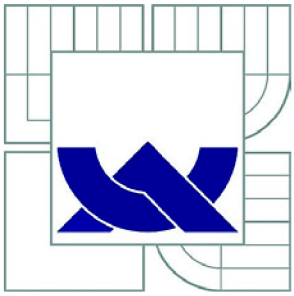


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN VYHLÍDKOVÉ VZDUCHOLODI

DESIGN OF LOOKOUT AIRSHIP

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Bc. MARTIN ONDRA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. akad. soch. MIROSLAV ZVONEK, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Martin Ondra

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 vyhlídkové vzducholodi

v anglickém jazyce:

Design of lookout airship

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem diplomové práce je vytvořit design vyhlídkové vzducholodi, návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti. Navíc musí vykazovat jistou míru nadčasovosti, invence, to vše s přihlédnutím ke specifickým požadavkům kladeným na tento typ produktu.

Cíle diplomové práce:

Diplomová práce musí obsahovat:
1. Vývojová, technická a designérská analýza tématu
2. Variantní studie designu
3. Ergonomické řešení
4. Tvarové (kompoziční) řešení
5. Barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně-technologické řešení
7. Rozbor dalších funkcí designérského návrhu (psychologická, ekonomická a sociální funkce).

Forma diplomové práce: průvodní zpráva (text), sumarizační poster, designérský poster, ergonomický poster, technický poster, model (design-manuál).
Výstup RIV: funkční vzorek

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, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 9.11.2010

L.S.

_____	_____
prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D. Ředitel ústavu	prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c. Děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá designem exteriéru vyhlídkové vzducholodě s ukázáním konceptu jejího interiéru. V práci se řeší problém spojení složek techniky, ergonomie a vzhledu do návrhu nového produktu.

Analýza celkové problematiky vede k novému designu vyhlídkové vzducholodě, která by se měla stát vhodným strojem pro přepravu osob, cestování a podnikání netradičních vyhlídkových letů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzducholoď, vyhlídkové lety, létání, lehčí než vzduch, design, cestování

ABSTRACT

Diploma thesis concerns with design of a lookout airship. The work tries to find a solution to a problem, how to connect technology, ergonomics and aesthetics into design of new product.

Analysis of complete dilemma leads to a new design of an airship, which should become a valuable aircraft for transporting passangers, travelling and flying untraditional sightseeing flights.

KEYWORDS

Airship, sightseeing, flying, lighter than air, design, travelling, lookout

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ONDRA, M. Design vyhlídkové vzducholodi. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 69 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že tato diplomová práce byla vypracována jako původní autorská práce pod vedením vedoucího diplomové práce doc. akad. soch. Miroslava Zvonka, Art.D. a za použití uvedené literatury.

Martin Ondra

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji všem lidem, kteří mě přímo nebo nepřímo podporovali při tvorbě této diplomové práce.

Zejména děkuji panu docentu Miroslavu Zvonkovi za jeho cenné rady a připomínky během četných konzultací v průběhu akademického roku. Děkuji také všem ostatním učitelům na Odboru Průmyslového Designu FSI VUT.

Panu Vladimíru Molíkovi děkuji za pomoc při práci během celého studia a jeho jedinečnou ochotu vyjít vstříc se všemi požadavky.

Děkuji svým rodičům za umožnění studia na vysoké škole, podporu během něj a za velkou motivaci k jeho dokončení.

Díky všem přátelům a spolužákům za společný čas strávený ve škole, jenž byl vynikajícím inspiračním zdrojem pro každou tvorbu.

Jako poslední chci poděkovat své nejlepší kamarádce za její víru v mé úsudky, oporu při těžkých rozhodnutích a za úsměvy, které mě vždy rozveselily.

OBSAH

ABSTRAKT **5**
KLÍČOVÁ SLOVA **5**
ABSTRACT **5**
KEYWORDS **5**
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE **7**
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI **9**
PODĚKOVÁNÍ **11**
OBSAH **12**
ÚVOD **15**
1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA **17**
1.1Průkopníci létání 17
1.2Zlatá doba vzducholodí 18
1.2.1 Předválečné období 18
1.2.2 První světová válka 19
1.2.3 Meziválečné období a druhá světová válka 19
1.3Moderní vzducholodě 20
2 TECHNICKÁ ANALÝZA **21**
2.1Typy vzducholodí dle konstrukce 21
2.1.1 Nezpevněné vzducholodě 21
2.1.2 Zpevněné vzducholodě 22
2.1.3 Polozpevněné vzducholodě 22
2.1.4 Plátované vzducholodě 22
2.2Nosná média 23
2.3Pohony vzducholodí 23
2.3.1 Motory 23
2.3.2 Vlastnosti motorů 24
2.4Řízení 25
2.5Pozemní vybavení 25
2.6Užité materiály 25
2.6.1 Dural 25
2.6.2 Uhlík, uhlíková vlákna 25
2.6.3 Oceli 25
2.6.4 Textilie 26
3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA **27**
3.1Historický vývoj designu 27
3.1.1 Design prvních řiditelných vzducholodí 27
3.1.2 Design vzducholodí ve zlaté éře 27
3.1.3 Současný design vzducholodí 27
3.2Problémy designu 29
3.2.1 Tvarové problémy 30
3.2.2 Rozmístění dílčích hmot 30
3.2.3 Barevné pojetí 30
3.2.4 Ergonomie 30
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU **32**
4.1Varianta A 32
4.1.1 Designérský přístup k úkolu 32
4.1.2 Ergonomické řešení 33

4.1.3 Tvarové řešení 33
4.1.4 Barevné a grafické řešení 33
4.1.5 Psychologická funkce 34
4.1.6 Ekonomická funkce 34
4.1.7 Sociální funkce 35
4.1.8 Technické řešení varianty 36
4.2 Varianta B 36
4.2.1 Designérský přístup k úkolu 36
4.2.2 Ergonomické řešení 37
4.2.3 Tvarové řešení 38
4.2.4 Barevné a grafické řešení 39
4.2.5 Psychologická funkce 39
4.2.6 Ekonomická funkce 39
4.2.7 Sociální funkce 40
4.3 Třetí varianta designu 40
5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ 42
5.1 Ergonomické prvky vzducholodi 42
5.1.1 Nástup a výstup 42
5.1.2 Prostor pro cestující 43
5.1.3 Prostor pro obsluhu 44
5.1.4 Pilotní kabina 44
5.1.5 Ostatní ergonomické prvky 45
6 TVAROVÉ (KOMPOZIČNÍ) ŘEŠENÍ 47
6.1 Inspirace 47
6.2 Charakter a výraz tvaru 48
6.3 Vlastnosti tvaru 50
6.4 Kompozice 50
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ 52
7.1 Volba barev 52
7.2 Grafické prvky 53
7.3 Reklama 54
8 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ 56
8.1 Objem a nosnost 56
8.2 Skelet vzducholodi 56
8.3 Balonety 58
8.4 Řízení a pohon 58
8.5 Pomocné prvky 59
8.6 Materiály 60
9 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU (PSYCHOLOGICKÁ, EKONOMICKÁ A SOCIÁLNÍ FUNKCE) 61
9.1 Psychologická funkce 61
9.2 Ekonomická funkce 61
9.3 Sociální funkce 62
ZÁVĚR 63
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 65
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ 67
SEZNAM PŘÍLOH 69

