanou klasickou výbavou lodi je také televize, klimatizace, pračka, mikrovlnná trouba a další zařízení, které jsou běžné v každé domácnosti. Sečtením průměrných výkonů spotřebičů zjistíme, že jejich celková spotřeba při zapojení všech zařízení naráz, by neměla překročit 3kW elektrické energie.

Důležitým aspektem je také zdroj pitné vody. Ten si každá loď musí vozit vlastní. V podpalubí je ukryta nádrž na čistou vodu o objemu závislém na době plavby nebo potřebách zákazníka. Objem této nádrže u jachet podobné kategorie je většinou kolem 1000 litrů. Nádrž je umístěná v podpalubí blízko dna lodi, jelikož tuna vody má již značný vliv na stabilitu lodi a proto je vhodné ji umístit co nejnižše vzhledem k těžišti. Nádrž na vodu se rozděluje na dvě, po směru jízdy rozdělené nádrže. Je to z důvodu přelévání vody ze strany na stranu při plavbě po vlnách. Může to mít negativní vliv na stabilitu lodi. Tato voda se používá na veškeré potřeby cestujících od sprchování, přes mytí nádobí až po splachování. Tím narážíme na další potřebnou nádrž a to na odpadní vody. Kapacita této nádrže by měla být stejná jako kapacita nádrže na čistou vodu z logických důvodů. Obě tyto nádrže, i nádrž na palivo by měly být dobře přístupné, jelikož je nutné je jednou za čas vymýt. Přístup k nádržím je řešen poklopy v podlaze podpalubí.

Nemohu také opomenout kotevní systém. Ten se umísťuje ve špičce příďe, kde je trup natolik úzký, že ho nelze využít interiérem. Kotva se dává na příď také proto, že při kotvení se loď stáčí podle větru. Nachází se zde jednoduché navíjecí zařízení, které je většinou elektronicky ovládané, takže kotva vyžaduje minimální obsluhu. Používá se více druhů kotev, pro účely mého designu bude stačit základní typ, který můžete vidět na obrázku níže.



Obr. 18: Kotva (zziiggee.wordpress.com)

3 DESIGNERSKÁ ANALÝZA

Do této analýzy jsem vybral pouze jachty kategoricky shodné s cílem mé diplomové práce. Tedy motorové jachty o velikosti do 20 metrů, schopné ubytovat 4 – 6 osob, po dobu až jednoho týdne. Lodě této velikosti bývají vybavené veškerým potřebným zařízením k obytné činnosti. I přes stísněnější podmínky na lodi se zde nachází tři kajuty po dvou lůžkách, z nichž jedna většinou ta umístěná v přídi je luxusnější a prostornější. Samozřejmostí je malá kuchyňka, vnitřní i venkovní společenský prostor. Na otevřené palubě může být odpočinkový prostor jak na přídi, tak na zádi, u lodí s horní palubou, neboli Sundeckem, je navíc další odpočinkový prostor a řízení na střeše jachty.

Základní rozmístění obytných prostor na jachtě je ve většině případů velmi podobné. Na hlavní palubě jsou umístěné společenské prostory, kuchyňka a řídicí prostor. Kuchyň se v některých případech umísťuje v podpalubí, což sebou ale nese nevýhody v odvětrání. Dále se zde nachází hlavní společenský prostor pro sezení se stolem. Místo pro řidiče bývá umístěno vpředu o něco výše než zbytek paluby nad schody do podpalubí. Je důležité, aby z tohoto prostoru mohl řidič dobře vidět ven.

Všechny tyto prostory a zařízení by měly správně odpovídat ergonomickým pravidlům. Na lodích se v některých případech tyto ergonomické předpoklady opomíjejí. Například výška stropů je často nižší, než by bylo vhodné a pro vzrostlejší osobu může být pohodlný pohyb po lodi problematický. Speciálním případem bývá schodiště, do podpalubí i na případnou horní palubu, kde se musí převýšení jednoho patra vtěsnat na co nejmenší prostor, který pak může být využitý na rozšíření přiléhajících kabin.

Jelikož jachta není pouze obytným objektem, ale především dopravním prostředkem, je nutné neopomenout bezpečnostní prvky spojené s plavbou. Při kotvení i při plavbě se jachta může nepříjemně naklánět a při neopatrném pohybu po lodi spojeném s nevhodnými bezpečnostními prvky může někdo spadnout přes palubu. S tím je spojené například zábradlí kolem hrany paluby, nebo dostatečný prostor na průchod na přední palubu. Samozřejmě tak jako na všech lodích, je od posádky očekáváno dodržení určitých bezpečnostních opatření.

Charakter jachty také vychází z jisté kategorizace. Existují jachty sportovní, pro rychlou plavbu, ale také jachty, které jsou pojaté především jako obytné lodě. To se také odrazí v celkovém designu.

3.1

3.1 Analýza designu současných produktů

Jak už jsem uváděl výše, kategorií a typů motorových jachet je velké množství. Dnešní trh s motorovými jachtami se velmi rychle vyvíjí. Na trh přichází stále nové modely lodí. Zákazník si může vybrat mezi luxusními jachtami s velkým výkonem, umožňující překvapující rychlost plavby. Nebo menšími a levnějšími jachtami, které například mají menší spotřebu i výkon a tím pádem i jinou dojezdovou vzdálenost. Každý z těchto aspektů má vliv na konečný design jachty.

3.1.1 Aguti 20m

Jak už název jachty napovídá, jedná se o 20 metrovou, dieselovými motory poháněnou, cestovní loď. Jejími autory jsou bratři Michael a Andreas Grieger. Jako hlavní materiál pro stavbu byl použit mahagon, cedr, epoxydová pryskyřice a uhlíkové vlákno. Na tomto designu mi přijde velmi vhodná kombinace materiálů. Jak vidíte na obr. 19, působící klasicky, až nadčasově i přes to, že se jedná o moderní jachtu.



Obr. 19: Aguti 20m (agutiyachts.com)

Konstrukční aspekty této jachty odpovídají rychlým člunům. Je poháněná dvěma 800 kW motory. Tudíž to není pouze přetvářka. Tomu odpovídají i proporce trupu, které spadají do kategorie Deep-V. Hlavním operačním režimem této jachty je tedy klouzavý mód.

Nejzajímavějším aspektem této lodi je, že je postavena na koncepci starých dřevěných člunů. Vnitřní konstrukce i opláštění, vše je ruční výroba dle starých tradic lodního stavitelství. Moderní technologie zde hrají roli především v hydrodynamickém tvarování trupu, povrchové úpravě dřeva a pak samozřejmě v celém interiéru.

Vzhledem k tomu, že je tato jachta designována především pro rychlou plavbu, postrádá některé kvality, které nabízejí jiné jachty orientované především na pobyt na palubě. Dlouhá příď poskytuje velký prostor například pro opalování a polehávání. Ovšem přístup na ní je lehce komplikovaný, jelikož pasažér musí přelézt po úzkém okraji kolem hlavní kabiny. Zde hrozí uklouznutí a pád do vody. Přední paluba je tedy využitelná ovšem jen z části a to pouze za kotvení. Za jízdy bude zřejmě dosti náročné, ne-li nebezpečné, se tam dostat. Menší nevýhodou dle mého názoru je chybějící přístřešek nad zadním venkovním prostorem. Zde mohl být zakonstruován stavitelný přístřešek nebo zasouvací panel, bránící před nepříznivými vlivy počasí.

Použití tmavého mahagonu a cedrového dřeva na přídi působí tradičně, evokuje jistou spojitost s klasickým lodním stavitelstvím. Příď lodi je protažena dopředu, s kotvou umístěnou na špičce. Tento tvar trupu především protahuje celkovou

horizontální proporci lodě a poskytuje více místa na přední palubě. Celkové tvarování působí dojmem, že se jedná o větší motorový člun, než dvacetimetrovou jachtu.

3.1.2

3.1.2 Greenline 48

Tento model byl představen na začátku roku 2014. Design této lodě navrhl studio J&J design. Je to jachta dlouhá 15 metrů, tedy spodní hranice cíle mé diplomové práce.



Obr. 20: Greenline 48 (<http://greenlinehybrid.com/>)

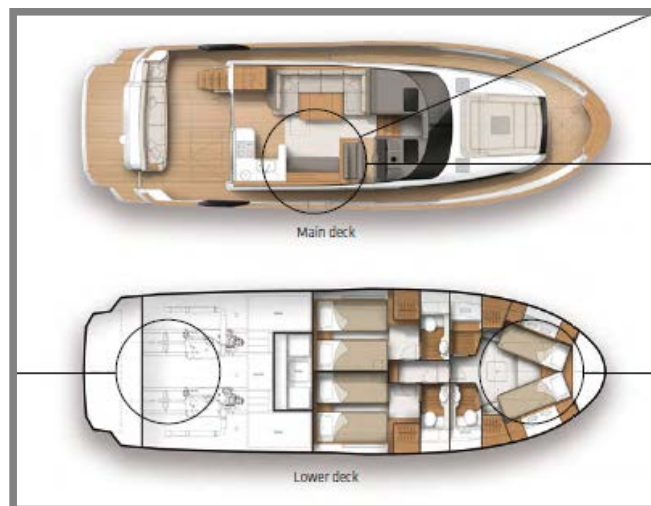
Tato jachta pluje ve výtlačném i klouzavém režimu plavby a dosahuje rychlosti maximálně 23 uzlů. Jachta může být osazena motory o výkonech 100 kW až 380 kW. Dle přání zákazníka. Hlavní výhodou této jachty je systém hybridního pohonu. Je zde zakomponován elektromotor, který umožňuje jet čistě na elektrický pohon bez spotřeby paliva. Energii čerpá z baterií, které dobíjejí fotovoltaické panely. Čistě na elektrický pohon však tato jachta dokáže vyvinout rychlost pouze 6 uzlů, tedy něco málo přes 10 km/h. Kapacita baterií postačí na 2 hodiny plavby, dojezd na elektrický pohon je tedy přibližně 20 km.