ÚVOD

Člověk se vždy snažil za pomoci vývoje a nápadu dosáhnout vyšších cílů. Stejně tak chtěl dosáhnout řiditelného letu za pomoci nějakého mechanismu nebo stroje. Jedním z těchto vynálezů byl kromě letadla a vrtulníku horkovzdušný balón. Z těchto potom logickým vývojem vznikly vzducholodě. Dnes jsou vzducholodě možná opomíjeny, ale kdysi to byly majestátné stroje a nebesa patřila téměř výhradně jim. Dokázaly přepravovat náklad i pasažéry na velké vzdálenosti ve větším množství a komfortu než tehdejší letadla. Letecký průmysl šel však vpřed a letadla je některými svými vlastnostmi brzy překonala, a to zejména obratností a rychlostí. Postupně se na vzducholodě téměř zapomnělo. Přispěla k tomu zejména nehoda vzducholodi Hindenburg. Tato nehoda byla v době události jedním z největších leteckých neštěstí.

Avšak dodnes mají vzducholodě několik výhod a vlastností, které se letadlům a helikoptérám nedaří překonat. Dokážou létat celý den i déle, nést větší náklad a šíří méně hluku a emisí. Někdo může říct, že vzducholodě jsou slepou vývojovou větví, i přesto se užívají v současnosti pro nákladní nebo vyhlídkové lety.

Vyhlídkové lety vzducholodí kombinují ty nejlepší možnosti ze stejného typu letů balónem, letadlem či vrtulníkem. Mohou být mnohem komfortnější, létají v malých výškách a jsou řiditelné. Vyhlídkové lety dnes hrají v turismu poměrně zajímavou roli. V České republice existuje mnoho možností zaplatit si vyhlídkový let letadlem nebo horkovzdušným balonem. Já sám jsem jednou letěl balónem a byl to pro mne velice intenzivní zážitek. Okem přijímáme až 90% celkových vjemů a na zemi toho moc nevidíme. Proto je pro mnohé z nás lákavá nabídka podívat se na náš svět z výšky. Krajina vypadá jinak, když se na ni díváme shora.

Jako cíl své diplomové práce si dávám vytvořit design vyhlídkové vzducholodě, který by měl splňovat základní požadavky – estetické, technické, ergonomické, ekologické, ekonomické. Návrh bude dále vytvořen tak, aby výsledný stroj měl dobré letové vlastnosti. Design by měl být inovativní, funkční, srozumitelný a originální. Mezi požadavky na design vyzdvihuji zejména soulad výrazu designu a funkce stroje. Dále vyzdvihuji vytvoření komfortního uspořádání sedadel uvnitř vzducholodě tak, aby cestující měli dobrý výhled ven. Výsledný design by pak měl mít vysokou pravděpodobnost splnit požadavky na letové vlastnosti, které jsou důležité pro konkurenceschopnost vzducholodě na současném trhu. Mezi tyto požadavky tak patří - rychlost letu 90 km/h, dolet 1000 km a schopnost kolmého startu a přistání.

1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA

Postupem času člověk dokázal, že je schopen létat za pomoci různých vynálezů. Historie je plná nejrůznějších pokusů létat. Leonardo Da Vinci se při svém bádání okrajově zabýval létáním. Číňané jako první sestrojili funkční horkovzdušný balón, který vzlétl v Pekingu při korunovaci císaře v roce 1306. Ulétl dráhu 40km.

V roce 1670 se objevuje první teoreticky propracovaný projekt balónu v Evropě. Francisco Tertius de Lana přišel s nápadem na malý člun nadnášený vakuem. Jeho nápad bohužel nebyl technicky uskutečnitelný . Připravil však teoretické základy pro balónové létání, hlavně promyšlením funkce zátěže, vlečného lana a kotvy. Pro vzducholodě byl důležitý rok 1766, kdy anglický badatel Henry Cavendish objevil způsob výroby vodíku a že vodík je několikrát lehčí než vzduch.

1.1 Průkopníci létání

První lidé, kterým se podařil výstup do vzduchu, byli bratři Montgolfiérové. Majitelé velkých papíren se postupně od roku 1771 zajímali o létání. Systematicky studovali vlastnosti ovzduší a potom jiných plynů včetně vodíku. Společně sestrojili papírový horkovzdušný balón, který úspěšně demonstrovali 6. června 1783 ve Francii. Stali se prvními vzduchoplavci. Jejich balón měl hmotnost asi 150kg, obvod 30m, výšku 10m a objem 600 m^3.

První nákres konstrukce vzducholodě zhotovil Jean Meusnier. Plánoval sestrojit vzducholoď s podlouhlou gondolou, připevněnou k vejčitému balónu sítí lan. Návrh zahrnoval pohon se třemi vrtulemi a kormidlo na ovládání směru. Jeho největší přínos spočíval v poznatku, že pro řiditelný let je zapotřebí, aby měl balón aerodynamický tvar, který tento musí být neměnný. Meusnier proto vymyslel, že uvnitř balonu bude umístěn jeden menší balón, zvaný balonet. Tímto balonetem udržoval stálý tlak plynu uvnitř obalu.

Největší překážkou pro vzduchoplavce byla absence pohonu, který by dokázal překonat síly větru. Henri Giffard úspěšně používal parní motor, Paul Haenlein pak nad Brnem demonstroval použití plynového motoru. Charles Renard a Arthur Krebs se vzducholodí La France úspěšně použili elektromotor. Všechny tyto typy ale nebyly

Obr. 1-1 Vzducholoď Henri Giffarda

příliš použitelné. Buď byly málo výkonné, nebo příliš nákladné či těžké. Postupně se začalo používat benzínových a dieselových motorů.

S nápadem na použití pevné konstrukce jako kostry na nosný obal přišel jako první David Schwarz. Kov používal nejen na vnitřní konstrukci, ale i nosný obal vytvořil z hliníkových plátů. Předešel Zeppelinovu konstrukci o několik let. Jako první tak vynalezl celokovové vzducholodě.

Největším stavitelem vzducholodí z průkopnické doby byl Albert-Santos Dumont. Působil ve Francii a vyhrál mnoho prestižních cen za lety vzducholodí. Po skončení své činnosti nechal své patenty volně přístupné pro další konstruktéry.

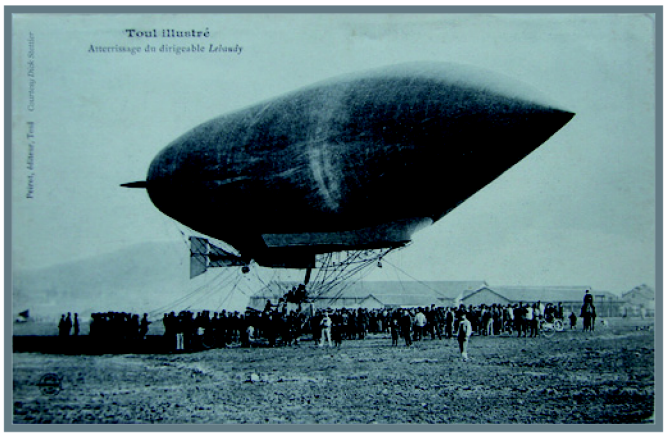
1.2 Zlatá doba vzducholodí

Tato doba je vrcholem vývoje vzducholodí, je též nazývána jako Éra Zepelinů. Označují se tak roky 1900-1937, kdy nastal největší rozvoj tohoto odvětví. Vzducholodě si získaly oblibu a měly v tuto dobu lepší letové vlastnosti než letadla těžší než vzduch.

1.2.1 Předválečné období

Hlavní možností užití vzducholodí byla přeprava osob nebo nákladu. Vzducholodě ale mnohokrát našly finanční podporu u armády, která si jejich vývoj mohla finančně dovolit.

Ve Francii působili před první světovou válkou jako významní stavitelé vzducholodí bratři Lébaudyovi. Jako první zkonstruovali vzducholoď poloztuženého typu. Jmenovala se Le Jaune, byla velice úspěšná a zajistila Lébaudyovým zakázku od armády. Díky tomu postavili Lébaudyovi mnoho vzducholodí, mezi nimi i Lébaudy No. 8, která jako první přeletěla kanál La Manche.



Obr. 1-2 Vzducholoď Le Jaune

Ferdinand von Zeppelin postavil svou první vzducholoď v roce 1900 ve svém plovoucím hangáru na Bodamském jezeře. Měřila 125 metrů, měla několik za sebou seřazených válcovitých oddílů s nosným plynem. Pod tělesem byly na krátkých lanech zavěšeny dvě gondoly spojené lávkou. Čtyři motory byly umístěny vedle trupu. Loď L.Z.1 byla první velkou vzducholodí s pevnou konstrukcí kostry obalu.

Po několika neúspěšných typech se Zeppelinovi podařilo získat finanční podporu u armády. Díky penězům vznikla řada podružných Zeppelinových závodů vy-

rábějících tkaniny, motory, hangáry, vodík, a v neposlední řadě slévárny dodávající hliníkové a duralové slitiny.

Ferdinand von Zeppelin kromě vojenských záměrů vytvořil společnost DELAG, s účelem přepravovat osoby vzduchem. První dopravní loď pro přepravu osob touto společností byla L.Z.7 Deutschland, po ní přišlo ještě několik Zepelínů. Do vypuknutí první světové války se podařilo společnosti při nepravidelných spojích, vyhlídkových a jiných příležitostných letech bezpečně přepravit 33 722 osob. Celková délka 1 588 letů byla 3 139 hodin, vzducholodě nalétaly 172 535 kilometrů.
Nejvýznamnějším konkurentem Zeppelina byla firma Schüttelanz Luftschiffe. Zakladatel firmy doktor Schütte byl velice znalý aerodynamiky. Navrhl lodě kapkovitého tvaru s jednoduchými řídícími plochami uspořádaných do kříže na zádi. Jako materiál používal dřevo, které bylo levnější a lépe snášelo dynamické zatížení. Jeho první vzducholoď SL-1 vzlétla v říjnu 1911. Schütte zavedl jako první prosklenou velitelskou kabinu, ve které se soustředilo vybavení, a navrhl také kapkovité motorové gondoly.

1.2.2 První světová válka

1.2.2

Během první světové války bylo postaveno mnoho vzducholodí, ale povětšinou byly využity pro válečné účely – hlídkování, bombardování.

Vzhledem ke ztrátám a vysoké ceně vzducholodí se začínaly hledat jiné vhodné úkoly, např.: doprava osob a materiálu na velké vzdálenosti. Významný let podnikla vzducholoď L.Z. 59. Měřila 226,5 m, objem nosného plynu byl 68 500 m^3 a unesla až 52 tun užitečného nákladu. Loď dostala rozkaz letět do Afriky. Cesta trvala 95 hodin, vzducholoď urazila 6 757 km a zbývalo jí palivo na dalších 64 hodin letu.

Koncem války měly lodě mnohem aerodynamičtější tvary, uzavřené prosklené kabiny a dosahovaly rychlosti přes 100 km/h. Ty nejdelší měřily přes 200 metrů. Jen v Německu se během války vyrobilo 113 Zepelínů a 22 lodí Schüttelanz.

Za války nezaznamenala jiná země podobný růst výroby vyztužených vzducholodí. Británie se snažila vzducholodě stavět, ale nebyly tak úspěšné. Přínosem Britů pro vzduchoplavbu byl nový způsob kotvení lodě na zemi. Každá loď mohla být svou přídí připevněna ke stožáru s kulovým čepem. Díky tomuto čepu se mohla vzducholoď sama natáčet po směru větru a nehrozilo její poškození.

1.2.3 Meziválečné období a druhá světová válka

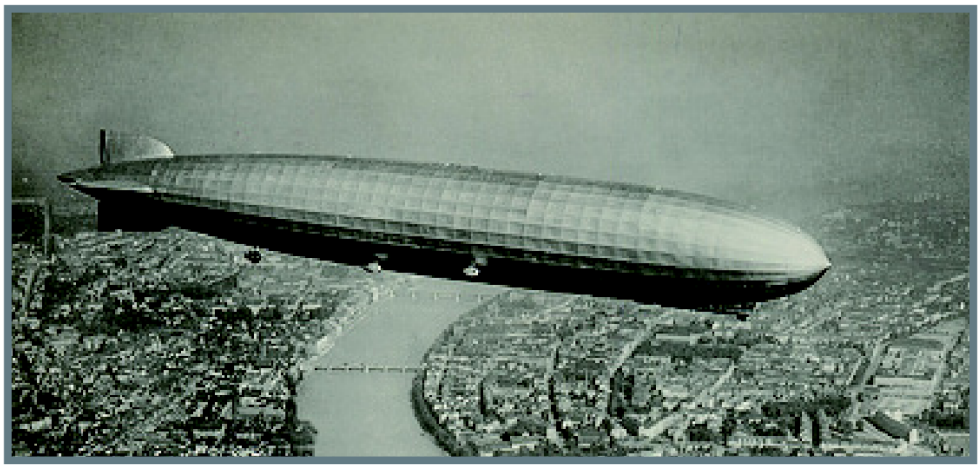
1.2.3

Po skončení války se Britům podařilo postavit úspěšné vzducholodě pevné konstrukce. Loď L.34. se nejprve vydala na šedesáti hodinový let nad Německo a potom 2. června 1919 na let přes Atlantik. Cestou bojovala se silným protivětrem, ale po sto osmi hodinách letu přistála na letišti Hazelhurst. Brzy se vydala na zpáteční cestu, která jí trvala mnohem kratší dobu – 75 hodin. Byl to první přelet Atlantického oceánu z východu na západ a zpět v historii.