Konstrukce trupu je zde polovýtlačná. Při nízkých rychlostech je tedy lépe ovladatelná, a po překonání určité rychlosti snadno přejde do skluzu. Konstrukci tohoto trupu odpovídá i téměř kolmá proporce přídě vůči hladině, vzhledem k relativně malé rychlosti není potřeba tolik hydrodynamické tvarování. Toto řešení poskytuje více místa v podpalubí, tedy především pro hlavní kabinu umístěnou v přídí trupu, na úkor místa na palubě, které mohlo být mnohem prostornější, pokud by byl trup více protažen.

Z obytného hlediska je loď koncipována více než dobře. Výška stropů v podpalubí je pohodlná i pro osoby vysoké 190 cm. Celkem je zde možné ubytovat 6 osob. Výhodou je také konstrukce sundecku, poskytující vítaný prostor pro relaxaci na „terase“ lodi. Je odtud také dobrý výhled, který poskytuje řidiči lepší odhad při manévrování v přístavu.

Celkový vzhled lodi je tvarován použitím rovných a lomených linií. Tato kombinace dodává komplexní vzhled, který ve své finální podobě není špatný, ale postrádá

dynamiku. Jak vidíte na obrázku výše, autoři se snažili dohnat dynamický dojem, například kovovou lištou protínající okno do podpalubí. I přes jisté nedostatky má tato jachta především dobré kompoziční řešení s otevřeným můstkem na střeše kabiny, který je také protažen nad otevřený prostor na zádi. Každopádně vzhledem k malé velikosti jachty je prostor v podpalubí velmi stísněný. Jak můžete vidět na obrázku níže, polovinu trupu zabírá technický prostor s motory.



Obr. 21: Greenline 48 interiér (<http://greenlinehybrid.com/>)

3.1.3 Viking 60c

3.1.3



Obr. 22: Viking 60 c (<http://www.vikingyachts.com/>)

Viking 60 convertible je hlavně loď určená pro rybářské účely. Dlouhá 18,5 metru, s tvarem trupu přizpůsobeným pro klouzavý režim plavby. Schopná ubytovat až 6 členů posádky. Tato jachta je zpracována velmi elegantně. Ladný minimalistický design je dynamický a ostrý. Kabina je posunuta blíže k zádi lodi a výhled z ní poskytuje jedno velké čelní přední sklo. Právě toto přední sklo je hlavním designovým prvkem určující celkový charakter lodi a vhodně doplňuje čisté linie

trupu. Důležitým prvkem doplňující koncepci křivek celého trupu je fakt, že zadní paluba je položena poměrně nízko nad hladinu vody. Zde je to dáno právě rybářským účelem lodi, kdy může být obtížné vytáhnout větší úlovky na vysokou palubu. Věcí dle mého názoru nedotaženou a nekorespondující s celkovým designem lodi je vrchní nástavba sundecku, která dělá dojem dodatečné nástavby. Tato vlastně třípatrová konstrukce, podle mého názoru více připomíná maják, než prostor na palubě, který by měl pasažér rád obývat. Dle mého názoru největším přínosem designu této jachty je fakt, že dává jednoznačně najevo, že krásných tvarů a ladných linií lze docílit i bez zbytečných estetických prvků, přerušovaných a ostrých linií.



Obr. 23: Viking 60c interiér (<http://www.vikingyachts.com/>)

Na obr. č. 23 můžeme vidět vnitřní uspořádání jachty. Šesté lůžko je schované pod shody na hlavní palubu. Všeobecně interiér na jachtách je stísněný. Zajímavým prvkem tohoto interiéru je umístění palandy v kabině na přídi. Zde se většinou nachází VIP kajuta s manželskou postelí. Zde však zřejmě kvůli proporcím trupu nebyl dostatek místa, a proto byl interiér modifikován. Přesto se zde nachází dvě oddělené koupelny, obě se záchodem, umyvadlem, a sprchou. Velkým nedostatkem ovšem je absence jakýchkoliv oken, takže v kajutách je nutné neustálé osvětlení.

3.1.4

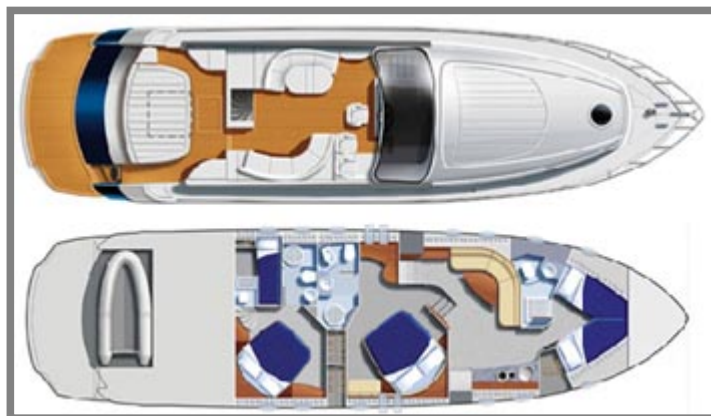
3.1.4 Pershing 72

Pershing je italským výrobcem exklusivních motorových jachet s výjimečně dobrým designem. Pershing 72 je jachta se silným motorem umožňujícím klouzavý režim plavby o rychlosti až 45 uzlů.

Má dobré proporční řešení s kabinou umístěnou přibližně uprostřed trupu. Tím se uvolňuje místo pro odpočinkový prostor na přídi a zároveň je ponechán dostatek prostoru na zádi. Ten je využitý pro nadstandartní napůl venkovní prostor, který bývá většinou uzavřený uvnitř kabiny. Zkosení příďe tohoto trupu do V, je ještě více protaženo kovovým zábradlím. Na obr. 24 lze vidět, že design lodi utvářejí linie oken kabiny, které by měly připomínat motiv vlny a evokují rychlost a dynamiku. Jachta postrádá otevřený můstek, ten nahrazuje pouze elektronicky ovládané zasouvací okno do hlavní kabiny. Největší centrální okno do podpalubí je typickým znakem všech lodí značky Pershing. Kompletní vzhled této jachty je velmi dobrý. Odvíjí se také samozřejmě od ceny, kterou si mohou dovolit zaplatit pouze zámožnější zákazníci.



Obr. 24: Pershing 62 (<http://www.pershing-yacht.com/>)



Obr. 25: Pershing 62 interier (<http://www.pershing-yacht.com/>)

Na obrázku interiéru si povšimneme především prostoru v podpalubí, který je zabrán motorem. Nad úrovní motoru je uložen záchranný člun. I přes to, že technické zázemí lodi s motory zabere téměř třetinu z celého podpalubí, je zde možné trvale ubytovat 7 osob. Kde sedmá osoba bývá většinou najatý člověk starající se o obsluhu a řízení jachty. Neobvyklým řešením, které je na lodích těchto velikostí spíše výjimkou, je, že zadní kajuty mají svůj vlastní vchod do podpalubí a nejsou propojeny s ostatními kajutami. Také je zde opět dobře vidět, kolik prostoru je obětováno na přídi kvůli tvarování trupu do špice. Tento hydrodynamický tvar je zdaněn v interiéru.

3.1.5

3.1.5 Monte Carlo 5

Monte Carlo 5 je 15 metrů dlouhá jachta z francouzské loděnice Bénéteau. Byla představena v roce 2013 a má působivý design. I přes to, že je jachta na hranici mé cílové skupiny, dokáže ubytovat až 6 osob. Loď je dimenzována na maximální rychlost kolem 30 uzlů.



Obr. 26: Monte Carlo 5 (<http://montecarlo.montecarloyachts.it/>)

To znamená, že je schopná plout v klouzavém režimu plavby a od toho se také odvíjí přední část polovýtlačného trupu. Ta nemá protáhlou špičku, jak tomu bývá u takto rychlých lodí, ale dohání to hydrodynamicky tvarovaným prolisem. Výhodou tohoto trupu je, kromě technických vlastností, prostor v podpalubí využitelný téměř až po samotnou špičku lodi. Horní paluba na přídi se omezuje na dvě místa na ležení, mezi nimiž je střešní okno do kajuty.

Dominantou této jachty je prostorný flybridge na střeše hlavní kabiny, který je možná prostorný až moc. Celá kabina působí objemně v porovnání s celkovou proporcí lodě. Zajímavým prvkem je kulaté boční okno do podpalubí s větracím otvorem. Nabízí se otázka, zda bylo plánováno mít dvě okna v jednom.

V dnešní době je také poměrně oblíbené barevné členění trupu, které je možné vidět na obrázku výše. Důležitá je ovšem barva pruhu samotná.

Celkově však Monte Carlo přechází nad konkurencí především celkovou výměrou obytného prostoru. V podpalubí se nachází 6 lůžek, z toho dvě dvoulůžka, klasické sociální zařízení, dva záchody a jedna sprcha. Hlavní paluba nabídne společenské prostory a poměrně prostornou kuchyni. Na celkovou velikost lodi je neobvyklý takto prostorný flybridge, poskytuje téměř ten samý prostor co hlavní paluba. Možná ještě větší, jelikož je protažený až nad zadní palubu a vhodně tak tvoří zábranu proti nepříznivým vlivům počasí.



Obr. 27: Monte Carlo 5 interior (<http://montecarlo.montecarloyachts.it/>)

3.1.6 Dominator D26 Ilumen

3.1.6

Rád bych ještě zmínil tuto jachtu, která mi byla inspirací především po designové stránce. Patří totiž do úplně jiné rozměrové kategorie, ovšem design lomených linií, kontrastujících s bílým trupem, je u takto velké jachty velmi originální přístup.