Dr. Hugo Eckener, který převzal vedení závodu po smrti hraběte Zeppelina v roce 1917, postavil nové vzducholodi pro mezinárodní přepravu. První z velkých vzducholodí pro přepravu měla délku 236,6 m, objem nosného plynu 105 000 m3. Pět motorů jí dovolovalo letět rychlostí 110 km/h. Nespalovala benzín, ale speciální plyn s hustotou blízkou hustotě vzduchu. Nebylo tak nadále nutné odpouštět nosný plyn, když vzducholoď zlehčila po spotřebování paliva. Vzducholoď byla označena L.Z. 127 a dostala jméno Graf Zeppelin (hrabě Zeppelin). Pilotní kabina měla kompletně aerodynamický tvar. Prostor pro pasažéry byl uvnitř trupu a nabízel komfort blížící se zaoceánským parníkům. Cestující měli k dispozici dvou či třílůžkové kabiny

a umývárnu. Poprvé Graf Zeppelin vzlétl v roce 1928 a stal se nejúspěšnější vzducholodí vůbec. Přeletěl Atlantik, letěl k Mrtvému moři, podnikl cestu okolo světa v roce 1929 (přes 35 000 km za tři týdny). V roce 1931 letěl do Arktidy a potom postupně přešel na pravidelnou linkovou dopravu mezi Německem a Brazílií. Za devět let služby urazil bez větší nehody 1 695 270 km, přepravil 18 000 cestujících, stanovil rekordy v délce a době trvání letu.

Po převzetí moci nacisty v Německu se začala stavět nová, lepší a hlavně větší loď. L.Z. 129 Hindenburg představoval vrchol vzduchoplaveckého průmyslu třicátých let. První let uskutečnil 4. března 1936. Objem lodi byl 200 000 m3, její délka 245 m, největší průměr trupu měřil 46,8 m. Tento gigant byl poháněn čtyřmi naftovými šesti-



Obr. 1-3 Vzducholoď Graf Zeppelin

válci, které udělovaly rychlost 135 km/h

Na Hindenburg bylo použito několik nových technologií. Stříbřitá impregnovaná tkanina na povrchu lodi, tkanina se zalisovaným nepropustným filmem na obalech s nosným plynem. Na každém obalu byl přetlakový ventil. Loď mohla přepravit až 72 osob, kterým nabízela vysoký komfort a speciálně zabezpečenou kuřárnu. Bohužel jej při přistávacím manévru v roce 1937 v USA potkala nehoda. Nosný plyn se vznítil a vzducholoď ztroskotala. V této havárii zahynulo 36 lidí z 97 lidí a palubě .

V USA využívali malé nezpevněné vzducholodě. První ztuženou vzducholodí, postavenou podle německého vzoru byla USS Shenandoah. O rok později se k americkým vzducholodím připojila loď Los Angeles. USS Akron a USS Macon se zkonstruovaly jako pokus o letadlové vzducholodě.

1.3 Moderní vzducholodě

I dnes existují projekty na výstavbu vzducholodí. Uvažuje se o využití moderních technologií při stavbě nové vzducholodě k přepravě nákladu. Vzducholodě přežily v povědomí díky neztuženým vzducholodím a jejich využití v reklamě.

Z významných vzducholodí dnešní doby se dá uvést Zeppelin NT. V její napůl vyztužené konstrukci jsou použity nejnovější materiály. Používá se hlavně na vyhlídkové lety a její nosný obal slouží povětšinou jako reklamní plocha.

2 TECHNICKÁ ANALÝZA

2.1 Typy vzducholodí dle konstrukce

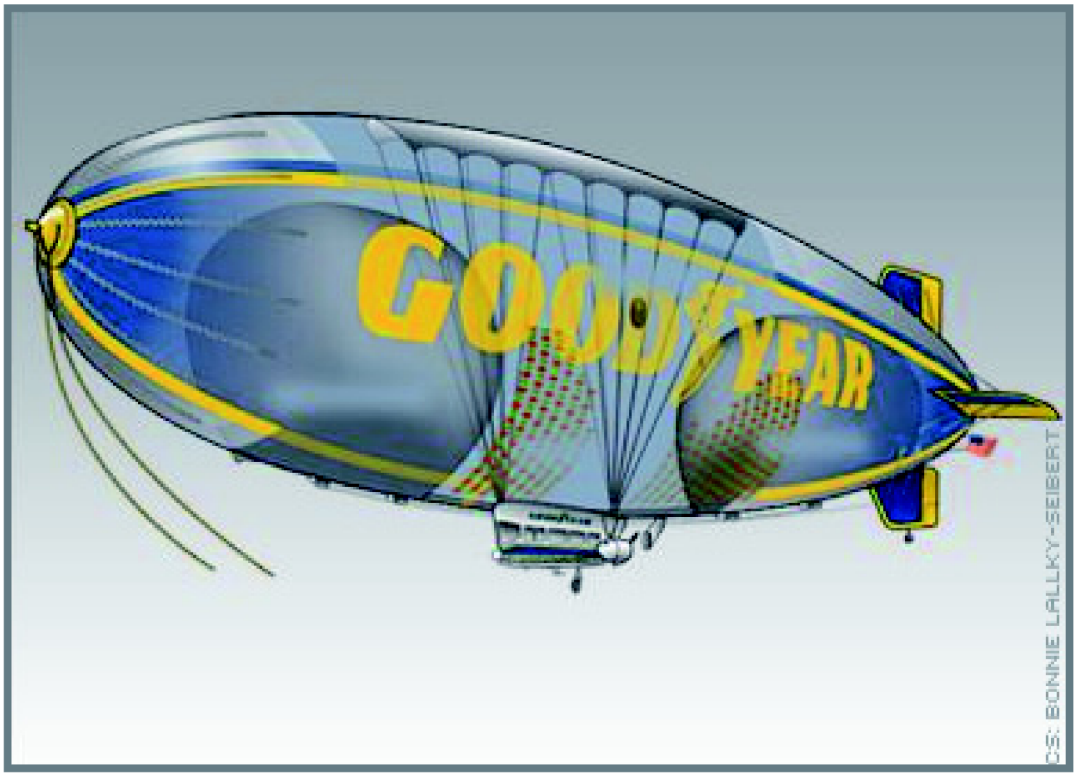
Vzducholodě jsou konstrukčně rozmanité a po technické stránce jsou jistým fenoménem létání. Dokážou řízeně létat, jsou bezpečné a slouží ke svému účelu. Ve vývoji vzducholodí se různými přístupy oddělilo několik základních způsobů konstrukcí. Podle nich si můžeme rozdělit vzducholodě na 4 typy.

2.1.1 Nezpevněné vzducholodě

Způsob nezpevněné konstrukce je nejstarším přístupem ke stavbě vzducholodi, protože jejich konstrukce je jednoduchá a moc se neliší od horkovzdušného balónu. Pro nezpevněné vzducholodě je typické, že nemají nijak zpevněný nosný obal. Na tento obal je pak zavěšena gondola. Tvar obalu se udržuje pomocí vnitřních balónů se vzduchem (balonety), které také zajišťují klesání a stoupání vzducholodě.

Výhodou nezpevněných vzducholodí jsou nižší náklady než u ostatních typů. Vzducholoď se nezpevňuje a spoléhá se jen na vyrobený tvar balónu. Obal balónu má uvnitř textilní žebra, do nichž jsou upevněna lana přichycující gondolu. Gondola může být otevřená nebo uzavřená a vyrobena z různých materiálů. Další výhodou nezpevněné konstrukce je nižší váha vzducholodě.

Nezpevněné vzducholodě často mají jen nafouknuté ocasní řídící plochy bez jakéhokoliv vyztužení. Toto může způsobit nižší ovladatelnost. Kvůli absenci pevné kostry se navíc motory dají umístit pouze na gondolu. Absence pevného skeletu znemožňuje stavbu velkých vzducholodí.



Obr. 2-1 Průhled částmi nezpevněné vzducholodě Goodyear

2.1.2 Zpevněné vzducholodě

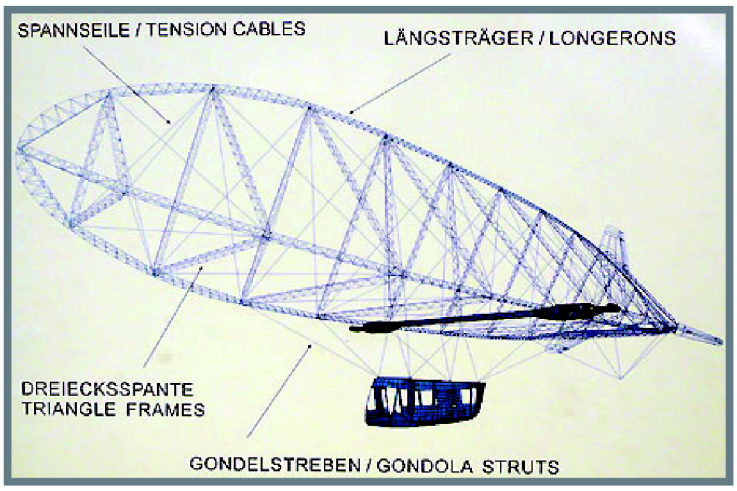
Základem zpevněných vzducholodí je tuhá konstrukce z kovu, dřeva či jiného materiálu vytvářející kostru pro natažení vnějšího obalu nosného tělesa. Profily vytvářejí svislá kruhová žebra, která jsou spojená příčníky. Tuhá konstrukce pak může být více vyztužena na problémových místech. Mezi kruhová žebra se umisťují válcovité obaly na nosný plyn. Těchto obalů může být z bezpečnostních důvodů několik. Při úniku plynu tak neunikne veškerý nosný plyn z obalu. Ztužená konstrukce vzducholodi pak umožňuje velice dobře tvarovat obal aerodynamicky. Výhodou zpevněného skeletu je možnost konstruovat obrovské vzducholodě (přes 200 m na délku). Při velkém objemu tělesa pak má vzducholoď větší nosnost.

I přes vysokou tuhost kostry obalu je tato konstrukce zranitelná při nárazu. Nevýhodou je pak také větší náročnost a cena výroby oproti jiným typům. Pevný skelet obalu také způsobuje přídavnou hmotnost a snižuje užitečnou nosnost vzducholodě. Vzducholoď se musí stavět v uzavřeném prostoru, aby byla chráněna před okolními vlivy atmosféry.

2.1.3 Polozpevněné vzducholodě

Polozpevněné vzducholodě jsou kombinací pevné a nepevné konstrukce. Hlavním znakem tohoto typu je částečná konstrukce, která ale neurčuje celkový tvar obalu. Dříve to byla pouze podlouhlá příhradová konstrukce, která vyztužovala spodní stranu nosného tělesa. Dnes se lze setkat s částečně zpevněným skeletem u Zeppelinu NT, kde konstrukce podpírá tkaninu nosného obalu na třech místech.

Výhodou je možnost dělat vzducholodě s většími rozměry než u nezpevněného typu konstrukce. Částečně pevná kostra snižuje nosnost vzducholodě, nicméně ne tolik jako celopodpůrný skelet.



Obr. 2-2 Vnitřní konstrukce Zeppelinu NT

2.1.4 Plátované vzducholodě

Tento typ se vyznačuje jak pevným (kovovým) skeletem nosného tělesa, tak jeho potahem. Tento typ v dnešní době nemá význam a náklady na jeho výrobu by byly příliš vysoké. Podmínkou využití tohoto typu by musel být vývoj nových, pevných materiálů, které lze použít na potah obalu s nosným médiem.

2.2 Nosná média

U vzducholodí je vztlak generovaný nosným médiem, nikoliv křídly jako u letounů. Díky nižší hustotě plynu uvnitř obalu lodi je loď vytlačována vzhůru. Dnes lze jako média použít několik různých plynů.

Horký vzduch

Snadno dostupné a levné médium. Vzduch napuštěný do obalu se pouze zahřeje, aby se snížila jeho hustota a vznikl vztlak. Při zahřátí vzduchu na 40°C je potřeba asi 4 m^3 horkého vzduchu na zvednutí 1 kg váhy. Výhodou horkého vzduchu je malý únik média z obalu ven. Nevýhodou je nutnost jeho ohřívání za letu.

Vodík

Vodík a jeho výroba je známy od roku 1766. Ze všech nosných médií má nejlepší nosnost. Jeden metr krychlový vodíku unese přes 1 kg hmotnosti. Nevýhodou vodíku je unikání ven z nosného obalu, i když je utěsněn. Navíc ve směsi se vzduchem je extrémně hořlavý a uniklý vodík z obalu se může při statickém výboji nebo zahřátí vznítit, či dokonce explodovat.

Helium

Helium je v současnosti nejužívanějším nosným plynem do vzducholodí. Jeden metr krychlový hélia vytváří vztlak na vznesení asi 0,98 kg váhy. Je bezpečné a nehořlavé. Nevýhodou je jeho špatná dostupnost a složitá výroba. Navíc také nejsnadněji ze všech použitelných médií prostupuje látkami. Tím dochází k úniku plynu z nosného obalu vzducholodě.