Obr. 28: Dominator D26 Ilumen (www.musclehorsepower.com)

3.1.7 Další analyzované modely



Obr. 30: Azimut 54
<http://www.azimutyachts.com/azimut54>



Obr. 29: MCY 86 (www.yachtsinternational.com/)



Obr. 31: Aicon 82 (<http://www.liveyachting.com/>)



Obr. 32: Alexander II



Obr. 34: Sea Ray 400 (<http://escapadesamana.com/>)



Obr. 33: Dominator 95
(<http://www.shipsandyachts.com/>)

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4

Své variantní návrhy jsem založil na třech různých systémech pohonu. Protože technické prvky určují maximální rychlost, dojezd, spotřebu a mají vliv i na interiérové řešení. Tím pádem mají zřejmě největší vliv na celkový design lodi. Dále jsem v případě použití FV panelů zohlednil jejich zakomponování na střechu jachty tak, aby designově korespondovala s celkovým designem.

4.1 Dieselová varianta

4.1

Jachty s dieselovými motory jsou dnes nejběžnějšími zástupci cílové kategorie. Je to proto, že dieselové motory mají dostatečný výkon pro pohon jachty, která může mít výtlak 20 - 25 tun. Nevýhodou těchto motorů je velká spotřeba paliva. Není výjimkou, že při plné rychlosti se spotřeba vyšplhá na 200 litrů za hodinu. To má vliv na dojezdovou vzdálenost. Jednoduchým řešením jsou větší nádrže na palivo, dosahující objemu i 4000 litrů. Takové nádrže však zabírají již značnou část v trupu lodi a je nutné s nimi počítat při kompozičním řešení interiéru.

Dieselový pohon je nejúčinnější ve vyšších rychlostech, když se loď dostane do skluzu a nemusí překonávat tak velký odpor vody. Z toho vyplývá, že lodě osazené dieselovými motory mají hlavní aspiraci na rychlé sportovní jachty. Alespoň v mé cílové kategorii. Od toho se odvíjí celkový design, který by měl být velmi dynamický až dravý, znázorňující rychlost, kterou může jachta vyvinout. Také je zde samozřejmostí planningový trup, s vhodnými vlastnostmi pro rychlou jízdu.

Celková koncepce tedy vychází z trupu s protaženou přídělí. To poskytuje velký prostor na přední palubě, který však bývá nevyužitý, jelikož při rychlé plavbě to není úplně vhodné místo pro odpočinek, především kvůli větru a stříkající vodě. Hlavní odpočinkový prostor na venkovní palubě tedy bývá na zádi a na střešním flydecku. Horní paluba zde má také větší využití, jelikož dieselové motory si zabírají poměrně velkou část podpalubí.

V mém návrhu jsem se snažil vyjít z výše uvedených limitujících parametrů, ale využil jsem například přední palubu, kde je umístěné ležení pro 2 osoby. Při rychlé plavbě, zřejmě bude nevyužitá, ale jachta stráví poměrně hodně času i při vyhlídkové plavbě a zde již přední paluba najde uplatnění.



Obr. 35: Sketch dieselové varianty

Nevýhodou této varianty jsou zvyšující se nároky na ekologii. Stejně, jako v automobilovém průmyslu, se poslední dobou začíná i u lodí více dbát na emise a škodlivost okolnímu prostředí. U lodních motorů je celkem běžnou praxí, že výfukové plyny se vypouštějí pod vodní hladinou, pro větší komfort posádky.

Z dalších variant také vyšlo najevo, že dieselový pohon už nemusí být nutně nejlevnější a nejvýhodnější. Při tak vysoké spotřebě není zas tak těžké snížit náklady na provoz pomocí zvolení jiného systému pohonu, nebo využitím fotovoltaických panelů způsobem který je zmiňován v technické analýze.

4.2

4.2 Elektrická varianta

Čistě elektrického pohonu se v dnešní době využívá pouze u plachetnic. Z analýzy obnovitelných zdrojů energie a nových typů baterií vyšlo najevo, že by teoreticky bylo možné sestavit systém pohonu, který by nepotřeboval spalovat enormní množství nafty a byl použitelný u motorové jachty.

Pro pohon elektrických motorů je zapotřebí velkého množství energie, které zatím není možné v dostatečné míře skladovat v bateriích. Základním předpokladem tedy jsou fotovoltaické panely. Při uvážení, že jachty cílové skupiny se pohybují především ve vodách blíže k rovníku, tudíž pod téměř přímým slunečním zářením a na vodě bez možnosti stínu, se využití solární energie přímo nabízí. Jak bylo uvedeno v technické analýze, solární články jsou v dnešní době již na velmi pokročilé úrovni. I přes to by však na pohon takové jachty bylo zapotřebí maximalizovat plochu fotovoltaických panelů. Při protažení střechy v přední i zadní části bylo dosaženo užité plochy kolem 50 m².

Ze zpracovaného technického návrhu však vyšlo najevo, že i tak bude množství poskytované energie poměrně malé, přesněji kolem 12 kW. To je dostatečné množství na pokrytí spotřeby elektrických spotřebičů na palubě a dobytí baterií. Ovšem na smysluplný pohon jachty je to málo. Právě z tohoto důvodu a také proto, že slunce nemusí svítit pořád, bude potřeba zapojit ještě přídatný dieselový agregát. Přesto bude pohonná jednotka mnohem menší než u dieselové varianty.



Obr. 36: Sketch elektrické varianty

Výkon elektromotorů bude muset být také menší, na vyvinutí smysluplné rychlosti by měly postačit dva 100 kW motory. Přesto by maximální rychlost pouze lehce překračovala 10 uzlů (18km/h). Proto bude trup jachty výtlačný, jelikož nebude schopna přejít do skluzu. Také celková délka jachty bude muset být menší. U této varianty jsem kalkuloval s celkovou délkou 15 metrů a výtlakem 15 tun. Horní paluba zde ustoupí výše zmiňovaným střešním fotovoltaickým panelům. Zde to však vynahradí prostor v podpalubí, který se ušetří elektrickými motory.

Vzhledem k malým rychlostem, kterých bude jachta dosahovat, není problém odpočívat na přední palubě, tak jako u rychlé dieselové varianty. Zároveň přední paluba trochu kompenzuje absenci flydecku. Vzhledem k menším proporcím lodě, zde jsem zvažoval interiérové řešení pouze pro 4 členy posádky.

Celkový design a linie tvaru trupu zde nejsou tak agresivní. Spíše jsem se zaměřil na elegantní křivky, korespondující s klidnou vodní hladinou a evokující ekologii a souznění s přírodou. Boční černá linie, skrývající okna do podpalubí má reflektovat tvar vlny, který vzniká na boku trupu při jízdě. Zároveň podpírá střechu s fotovoltaickými panely a také funguje jako částečná ochrana zadního venkovního prostoru. Tento prvek jsem použil i u dalších variant a finálního designu.

Z návrhu této varianty vyšlo najevo, že zvolený systém pohonu je sice realizovatelný, ale značně nevýhodný. Dojezdová vzdálenost je mnohem menší než u dalších variant a také cestovní rychlost je velmi malá, pouhých 10 uzlů (18 km/h). Tento design by byl výhodný pouze u lodí situovaných pro dlouhé kotvení a pouze krátké přejezdy. Tedy spíše hausbót, než motorová jachta.

4.3 Hybridní varianta

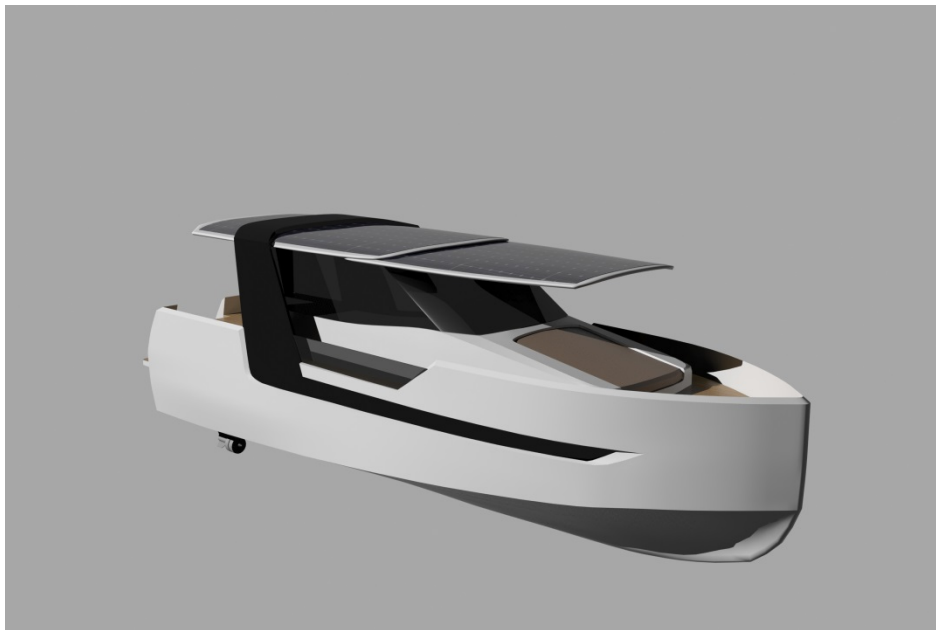
4.3

Dieselovou i elektrickou variantu jsem chtěl zkusit navrhnout především proto, abych se ujistil, že hybridní kombinace motoru je nejlepší. Kombinace výhod obou variant nemusí být za každých okolností výhodná.

V této variantě je použitý dostatečně silný motor na vyvinutí smysluplné cestovní rychlosti, ovšem slabší než u dieselové varianty, tudíž nemá tak velkou spotřebu. Konkrétně zde byl navrhovaný systém Volvo IPS 600. Slabší bratr motoru použitý u první varianty, který má spotřebu 55 l/h při cestovní rychlosti přibližně 25 uzlů (45 km/h). Přes ozubený převod jsou na lomené hřídele hlavních motorů zapojeny ještě přídavné elektromotory. Zde však pouze o výkonu 30 kW, tudíž není potřeba tak velké energie jako u elektrické varianty.

Zásobu elektrické energie budou doplňovat fotovoltaické panely na střeše jachty. U této varianty však budou zasunovací. Pro větší komfort na přední palubě, kde vysunuté panely stíní přední prostor pro ležení, nebo v případě plně nabitých baterií.