Další média

Svítiplyn (směs vodíku, oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého a několika dalších plynů) a metan jsou dalšími možnými nosnými plyny do vzducholodí. Svítiplyn se používal v jedněch z prvních balónů a vzducholodí. Je velice hořlavý. Metan je také hořlavý. Nepoužívá se, protože jeho nosnost je nižší než u běžně používaných médií.

2.3 Pohony vzducholodí

Pohon uděluje vzducholodi rychlost. Jako pohon se zprvu používala lidská síla. Dnes můžeme použít nejrůznější typy motorů, které mají mnohem větší výkon, než měly první motory použité ve vzducholodích.

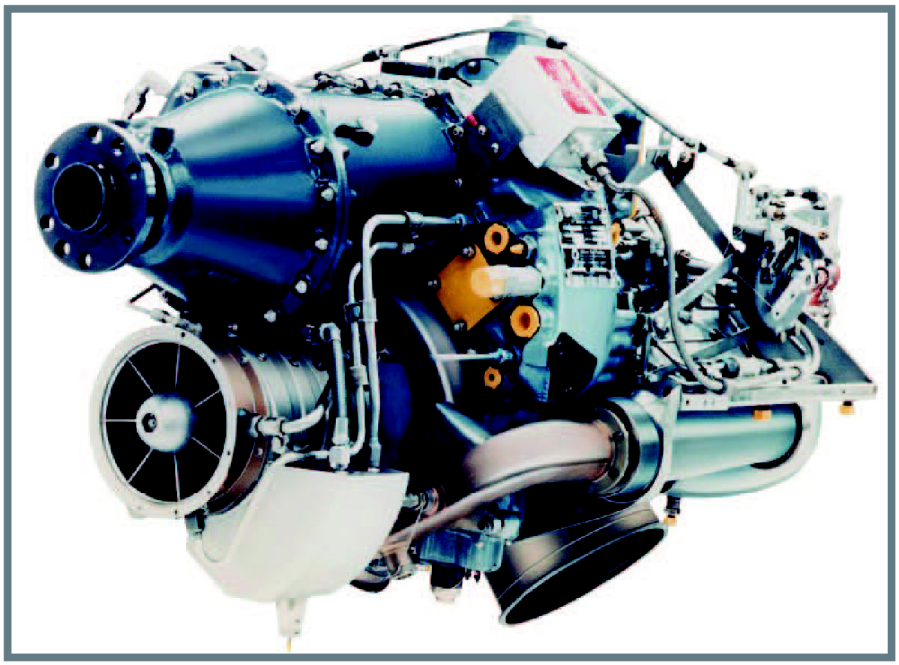
2.3.1 Motory

Vrtulový motor

Jde o zkombinování motoru jako generátoru kroutícího momentu a vrtule, která zajišťuje svým otáčením tah. Lze použít jakýkoliv motor – elektromotor, motor na palivové články, na plyn, parní motor atd.. Kroutící moment vytvářený motorem je přenášen přímo nebo pomocí převodů na vrtuli. Ta potom díky svému tvaru vytváří tah. [9]

Turbovrtulový motor

Tento typ je spojením proudového a vrtulového motoru. Spalované palivo pohání plynovou turbínu, která otáčí hřídelí, a ta přes převod otáčí vrtulí. Tah je vytvářen vrtulí s vyšší účinností než u běžného vrtulového motoru. Vrtule není přímo spojena s hřídelí, ale je spojena přes reduktor, který snižuje její otáčky. To je potřeba z důvodu různých průměrů vrtule a listů turbíny, což by mohlo způsobit příliš velkou rychlost na okrajových částech vrtule. [8]



Obr. 2-3 Turbovrtulový motor Rolls&Royce M250

Proudový motor

Proudový motor se u vzducholodí nepoužívá, jeho použití ale není vyloučeno. Důvod proč se nepoužívá, je vysoký tah, který motor vytváří, a to by v kombinaci s velkým tělesem vzducholodě mohlo způsobit problémy s aerodynamickým odporem. Proudové motory navíc nejsou při rychlostech do 400 km/h ekonomické.

2.3.2 Vlastnosti motorů

Umístění motorů

Poloha motorů vůči těžišti vzducholodě má výrazný vliv na letové vlastnosti vzducholodě. Motory se umisťují zpravidla symetricky podle směru letu po stranách obalu či gondoly. Kromě vlivu na letové vlastnosti může umístění motorů ovlivnit pohodlí cestujících. Příliš blízko gondole by mohly motory vytvářet příliš velký hluk a mohou také přenášet vibrace do gondoly.

Vektorizace tahu motoru

Motory s vektorizací tahu mohou být velice prospěšné letovým vlastnostem vzducholodě. Jedná se o motory, které se mohou natáčet v různých úhlech a měnit tak směr, kterým jde tah od vrtule.

2.4 Řízení

2.4

Pro řiditelnost vzducholodě je důležité splnit několik základních podmínek. Těleso s nosným plynem musí mít aerodynamický tvar, za všech okolností neměnný. Vzducholoď dále musí být poháněna dostatečně výkonným pohonem. Pro změnu směru letu pak musí být vybavena kormidly nebo motory s vektorizací tahu. Vypuštěním nosného plynu nebo zátěže se mění výška letu. Tu lze také měnit zvýšením hustoty nosného média pomocí balonetů.

Vzhledem k poměru velikosti nosného tělesa vůči velikosti gondoly a řídícím plochám je obratnost vzducholodí ve vzduchu nižší než u letadel. I přes dostačující letové vlastnosti jsou lety vzducholodí ovlivňovány počasím. Při špatné předpovědi některé typy nemohou vzlétnout.

2.5 Pozemní vybavení

2.5

Aby vzducholoď mohla zůstat mimo hangár, je nutno ji zajistit proti samovolnému letu. K tomuto účelu slouží kotevní stožáry. Nemusí se jednat však o stacionární sloupy. Pokud je vzducholoď menší, lze využít i nějakého mobilního stožáru připevněného na nákladním vozidle.

Hangár je dalším nezbytným pozemním vybavením. Slouží k tomu, aby chránil vzducholodě před okolními vlivy. Také slouží jako zázemí pro další vybavení a pomocný personál starající se o loď.

Pro provoz vzducholodě jsou potřebné aparatury na doplňování uniklého média. Médium je důležité pročišťovat, protože se znečišťuje působením UV záření. Dále je nutné doplňovat vzducholodi palivo.

2.6 Užité materiály

2.6

Materiály na výrobu vzducholodí jsou charakterizovány jasným záměrem splňovat požadované vlastnosti – pevnost, oděruvzdornost, nehořlavost atd. při zachování co nejnižší hmotnosti. Materiály tak musí být velice kvalitní a co nejlehčí.