Tato varianta má nejúčinnější provoz. Její dojezdová vzdálenost se díky úspornému motoru v kombinaci s elektromotorem vyšplhala až na 500 nM (800 km). Při krátkých vyhlídkových přejezdech do rychlosti 10 uzlů (18 km/h) se však dieselové motory nemusejí vůbec spouštět. Stačí elektromotory využívající energii z baterií. V takovém případě se nespotřebovává palivo a dojezd jachty se prodlužuje. Největší výhodou elektromotorů je jejich tichý chod. Při manévrování po přístavu v časných ranních hodinách to ostatní obyvatelé doků ocení.



Obr. 37: Render hybridní varianty

Celkový design vychází z polovýtlačné konstrukce trupu, která byla zmiňována v technické analýze. Příď je zde kolmo k hladině, jelikož to uvolňuje více prostoru pro kajuty uvnitř. Opět jsem zde použil sloupky, které podepírají střechu. Jednak rozšiřují plochu střechy, takže zvětšují prostor pro fotovoltaické články a také, dle mého názoru, vhodně odstiňují přední a zadní venkovní prostor. Okna do kabiny jsou schovaná v bočním černém pruhu.

Zábradlí kolem lodi zde bylo, v místě, kde končí sloupek, nahrazeno kouřovým polykarbonátem. Tento designový prvek je plně funkční a zároveň koresponduje s linií oken pod ním. Také umožňuje řidiči lépe vidět z místa pro řízení. Na přídi bylo klasické trubkové zábradlí nahrazeno protažením trupu nad palubu. Stejně tak v zadní části. Návaznost designu dokončuje celistvé sklo kabiny se sloupky umístěnými uvnitř.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

5

Dostáváme se k finální variantě, jejíž design vychází z hybridní koncepce zmiňované výše. Ovšem celkový design byl značně předělán. Hlavně celková délka jachty je 60 stop (18 m). Což řadí tuto jachtu do kategorie prostornějších lodí, určených pro delší pobyt na moři. Konstrukce výsuvných fotovoltaických panelů je komplexněji zakomponována a jejich plocha maximalizována. Designové řešení vychází z tvaru vlny, kterou loď vytváří při pohybu a která prochází od příde až po zád' a postupně se uklidňuje.

Celkově je design tvořen zkosenými a ztracenými hranami. Tvoří to tak zajímavý reliéf a vhodně rozbíjí jinak monolitickou formu trupu. Ztracené hrany jsou zde celkem tři, první vychází z výseku, který tvoří otvor pro kotvu. Druhá a třetí protahují koncovou hranu předního a hlavního okna. Zkosené hrany zde mají uplatnění především pro budování objemu na fádni boční ploše lodi. Nejvýraznější efekt v tomto smyslu mají zkosené hrany u předního okna a u zadní plošiny.



5.1

5.1 Tvarové řešení trupu

Tvar trupu vychází z funkčního hlediska lodi, jelikož se nejedná o sportovní jachtu, spíše o výletní loď určenou pro komfortní plavbu. Proto je použita polovýtlačná konstrukce trupu. Příď je kolmá k hladině, především proto, že to poskytuje více prostoru v přední kajutě. Dynamičnosti jsem však docílil výsekem na úrovni paluby, který schovává otvor pro kotvu. Zároveň vhodně začíná vlnité tvarování, které dále pokračuje po boku lodi. Linie dvojitého „Z“ vycházející ze špičky lodi má na přídi funkci ochranného zábradlí. Místo běžně používané trubkové konstrukce jsem protáhl proporci trupu až nad úroveň paluby. Naopak v první třetině se tato linie stáčí dolů, až pod okraj paluby, kde tvoří spodní okraj oken z kajut v podpalubí. V přídi je ještě jedno okno směřující do přední kajuty, které protahuje rovinu pokračující přes celé hlavní okno. Tuto linii jsem zvýraznil dřevěnou lištou, která vhodně rozděluje poměrně složitou a dlouhou lomenou linii oken. Hlavní okno má v zadní části ještě

jednou sníženou hranu. Je to z toho důvodu, aby v zadní kajutě bylo dostatečně velké okno. Bez tohoto snížení by tam světlo prosvítalo pouze úzkou štěrbinou těsně pod stropem. Zmiňovaná lomená linie oken, znázorňující tvar vlny na boku lodi je zakončena sloupkem nakloněným dopředu a pokračujícím až ke střeše, kterou podepírá. Poslední výraznou linií na zádi lodi je zkosená plocha, vycházející ze zadní nástupní plošiny, která navazuje opět na zmiňovaný sloupek.

5.2

5.2 Tvarové řešení kabiny

Vzhledem k poměrně složitým liniím na boku lodi, je kabina designována velmi jednoduše. Nejvýraznějším prvkem je velké černé jednotné sklo obepínající kabinu. Sloupky by byly schované z vnitřní strany za kouřovým sklem, aby nerušily jednotnou plochu. V přední části kabiny je umístěno jednoduché ležení pro dvě osoby. V zadní části má kabina protažené zkosené stěny, které chrání zadní venkovní prostor. Chrání ho jednak před větrem a nepřízní počasí, ale také před nežádoucími pohledy lidí v doku, kde člověk na palubě často těžko hledá soukromí. Střecha kabiny je podepírána již zmiňovanými sloupky, které na ni volně navazují. Tyto sloupky mají kromě podpěrné funkce také chránit venkovní sezení. Střecha je tvarována do oblouku především proto, aby poskytovala lepší kontaktní úhel pro fotovoltaické články, pokud slunce nesvítí zrovna přímo shora.

6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

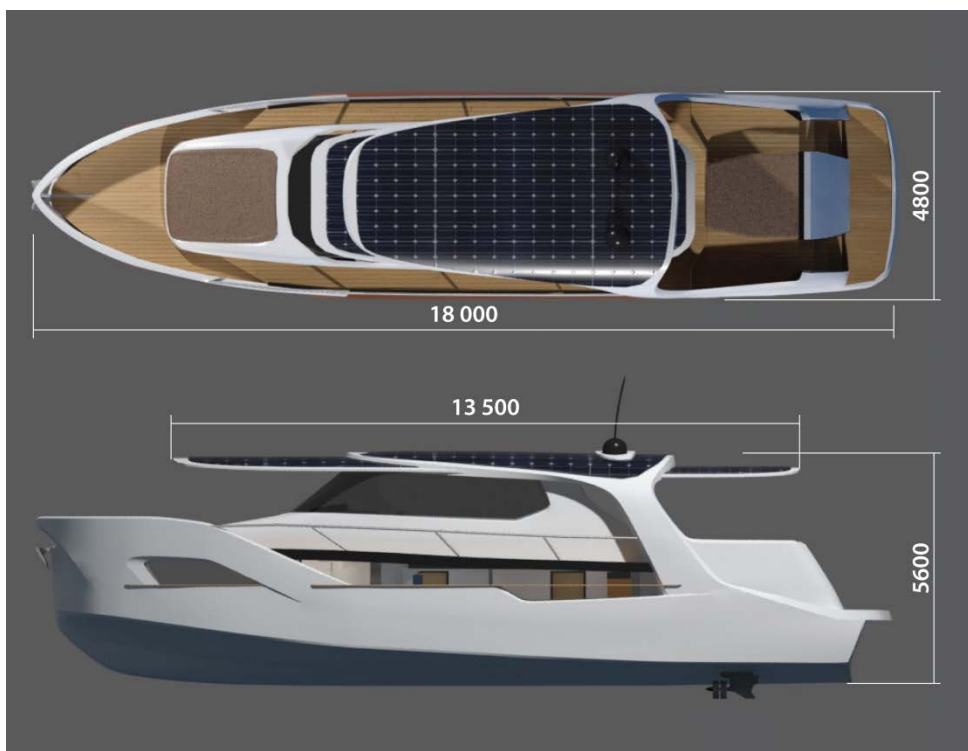
Cílem technického řešení je koncepce co nejúčinnějšího pohonu s minimální spotřebou a maximálním dojezdem. Hlavní pohonnou jednotkou by tedy měl být motor, který je úsporný bez nutnosti přehnaného výkonu. Šlo především o zkonstruování jachty, která bude šetrná k životnímu prostředí, nenákladná na provoz a s co nejdelším dojezdem. Proto jsem zvolil hybridní systém pohonu, který bude využívat solární energie. Který jak vyšlo najevo z provedených variantních návrhů je nejúspornější na provoz. Dalším důvodem proč designovat jachtu s hybridním pohonem jsou nároky na ekologii, které mohou ovlivnit v rozhodování o koupi případné zákazníky.

Po ergonomické stránce jsou lodě designérskou výzvou. Jelikož interiér a téměř všechno vybavení je na lodi podřízeno nějakým technickým aspektům, často dochází k opomíjení ergonomických pravidel, což vede k nepohodlnému, někdy až nebezpečnému pohybu po lodi.

6.1 Konstrukčně technologické řešení

6.1

Jak už bylo řečeno, jedná se o hybridní koncepci pohonu. Z toho vyplývá, že jde o kombinaci dieselového a elektrického motoru. S elektrickým motorem úzce souvisí baterie, ze kterých čerpá proud. Baterie se musí dobíjet a k tomu slouží fotovoltaické panely na střeše jachty. Celkově je tento systém navržen tak, aby dosáhl co nejekonomičtějšího provozu.



Obr. 38: Celkové rozměry

Celkové řešení je postaveno na polovýtlačné konstrukci. Tento tvar trupu je dle mého názoru nejvhodnější pro motorovou jachtu zvolené kategorie. Jelikož její hlavní prioritou nebude maximální výkon a rychlost, nýbrž pohodlná plavba. Do klouzavého režimu jachta přejde spíše jen v krátkých sprintech, jelikož je to do jisté míry nepohodlné pro cestující.

6.1.1

6.1.1 Motory

Hlavním parametrem, ze kterého jsem vycházel, je rychlost plavby, kterou bude jachta dosahovat. Jako hlavní motor jsem zvolil Volvo IPS 800. Jde o nejnovější generaci lodních motorů, které mají zřejmě největší účinnost na současném trhu. Vzhledem k velikosti jachty je potřeba použít dvě tyto pohonné jednotky, každou o výkonu 460 kW. To je dostatečný výkon pro vyvinutí maximální rychlosti kolem 30 uzlů (54 km/h). Spotřeba se při maximální zátěži vyšplhá na 120 l/h, ale touto rychlostí by měla jachta jezdit jen výjimečně. Běžná cestovní rychlost, která je pohodlná pro posádku, je kolem 20 uzlů (36 km/h). Pro tuto rychlost postačí motorům vyvinout výkon 350 kW. V tomto případě klesne spotřeba na 90 l/h. V motorech je také rovnou zabudován alternátor, který generuje 12V/115A energie. Největší výhodou těchto motorů je však to, že se prodávají s vlastním patentovaným převodem síly na lodní šroub přes lomenou hřídel. To umožňuje rotaci lodního šroubu o 360°, což významně zjednodušuje manévrovatelnost lodi. Tento systém je blíže popsán v technické analýze a jeho ovládání v ergonomii níže.

Jelikož se jedná o hybridní pohon. V mém finálním návrhu kombinuji dieselové motory s elektrickými. Na výše zmiňovanou lomenou hřídel se přes ozubený převod připojí elektromotor, který bude schopný spolupracovat s dieselovým motorem, ale i sám, nebo se úplně odpojit, aby ho hlavní motor nemusel otáčet. Zvolil jsem elektromotory značky TEMA, tedy motory výrobce specializovaného na lodní pohon. Konkrétně TEMA SPM 132-12, který má výkon 29 kW. Tyto motory se využijí především na popojíždění při kotvení, nebo naopak při vyjíždění z přístavu.

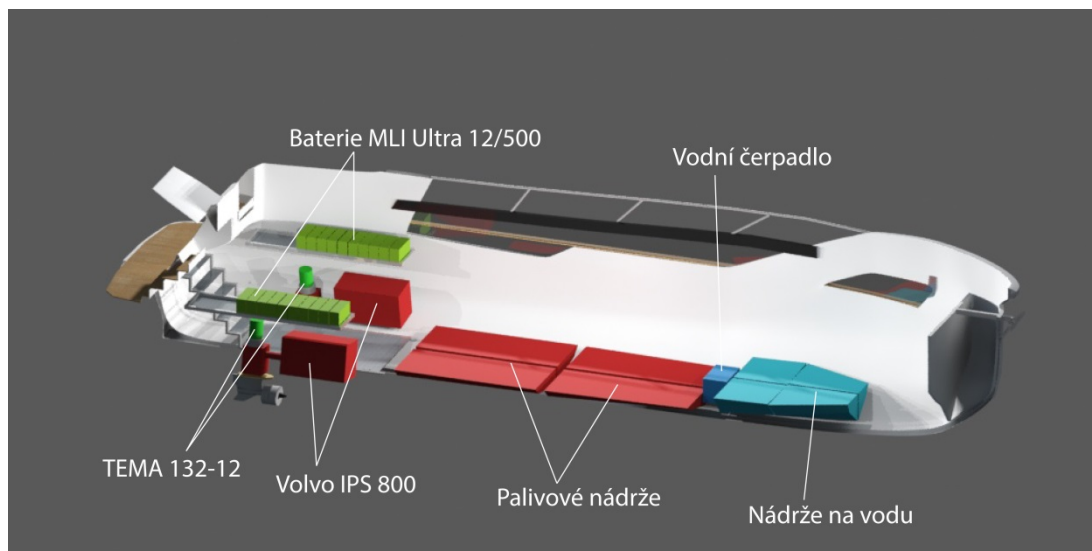
6.1.2

6.1.2 Fotovoltaické panely

Aby se co nejvíce omezila spotřeba paliva na generování elektřiny a zároveň bylo poskytnuté dostatečné množství energie pro elektromotory. Byly na střechu jachty zakomponovány fotovoltaické panely. Celkem pokrývají plochu 55 m². Jejich výkon však závisí na intenzitě slunečního záření a účinnosti samotných panelů.

Energie slunce se většinou udává 1000 W/m², což odpovídá asi tak polední v letním Bavorsku. [14] Vzhledem k tomu, že jachty se pohybují především v teplých mořích v blízkosti rovníku, není výjimkou, že tato hodnota může být i překročena. Jak bylo rozebráno v technické analýze, účinnost fotovoltaických panelů může dosahovat i více než 40 %. To jsou ovšem velmi nákladné technologie, často nepoužitelné v reálném prostředí. Pro mé účely jsem zvolil nejúčinnější panely na dnešním trhu od americké firmy SunPower. Ty mají účinnost kolem 20 %. [16]

Jednoduchým výpočtem tedy zjistíme, že panely jsou schopné vyprodukovat 200 Wp/m^2 . Při celkové ploše střechy to dělá 11 kWp . To je více než dostatečné množství pro pokrytí spotřeby elektroniky a zařízení na lodi. Elektrická energie bude dále skladována v bateriích.



Obr. 39: Technické uspořádání

6.1.3 Nádrže na palivo a baterie

6.1.3

Dojezd jachet zvolené kategorie se pohybuje od 500 do 1000 km. V závislosti na cestovní rychlosti, spotřebě motorů a velikosti nádrží na palivo. To je ale přepočítáno při velmi nízké cestovní rychlosti, například 7 uzlů, kterou se v reálném životě jachta pohybovat nebude. Aby byl dojezd při rychlosti 20 uzlů adekvátní, kdy motory spotřebují 90 l/h paliva, zvolil jsem obsah nádrží 3500 litrů. To vystačí na 700 km, což je více než obvyklé. Po přepočtu spotřeby na rychlost menší než 10 uzlů, jak uvádí ostatní výrobci, je maximální dojezdová vzdálenost kolem 2000 km.

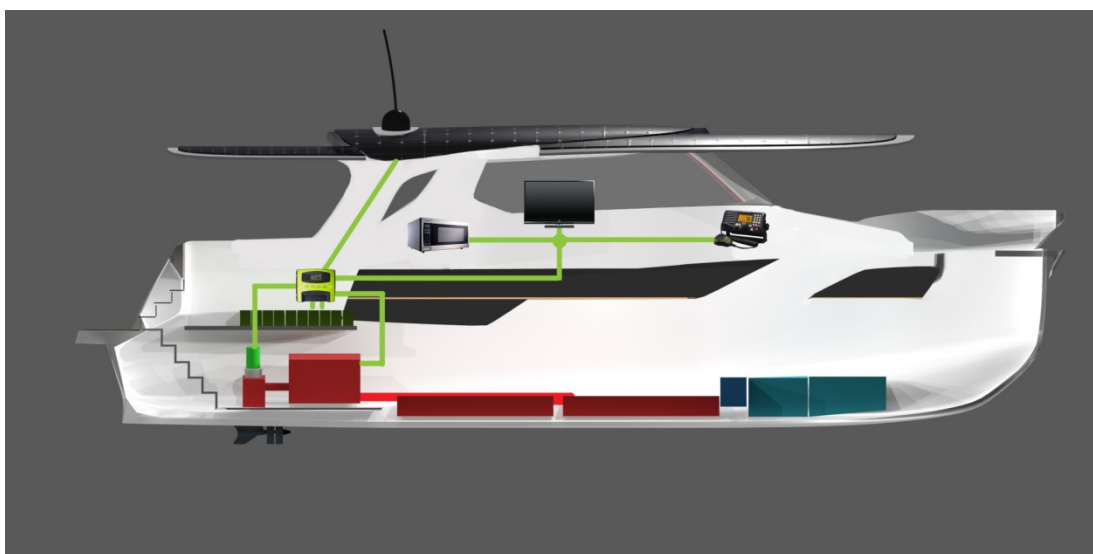
V tomto výpočtu však nejsou zahrnuty elektromotory, které samotné dokážou vyvinout rychlost kolem 10 uzlů. energii čerpají z celkem 20 Lithium Iontových baterií. Zvolil jsem články od společnosti MasterVolt MLI Ultra 12/5000. Jde o 360 Ah baterie s napětím 12 V. Tyto baterie jsou vyvinuty speciálně pro lodě, s ohledem na vysoký počet nabíjecích cyklů, odolnost proti přepětí a automatickým systémem pro vyrovnávání hladiny napětí mezi bateriemi. Je možné je zapojit jak sériově tak paralelně do skupin až o 10 kusech. [17] S použitím jednoduchého vzorce $P = U \cdot I$ můžeme spočítat, že při pohonu dvou 29 kW elektrických motorů, by vystačilo 20 x 360 Ah baterií na dobu přibližně 2 hodin plavby. To je více než dostatečná doba na zakotvení v přístavu nebo naopak odplutí dostatečně daleko, kde se může přepnout na hlavní pohon a přejít na cestovní rychlost. Dobíjecí čas zvolených baterií je možné zkrátit až na 1 hodinu. Přísun takové energie však nezajistí ani generátor a FV panely dohromady. Nabíjecí čas na plnou kapacitu se tedy bude pohybovat kolem 10 hodin.

6.1.4

6.1.4 Schéma zapojení

Energie z fotovoltaických panelů je ve formě stejnosměrného proudu, ten musí být převeden před dalším použitím na proud střídavý. Tento problém řeší měnič proudu a napětí, který je v okruhu zapojen před bateriemi. Jednak mění stejnosměrný proud na střídavý, ale také zajišťuje ideální nabíjecí proud pro baterie a udržuje je optimálně nabitě. V případě plně nabitých baterií se postará o jejich odpojení, aby nedocházelo ke snižování životnosti. Baterie mohou být také nabíjeny alternátorem zabudovaným v hlavním motoru.