2.6.1 Dural

2.6.1

Slitina hliníku s vysokou pevností. Obsahuje měď (3,5 do 5,5% hmotnosti), hořčík a mangan. Oproti čistému hliníku má větší hustotu. Hliník má asi 2,7 g/cm^3, u duraluminia se hustota pohybuje podle obsahu mědi a ostatních kovů od 2,75 g/cm^3 do 2,87 g/cm^3. Dural má mnohem vyšší mez pevnosti a mez kluzu. Mez pevnosti je 850 MPa(u hliníku jen 80 MPa) mez kluzu je potom 250 MPa (u hliníku jen 30 MPa). Další výhodou je, že neztrácí s časem na své pevnosti tak, jak na ní ztrácí čisté aluminium. Tvrzením duralu lze tak docílit tvrdosti téměř stejné jako má ocel. [18]

2.6.2 Uhlík, uhlíková vlákna

2.6.2

Uhlíková vlákna jsou velice moderním materiálem. Rozdělují se na několik podtypů, které každé mají jiné materiálové charakteristiky. Ty obzvláště pevná vlákna mají mez pevnosti až při hodnotě 7 GPa. I přesto, že jsou velice pevná, mají uhlíková vlákna velice nízkou hmotnost. Nevýhodou je nízká dostupnost a vysoká cena. [13]

2.6.3 Oceli

2.6.3

Slitiny železa a jiných kovů jsou běžně používanými materiály. Spousta z nich najde uplatnění i v leteckém průmyslu, zvláště na místech, kde je třeba vyšší pevnosti, než lze dosáhnout lehkou slitinou hliníku, ale je potřeba zachovat nízké výrobní ná-

klady. Podle českého rozdělení ocelí do tříd (norma ČSN EN 10027) jsou na letecké součásti vhodné oceli třídy 15 nebo třídy 16. [21][22]

2.6.4 Textilie

U tkanin na obal se používá tří vrstev materiálu. Venkovní vrstva je potažena nebo vyrobena z látky, která chrání před ultrafialovým zářením. Lze použít nátěr z tedlaru (polyvinyl fluorid) nebo mylaru (biaxiálně orientovaný polyethylen tereftalát). Prostřední vrstva je hlavně velice oděruvzdorná a používají se vesměs polyesterové tkaniny. Poslední, vnitřní vrstva musí vše utěsňovat. Upravuje se povrchově, nejčastěji neoprenem nebo gumou. [5][11]

3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA

3

Když průkopníci létání navrhovali své první létací stroje, soustředili se hlavně na jejich funkčnost. Vliv na design vzducholodě měly až důležité poznatky o tvaru balónu, aerodynamice a motorech. Na výsledný návrh vzducholodě má nejvíce vliv aerodynamika, která omezuje tvar a vzhled. Rozmístění motorů a kormidel má vliv na řiditelnost letounu. Použité materiály mohou ovlivnit barvu.

3.1 Historický vývoj designu

3.1

3.1.1 Design prvních řiditelných vzducholodí

3.1.1

První vzducholodě měly často spíše odtušené tvary ovlivněné poznatky z balonového létání. Na všechny své prototypy tak umísťovali obyčejné balóny. Pod ně zavěšovali na lanech otevřené gondoly, na kterých byl motor, kormidla, palivo a vše ostatní potřebné pro let. První letadla lehčí než vzduch byla svým designem značně různorodá. Často se inovovalo.

3.1.2 Design vzducholodí ve zlaté éře

3.1.2

Celkově byl design vzducholodí v jejich zlaté éře charakterizován kapkovitým tvarem nosného obalu. Po jeho stranách byly umístěny motory v gondolách a záď tvořil kříž kormidelních ploch. Kabina pro piloty vyčnívala ven pod přídí a měla taktéž kapkovitý tvar. Spousta lodí mělo další prostory pro posádku uvnitř nosného obalu. Byly tak dobře zakompoonovány a nezvyšovaly aerodynamický odpor lodě. Vnitřky lodí, hlavně Zepelínů, byly komfortně zařízeny. Konstruktéři používali osvědčené postupy a nechtěli se vrhat do neprozkoumaných oblastí inovace. Vzhledem připomínaly doutník, zejména zepelíny. Díky svému potahu měli stříbrnou barvu a lidé jim tak příhodně říkali „stříbrné doutníky“.

3.1.3 Současný design vzducholodí

3.1.3

V současnosti trh s letouny lehčími než vzduch není obsáhlý a portfolio firem zrovna tak. Výrobci se ale stále snaží vyvíjet nové typy vzducholodí, kde by mohli použít moderní technologii a design.

Kubíček Av-1 a Av-2

Dvě horkovzdušné vzducholodě vyráběné českou firmou Kubíček baloons. Mají velice podobné charakteristiky a jsou si velice podobné i z hlediska výroby. Obal mají z PES textilie, gondola je zavěšena uprostřed pod obalem na lanech ukotvených v horní části nosného obalu. Gondoly jsou svařované příhradové konstrukce z letecké oceli s laminátovým povrchem. Celkový design odpovídá spíše funkčním záměrům než estetickým. Snaha mít nízké náklady na výrobu jistě ovlivnila vzhled lodi, zejména gondoly. [10][14]

Goodyear GZ-20

GZ-20 je nezpevněná vzducholoď vyráběná americkou firmou Goodyear. Aerodynamicky tvarovaný, elipsoidní obal má plněn héliem, jeho povlak je pak vyroben z polyesterové tkaniny potažené neoprenem. Na obalu je taktéž zajímavý LED diodový panel s 82 656 diodami sloužící k reklamě. Pod obalem je zavěšena gondola až pro

17 lidí s velkými okny pro dobrý výhled. Vzducholoď může létat až 24 hodin v kuse. [14][15]

Zeppelin NT 07

Jedná se o vzducholoď s polozpevněným typem konstrukce, vyráběnou obnovenou firmou Zeppelin. Vnitřní struktura lodi je tvořena třemi nosníky z hliníku, které jsou vyztuženy trojúhelníkovými žebry z uhlíkového vlákna. Dohromady jsou svázány a zpevněny lany z aramidu. Na tento skelet je připevněn obal z třívrstvé tkaniny, 3 motory s vektorizací tahu a gondola pro 12 pasažérů a 2 piloty. Motory s vektorizací tahu umožňují létat vzducholodi jako helikoptéra. Díky dobré ovladatelnosti je na zemi potřeba pouze tří pozemních pracovníků k ukotvení vzducholodi. Obal je tvarován aerodynamicky do tělesa podobného elipsoidu. Na zádi je potom ještě připevněn motor. Gondola s velkými okny je taktéž tvarována do vhodného tvaru pro snížení odporu vzduchu. Vzducholoď je většinou v bílé barvě, pokud nenese nějaký reklamní nápis. V základním provedení pak nese jednoduchou grafiku podporující dynamický výraz. [5][11][14][19]