Elektromotor čerpá energii teprve z baterií, ne přímo z fotovoltaických panelů. To zajišťuje stabilní proud. Měnič napětí se také stará o převod proudu z baterií na 220 V nebo 12 V podle potřeby. Tím jsou pak napájeny veškeré elektrické zařízení na lodi od mikrovlnné trouby po lokalizační systém.



Obr. 40: Systém zapojení

6.1.5

6.1.5 Ostatní zařízení

Na jachtách v cílové kategorii se nachází veškeré potřebné vybavení, tak jako v klasické domácnosti, od varné konvice, přes TV, až po automatickou pračku. Tato zařízení mají svoji spotřebu elektřiny, která dle mých propočtů nebude přesahovat 3 kW, a to při zapnutí veškerých zařízení naráz. Vzhledem k velké kapacitě baterií je možné použít například i elektrický sporák, který je na lodích vždy plynový.

Neopomenutelným prvkem je tekoucí voda na palubě. Paradoxně na moři může být o pitnou vodu největší nouze. Proto má každá loď své vlastní zásoby vody. Použil jsem nádrže o objemu 1000 litrů, což by mělo stačit na spotřebu 6 cestujících během týdenní plavby. S tím jsou samozřejmě spojeny i odpadní nádrže o stejné velikosti. Také zde musí být zakomponováno čerpadlo, které dopraví vodu kam je potřeba.

6.2

6.2 Ergonomické řešení

Na lodích často panuje poměrně stísněné prostředí. Vzhledem k daným technickým aspektům je často obtížné dodržet ergonomická pravidla. Jak však vyplývá

z designové analýzy, 6 pasažérů se dá ubytovat i na 15 metrové lodi. Má jachta má celkovou délku 18 metrů, což poskytuje podstatně více obytné plochy využitelné pro interiér. Tento prostor jsem využil především na zvětšení problémových míst, jako jsou třeba schody do podpalubí, nebo úzké průchody mezi zařízeními na lodi. Problémovým faktorem také často bývá výška stropů, která je dána ergonomickými tabulkami na 210 cm. [18]

6.2.1 Interiérové řešení

6.2.1

Poziční řešení interiéru se na lodích této velikosti drží určitého standardu. Obytný prostor na palubě je možné využít jak na přídi, tak na zádi. V kabině lodi se nacházejí společné prostory a místo pro řidiče. V podpalubí jsou jednotlivé kajuty a sociální zařízení.

I přesto, že některé jachty ponechávají prostor na přídi nevyužitý, v tomto návrhu je zde umístěno odpočinkové ležení. Vejdou se na něho dvě osoby a v případě potřeby je možné toto ležení zastínit výsuvnou střešou. Na boku lodě, kde se prochází kolem kabiny, jsem ponechal více místa, na úkor místa v kabině. Protože řešení 30 cm širokého ochozu, které bývá použité u některých jachet, je z ergonomického hlediska nevyhovující. Zároveň při průchodu na záď zde poskytuje jistou oporu sloupek podepírající střešou.

Díky kabině, která je umístěna přibližně uprostřed trupu, blíže k přídi než je obvyklé, vznikl na zádi větší prostor. Je zde umístěno opět odpočinkové ležení, větší než na přídi. A také venkovní sezení se stolem a celkem 6 místy, které je kryté přesahující střešou.



Obr. 41: První patro

Hlavními dveřmi se prochází do kabiny, kterou zabírá na jedné straně prostorná sedačka s jídelním stolem a kuchyňská linka na straně druhé. Před kuchyňskou linkou byl ponechán dostatečný prostor, aby procházející člověk mohl bez problémů

obejít kuchaře. Vpředu v kabině na vyvýšeném místě je sedadlo pro řidiče, dostatečně široké pro 2 osoby.

Točitým schodištěm se schází do podpalubí, kde chodba rozděluje jednotlivé kajuty. Výška všech jednotlivých schodů na palubě nepřesahuje ergonomickými pravidly danou výšku 18 cm a šířku menší než 27 cm uprostřed stupnice. [18] V přídi je největší kajuta, určená pro majitele jachty. Nachází se zde manželská postel, nejvíce úložných prostor a samostatná koupelna se záchodem i sprchou. Kajuta uprostřed trupu je nejmenší, poskytuje prostor pouze pro dvě samostatná lůžka s menším úložným prostorem. Je určená pro děti nebo pouze krátkodobé pasažéry. Koupelna pro tuto kajutu je umístěná přes chodbu, jednak z důvodu vyvážení lodi a jednak proto, že osoby přicházející na toaletu z horního patra nemusí chodit ještě přes další kajutu. V zadní části lodi je ještě jedna větší kajuta, opět s manželským lůžkem. Má samostatnou prostornou koupelnu, ale nevýhodou této kajuty je fakt, že na druhé straně stěny se nachází motor, který i přes odhlučnění je za jízdy slyšet. To samozřejmě neplatí při plavbě na elektrický pohon.



Obr. 42: Podpalubí

6.2.2

6.2.2 Ovládání a údržba

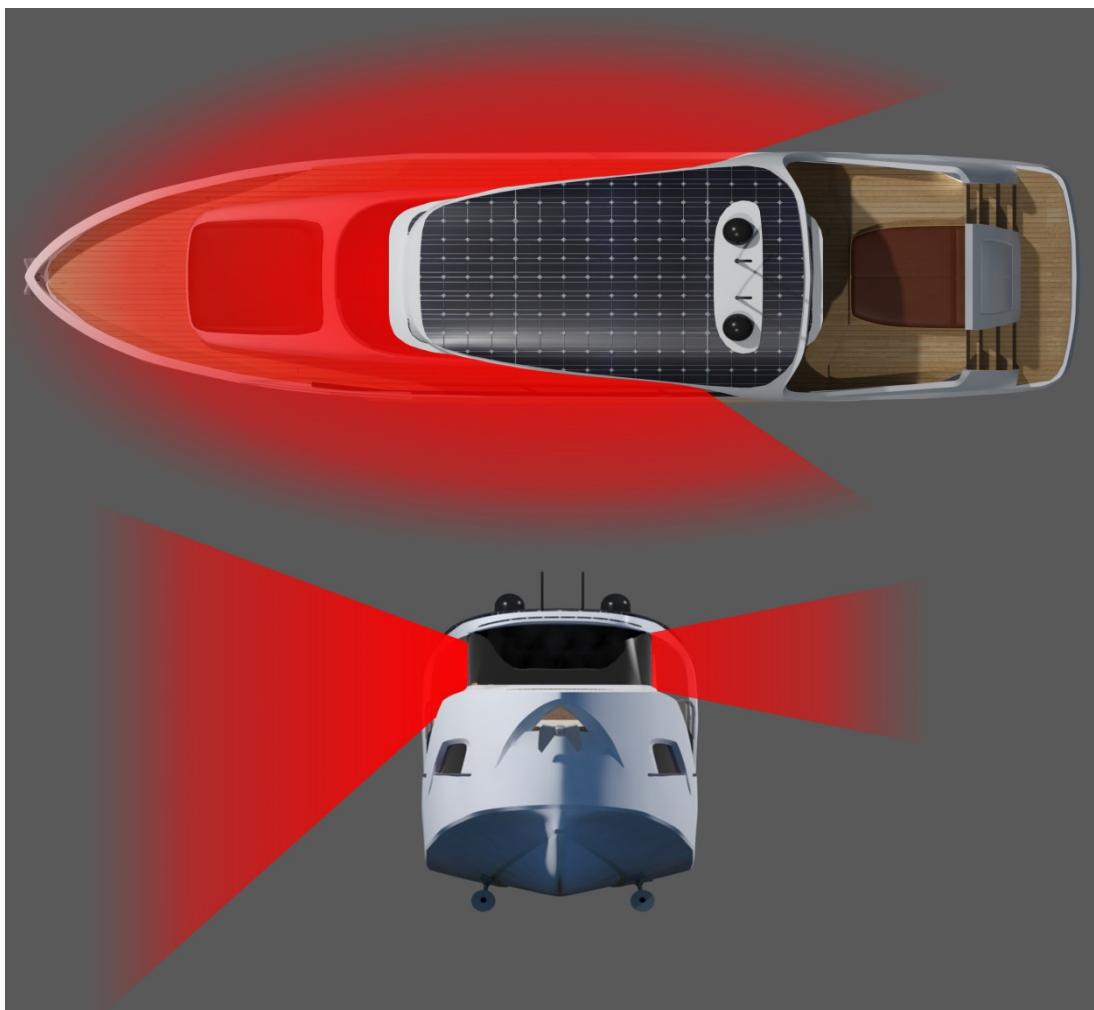
Vyvýšené místo pro řidiče a velké okno hlavní kabiny poskytují dostatečný výhled téměř na celou jachtu. Také boční zábradlí je zde použito proto, aby se snížil okraj



Obr. 43: Volvo Penta joystick (<http://www.volvopenta.com/volvopenta>)

lodi, přes který řidič nevidí na molo. Pohon umístěný až v zadní části lodi způsobuje otáčení jachty, podobně jako zatačí vysokozdvizný vozík, který zatačí zadní nápravou. To vede k nepříjemným situacím, kdy se při vyplouvání z doku jachta odřela záďí o molo. Jak už bylo zmíněno, existují motory, které mají speciální manévrovací systém, tak jako právě výše zmiňovaný Volvo IPS.

Díky jednoduché manipulaci s joystickem je možné velmi přesně ovládat jachtu při manévrování v přístavu. Pro tyto účely se v některých případech dodává i dálkové ovládání. To umožňuje řídit jachtu bez nutnosti být neustále za „kormidlem“.



Obr. 44: Výhledové úhly z pozice řidiče

Úplně na špičce je umístěna kotva, zde byl ponechán dostatečný prostor pro její obsluhu. Veškeré další technické prvky, ke kterým je potřeba snadný přístup, se nachází v zadním technickém prostoru v podpalubí. Přístup je k nim umožněn výklopnými dveřmi ze zadní nástupní plošiny. Je zde přístup k motorům, bateriím a dalším zařízením. V případě potřeby výměny baterií, by bylo obtížné je vynést odněkud z podpalubí vzhledem k tomu, že jedna váží 58 kg. Také je zde prostor pro uskladnění lan, hadic a fendrů, balonů vkládaných mezi loď a molo. V delších časových rozestupech je také potřeba vymýt nádrže na vodu a palivo. To se provádí přes poklopy v podlaze v podpalubí.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Barevné členění se u lodí celkem často používá. Nejčastěji se jinou barvou odděluje ponořená část lodi, tak aby byla naznačena čára ponoru. To ovšem není nutným pravidlem. V poslední době začíná být populární také barevné řešení trupu, buď celé lodi, nebo jen části. V barevném řešení má často slovo i koncový uživatel jachty, jelikož se jedná a velmi luxusní výrobek.

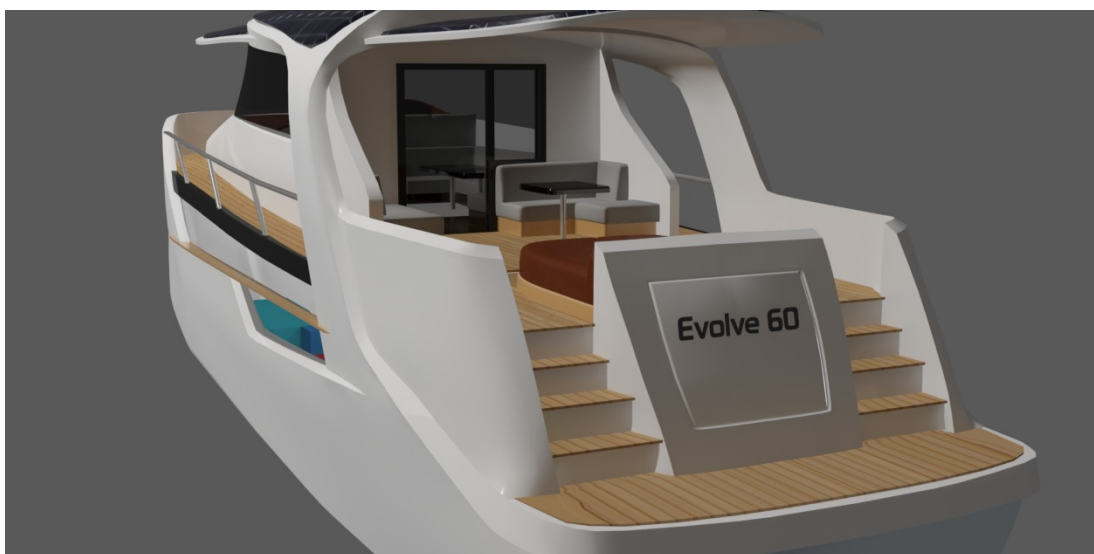
Ve svém řešení jsem zkusil několik variant. První otázkou bylo jakou barvu zvolit. Barva by měla odpovídat prostředí, ve kterém se pohybuje a zároveň ladit s celkovou kompozicí jachty. Oranžový pruh na bílé jachtě by působil poněkud výstředně. Vzhledem k tomu, že jsem na jachtě použil dřevěnou podlahu a také více dřevěných doplňků nabízí se hnědá barva. Také byla zvažována modrá, která se poměrně často využívá u lodí pro její spojení s vodou. Celý trup provedený v jedné barvě vypadá dobře zřejmě pouze u bílé barvy, ostatní zanechávají monolitický dojem, který je nežádoucí. Jinou možností je zvýraznění pouze určité plochy, ovšem můj návrh je již natolik členitý že další barevné členění rozbíjí komplexnost designu. Proto je finální řešení provedeno pouze v bílé barvě, která dává možnost vystoupit reliéfnímu charakteru trupu.



Obr. 45: Varianty barevného řešení

Jak je vidět na obrázcích výše, pro materiály v interiéru jsem zvolil kombinaci tmavého dřeva pro podlahy a doplňky, šedých potahů na sezení a černé pro odkládací plochy. Podle mého názoru tato kontrastní kombinace správně evokuje dojem moderního luxusu, který vhodně koresponduje s celkovým designem. V podpalubí jsem naopak zvolil světlou kombinaci materiálů, jelikož opticky zvětšuje prostor.

Do grafických prvků se u designu lodi dá zařadit snad jen název nebo logo jachty samotné. Já jsem svůj design pojmenoval Evolve 60, což má navazovat na ideu evoluce nových hybridních pohonů pro jachty. Název jachty se klasicky umísťuje na zád', nebo na bok v přední části trupu. Jelikož v přední části trupu zabírá prostor okno do podpalubí, bude název pouze na zadních dveřích umožňujících vstup do technického zázemí. Logo samotné můžete vidět níže.



Obr. 46: Zadní pohled

8 DISKUSE

Cílem této diplomové práce je navrhnout motorovou jachtu, která ubytuje 6 lidí, bude šetrná k životnímu prostředí a bude mít co nejúčinnější pohon. Poslední dva aspekty spolu úzce souvisí, jelikož největší znečištění je právě z motorů. Možností, jak vyřešit tento problém, je několik. Nejvhodnější varianty pohonu jsem měl možnost porovnat při variantních návrzích.

Nejekologičtější variantou je samozřejmě ta elektrická. Získávání energie ze slunce a pohánění jachty bez výfukových plynů je ovšem lehce utopická představa. Toto řešení je z konstrukčního hlediska reálné, jak však vyplynulo z analýzy, alespoň v dnešní době nejsou dostupné technologie natolik vyspělé, aby dokázaly vyvinout smysluplný výkon pro pohon jachty. Dieselová varianta nemá problém s výkonem, ovšem odporuje si s aspektem ekologie, ke které má tento design směřovat. Proto jsem zvolil hybridní kombinaci pohonů, která měla v porovnání s předchozími variantami nejlepší výsledky. Především v úspoře paliva a tím pádem dojezdové vzdálenosti.

Nejúčinnější pohon nemusí být vždy nejrychlejší. Zvolil jsem nejúspornější motory v dané třídě, které stačí na to, aby jachta dosahovala průměrných rychlostí. Cílem diplomové práce nebylo navrhnout rychlou jachtu, nýbrž jachtu poskytující dostatek prostoru a schopnou pohodlně ubytovat 6 lidí. Hlavním využitím této jachty není expres doprava, ale pohodlné cestování po mořích. Spíše krátké vyhlídkové plavby mezi ostrovními přístavy. To však neznamená, že nezvládne dlouhou trasu. Na jednu nádrž by teoreticky měla zvládnout trasu z Benátek až na hranice řecka Řecka, a to během 30 hodin.

8.1 Ekonomická funkce

Hlavním důvodem, proč by si měl zákazník chtít koupit tuto jachtu, jsou její ekologické vlastnosti a nižší náklady na provoz. Při mém průzkumu jsem nenarazil na žádnou jachtu s podobnými vlastnostmi. Fotovoltaické panely se používají, ovšem pouze v malém měřítku na pokrytí spotřeby elektrických zařízení na palubě, nikoli na pohon jachty.

Použité technologie na tomto návrhu se všechny běžně používají, jen zatím ne v takovém rozsahu nebo v tak specifickém použití. Z toho vyplývá, že výrobní cena této jachty by byla poměrně vysoká. Nejdražším prvkem oproti jiným jachtám bude právě systém pohonu. Vzhledem k velké ploše fotovoltaických panelů, mechanismu výsuvné střechy, bateriové bance atd. I přes to, že počáteční investice bude jistě vysoká, návratnost je víceméně zaručena v podobě ušetřeného paliva. Vzhledem k exkluzivitě motorových jachet a nutnému kapitálu k její koupi se však dá předpokládat, že si to zákazník může dovolit.

Další možností je také použití jachty jako charterové lodě, která se krátkodobě pronajímá. V takovém případě zákazník jistě ocení menší množství spotřebovaného paliva, které musí zaplatit navíc k pronájmu lodě.

Nejsem schopný přesně vyčíslit, jak se bude pohybovat finální cena, ale nové jachty stejné kategorie se prodávají od 30 milionů korun výše. Záleží zde velmi na

doplňkovém vybavení, vestavěných spotřebičích atd. Vzhledem k velmi luxusní povaze jachty jako takové není výjimkou výroba modelu zákazníkovi na míru. Proto i finální cena za stejný model jachty se může výrazně lišit.

8.2 Psychologická funkce

8.2

Z psychologického aspektu designu musí tedy můj návrh působit velmi exkluzivně. Jelikož vlastnictví motorové jachty je jistým sociálním statutem, který si mohou dovolit jen zámožnější klienti, je tedy žádoucí, aby finální design byl atraktivní. Je to také jeden z parametrů, který rozhoduje, jestli si zákazník koupí tentodesign nebo naopak konkurenční jachtu. Proto jsem se snažil vytvořit elegantní, v jistém ohledu netradiční design, který by majitele náležitě reprezentoval. Myslím si, že není úplně vhodné tvořit design, který bude vysloveně strhávat pozornost svou výstředností, ovšem po chvilkovém zhodnocení by měla jachta jednoznačně zaujmout. Každopádně takto lukrativní vozidlo má vysoké nároky na design, a to jak na celkový vnější vzhled, tak interiérové prostory.

Pro samotného majitele jachty musí pobyt na palubě a její obsluha být co možná nejlehčí. Přece jen se jedná o výletní plavidlo, a i řidič má nárok na pohodlně strávený čas. Proto sedadlo řidiče není nijak odděleno od zbytku kabiny, aby mohl být stále v kontaktu s dalšími cestujícími. Nemluvě o výše zmiňovaném dálkovém ovládání, které mu umožňuje ovládat jachtu z pozice ležmo na přední palubě. Předpokladem je také komfortní ubytování všech cestujících. V podpalubí jsou všechny kajuty samostatné se svými úložnými prostory a dvě kajuty mají i svou vlastní koupelnu. V rozsahu mé práce jsem se bohužel nemohl plně věnovat návrhu interiéru, který jsem vyřešil pouze v konceptuální rovině.

Faktem je, že motorová jachta je velmi nákladná záležitost. To s sebou přináší velké nároky na vzhled a komfort, jak od celkového vnějšího designu, tak od interiérového řešení. Výhodou pro mě bylo, že jsem nebyl limitován finančním rozpočtem a mohl tak využít potenciálu jachty naplno. Podařilo se mi dosáhnout návrhu, který splňuje veškeré technické a ergonomické požadavky, a přesto je originální svým tvarováním a funkcí. Jednou z výhod je velká obytná plocha, v porovnání s jinými jachtami stejné velikosti, která tak poskytuje mnohem větší komfort. Díky použitým bateriím je na palubě také stále dostupný elektrický proud, bez nutnosti zapnutí dieselového agregátu, což je i v dnešní době stále nadstandartní funkce v cílové kategorii motorových jachet.

Z provedených analýz vychází najevo, že design lodi je ovlivněn velkým množstvím technických aspektů. V rozsahu této práce jsem se nemohl detailně věnovat všem řešeným problémům, jelikož by bylo potřeba znalostí z několika vědních oborů. V rámci možností jsem však dokázal přijít s návrhem, který by měl být reálně funkční. Hybridní koncepce pohonu je na trhu stále novinkou, a dovoluji si tvrdit, že využití solární energie v takovém rozsahu, na jachtách této kategorie, ještě nikdo nepoužívá. Zvolený polovýtlačný typ trupu a úsporný motor v kombinaci s elektromotory dosahují podstatně lepších výsledků v dojezdové vzdálenosti a spotřebě paliva, než je obvyklé. To by mělo být hlavním důvodem, proč by si mohl zákazník vybrat právě tento design.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**10**

1. **Gascoigne, Bamber.** History of boats and ships. *History World*. [Online] [Citace: 22. 10 2014.] <http://www.historyworld.net>.
2. **Redwood, Bernard B.** Motor boats. *Journal of the Society of Arts*,. 1906. March 23. 512-520.
3. **Watkins, John MacBeath.** Evolution of the planing sailboat. *Scribd*. [Online] 3. 10 2013. [Citace: 26. 10 2014.] <https://www.scribd.com/doc/174977990/Evolution-of-the-Planing-Sailboat>.
4. **Richard Hartley, Colin Brookes.** *Hartley's Ferro-cement Boatbuilding*. místo neznámé : Hartley & Brookes, 1994. 978-095-2106-708.
5. **Spurr, Daniel.** *Hearth of glass: Fiber glass boats and the men who built them*. New York : Ragged Mountain Press, 1999. 0071579834.
6. **GOETZBERGER, Adolf, Christopher HEBLING a Hans-Werner SCHOCK.** Photovoltaic materials, history, status and outlook. *Materials Science and Engineering: R: Reports*. vol. 40, 2003, issue 1. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927796X0200092X>.
7. **J. H. Ermer, R. K. Jones, P. Hebert, P. Pien, R. R. King, D. Bhusari, R. Brandt, O. Al-Taher, C. Fetzer.** Status of C3MJ+ and C4MJ Production Concentrator. *IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS*,. 2, 2012, 2.
8. **SCROSATI, Bruno.** History of lithium batteries. *Journal of Solid State Electrochemistry*. 15, 2001. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10008-011-1386-8>.
9. **BORSKÝ, Jaroslav.** *Projektovanie lodí*. 3. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita, 2003. str. 333. 80-227-1844-0..
10. *Motor yacht hull form design for the displacement to semi-displacement speed range.* **Perry van Oossanen, Justus Heimann, Juryk Henrichs, Karsten Hochkirch.** Atény : FAST, 2009.
11. **Roberts-Goodson, Bruce.** *Boatbuilding: Steel; Glass; Wood; Aluminum*. místo neznámé : Holmes Pub Grou Llc, 1994. 1898307067.
12. **F.M.Santos, P.Temarel, C.GuedesSoares.** Modal analysis of a fast patrol boat made of composite material. *Ocean engineering*. 2009, 36.
13. **Greenline.** <http://greenlinehybrid.com/Greenline-48-less-drag>. *Greenline the hybrid*. [Online] Seaway, 2014. <http://greenlinehybrid.com/Greenline-48-less-drag>.
14. **slunce, Fotovoltaika elektrina ze.** *Fotovoltaika elektrina ze slunce*. místo neznámé : Era, 2007. 978-80-7366-100-7.
15. **MRCS, Thomas P J Crompton MBBS BSc.** *Battery Reference Book, Third Edition*. místo neznámé : Newnes, 2000. 978-0750646253.

16. **SunPower Corporation.** *Nemakej.* [Online] Červen 2007. http://www.nemakej.cz/pdf/sunpower_spr_225_wht.pdf. 001-12908.
17. **MasterVolt.** MasterVolt Marine. *MasterVolt.* [Online] Duben 2012. http://images.mastervolt.nl/files/10000005784_04ManualMLi_Ultra_EN.pdf.
18. **GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O.** *Optimalizace lidské činnosti.* Praha : Grada Publishing, 2002. 80-86022-45-5.
19. **Pollock, David.** *Shipbuilding industry.* London : Methuen & Co., 1905.
20. **Athens, The American School of Classical Studies at.** Plakias Survey Finds Mesolithic and Palaeolithic Artifacts on Crete. *The American School of Classical Studies at Athens.* [Online] 2. 1 2010. [Citace: 22. 10 2014.] <http://www.ascsa.edu.gr/index.php/news/newsDetails/plakias-survey-finds-stone-age-tools-on-crete/>.
21. **Wheeler, Kelly L.** Ezin article. *Ezin articles.* [Online] 2. 4 2008. [Citace: 15. 5 2014.] <http://ezinarticles.com/>.
22. **MOTOR YACHT HULL FORM DESIGN FOR THE DISPLACEMENT. Perry van Oossanen, Justus Heimann, Juryk Henrichs, Karsten Hochkirch.** Athens : FAST, 2009.
23. **Bijan Zahedi, Lars E. Norum, Kristine B. Ludvigsen.** Optimized efficiency of all-electric ships by dc hybrid power systems. *Journal of Power Sources.* 2014, 255.
24. **Bo Liang, Yanping Liu, Yunhua Xu.** Silicon-based materials as high capacity anodes for next generation. *Journal of Power Sources.* 2014, 267.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ**11**

Obr. 1: Kolesový parník (http://janusa.txt.cz/)	10
Obr. 2: Lodní šrouby zaoceánského parníku (http://www.titanicworld.cz/)	11
Obr. 3: Historický nákres spalovacího motoru (thevintageviator.ge.nz).....	11
Obr. 4: Člun KittyHawk (http://www.tutorgigpedia.com/ed)	12
Obr. 5: Ferocementový trup (http://racerockyachtservices.com/oldracerock/) .	13
Obr. 6: Antická baterie (https://politicoid.files.wordpress.com/).....	15
Obr. 7: Tvary trupů (http://en.academic.ru/)	17
Obr. 8: Srovnání klasické a hruškovité přídě [10].....	17
Obr. 9: Model polovýtláčného trupu [10].....	18
Obr. 10: Velikost působícího tlaku vzhledem k délkovým proporcím. [12]	19
Obr. 11: Příklad umístění motoru s rovnou hřídelí (http://www.hagadonemarine.com)	20
Obr. 12: Volvo IPS (http://www.volvopenta.com/volvopenta).....	20
Obr. 13: Ilustrace manévrovatelnosti (http://www.volvopenta.com/volvopenta)	21
Obr. 14: Schematické zapojení hybridního motoru.....	22
Obr. 15: Loď s FV panely (http://www.solaripedia.com/13)	23
Obr. 16: Mastervolt MLI Ultra 12/5000 (www.mastervolt.cz)	23
Obr. 17: Antény a radary na střeše jachty (www.panbo.com)	24
Obr. 18: Kotva (zziiggee.wordpress.com).....	25
Obr. 19: Aguti 20m (agutiyachts.com)	27
Obr. 20: Greenline 48 (http://greenlinehybrid.com/).....	28
Obr. 21: Greenline 48 interiér (http://greenlinehybrid.com/).....	29
Obr. 22: Viking 60 c (http://www.vikingyachts.com/).....	29
Obr. 23: Viking 60c interiér (http://www.vikingyachts.com/)	30
Obr. 24: Pershing 62 (http://www.pershing-yacht.com/)	31
Obr. 25: Pershing 62 interier (http://www.pershing-yacht.com/)	31
Obr. 26: Monte Carlo 5 (http://montecarlo.montecarloyachts.it/).....	32
Obr. 27: Monte Carlo 5 interier (http://montecarlo.montecarloyachts.it/)	33
Obr. 28: Dominator D26 Ilumen (www.musclehorsepower.com)	33
Obr. 29: MCY 86 (ww.yachtsinternational.com/).....	34
Obr. 30: Azimut 54 (http://www.azimutyachts.com/azimut54)	34

Obr. 31: Aicon 82 (http://www.liveyachting.com/).....	34
Obr. 32: Alexander II.....	34
Obr. 33: Dominator 95 (http://www.shipsandyachts.com/)	34
Obr. 34: Sea Ray 400 (http://escapadesamana.com/)	34
Obr. 35: Sketch dieselové varianty	35
Obr. 36: Sketch elektrické varianty	36
Obr. 37: Render hybridní varianty	38
Obr. 38: Volvo Penta joystick (http://www.volvopenta.com/volvopenta)	46
Obr. 39: Výhledové úhly z pozice řidiče	47

12 SEZNAM PŘÍLOH

12

zmenšený sumarizační poster (A4)
zmenšený designérský poster (A4)
zmenšený technický poster (A4)
zmenšený ergonomický poster (A4)
fotografie modelu (A4)
sumarizační poster (A1)
designérský poster (A1)
technický poster (A1)
ergonomický poster (A1)
model 1:35