Obr. 3-1 Zeppelin NT 07

SPAS 4

Kulovitá vzducholoď vyráběná společností 21st century airships. Kulový tvar vzducholodi je zvolen z důvodu zachování co nejmenšího povrchu při co největším objemu. Do kulového tvaru je integrován také prostor pro pasažéry a pilota. Vzducholoď může působit trochu komicky, hlavně z důvodu umístění motorů a kormidel. Obojí je vystrčeno z kulovitého obalu ven, a svou neorganičností působí, jakoby k vzducholodi vůbec nepatřily. [14][16]

Stingray

Vzducholoď Stingray je kombinací vzducholodě a letadla těžšího než vzduch. Nosný obal má tvar křídla a generuje jak vztlak nosným médiem, tak prouděním vzduchu okolo profilu křídla. Žebrování na nosném obalu podporuje dynamiku a rychlost letadla. Pod obalem je upevněn kokpit letounu se dvěma motory. Celá vzducholoď tak připomíná spíše kluzák. [14]

Obr. 3-2 Vzducholoď Stingray

Lightship

Design lodě Lightship od firmy American Blimp Corporation je velice tradičním pojetím vzducholodě. Tvar nosného obalu je dán osvědčenou aerodynamikou. Gondola je jednoduchá a malá. Na designu Lightship je nesporně zajímavé uchycení kabiny pod obalem, kdy oproti normálním nezpevněným typům jsou lana upevňující gondolu připevněna zvenku nosného obalu, nikoliv zevnitř. Rozhodně je toto řešení levnější a dostupnější při opravě. [14]

SkyCat

Projekt se zabývá stavbou vzducholodě určené hlavně pro převoz velkých nákladů. SkyCat je zatím ve fázi vývoje a je hotov funkční prototyp. Zajímavostí projektu jsou vzduchové polštáře pod nosným obalem, které se při přistávání nafukují, vzducholoď tak může přistát kdekoliv. Dva propojené elipsoidní tvary s ostřejším zakončením na zádi utváří nosný obal. Pod propojením těchto tvarů je vtěsnána gondola. Motory jsou umístěny po bocích a na zádi. [7][14]

Obr. 3-3 SkyCat

3.2 Problémy designu

Aby mohla vzducholoď létat, musí splnit požadavek na aerodynamický tvar nosného tělesa. To tvoří naprostou většinu objemu vzducholodě a klade vzduchu největší odpor. Celková aerodynamika má veliký vliv na letové vlastnosti.

Při řešení designu letounu lehčího než vzduch je důležité zachovat několik vlastností, které jsou občas protichůdné. Zejména je důležité zachovat nízkou hmotnost a zároveň vsokou pevnost konstrukce vzducholodě. Nosný obal musí mít objem

na vytvoření dostatečného vztlaku, avšak při zvýšení objemu tělesa jsou ovlivňovány letové vlastnosti vzducholodě.

3.2.1 Tvarové problémy

Při vytváření tvaru stroje musíme dbát hlavně na aerodynamiku, objem a vyrobitelnost. Komplexní organické tvary budou náročnější na výrobu než obyčejné elipsoidy.

Pro dobré obtékání vzduchu by bylo výhodné tvarovat přední část do hrotu. Dosažitelnost tvaru hrotu je ale téměř nemožná. Kapkovitý tvar přídě je velice snadno dosažitelný a je také velice vhodný pro obtékání vzduchu. Aerodynamické tvarování se netýká jen nosného obalu, ale i gondoly a všech prvků kladoucích odpor vzduchu. Celkové organické tvarování se potom potýká s plošností a geometrizací kormidel.

Tvar vzducholodi, hlavně nosného obalu, by mohl vzbuzovat dojmy lehkosti a nadnášení. Obal sám totiž díky plynu uvnitř vyvolává vztlak. Proto by zde mohla zapůsobit souhra tvaru a funkce. Může zde vzniknout zajímavé výtvarné pojetí obalu.

3.2.2 Rozmístění dílčích hmot

Vzducholoď lze rozdělit na základní hmoty. Jejich uspořádání má potom vliv na vnímání objektu pozorovatelem a na jeho letové vlastnosti. Nosné těleso bude vždy dominantním prvkem vzhledem ke svému objemu. Motory, gondolu a kormidlo je pak nutné umístit ve funkčním smyslu, abychom získali požadované letové vlastnosti a stále zachovaly jednotnost celého designu.

Umístění pilotní kabiny může mít velký vliv na celkové vnímání vzducholodě pozorovatelem. Gondola vytváří po nosném obalu druhou největší hmotu a jejich vzájemná poloha tak vytváří hlavní dojem z celé lodě. Její umístění má také vliv na výhled pilota a cestujících ven a vyváženost vzducholodi.

3.2.3 Barevné pojetí

Dnes je často pojat obal vzducholodi jako poutač či reklamní plocha. Barevnost návrhu vzducholodě závisí na účelu jejího použití, ale má velikou volnost. Hodně se používá modrá barva, protože je to barva oblohy. Při kombinování barev se využívá rozdělení na základní části. Obal tak mívá jinou barvu než gondola apod. Při volbě barvy je nutno zvážit, zda chceme potlačit výraznost vzducholodě nebo ji naopak vyzdvihnout. Při reklamně je tedy vhodné využít nějaké barvy kontrastní s barvou oblohy. Pro potlačení výrazu budeme spíše volit nějakou nevýraznou barvu.

3.2.4 Ergonomie

Z ergonomického hlediska je na vzducholodi hlavním problémem gondola. Menšími problémy jsou přístup k motorům, údržba a servis celé vzducholodě, způsob přistávání a posléze zakotvení celého letounu.

Gondola je velice komplexním ergonomickým a konstrukčním problémem. Musí být lehká a musí pojmout veškerá potřebná zařízení k ovládání a cestující. Vstup do gondoly musíme navrhnout dle správných ergonomických pravidel. Dvířka by tedy měla být dostatečně velká, aby prošlo 95% lidské populace. Taktéž přístup ze země k těmto dveřím by měl být snadný a nejlepší by bylo, kdyby umožňoval vstup i handicapovaným. Sedačky uvnitř by měly být uspořádány s vhodnými rozestupy. Některé vzducholodi mívají na palubě průvodce nebo obsluhu. Pro tuto obsluhu je pak nutno počítat s prostorem, kde bude pracovat a připravovat občerstvení apod.

Ve vyhlídkové vzducholodi by měl design interiéru zajišťovat pasažérovi optimální místo u okna. Okna by měla být dost velká kvůli dobrému výhledu. Tvar mnohých oken by také mohl být přizpůsoben pro možnost částečného vyklonění. Mohly by být tedy vypouklá ven, aby mohl cestující vidět přímo pod vzducholoď.

Významným ergonomickým problémem je rozmístění přístrojů potřebných pro řízení vzducholodě. Pilot musí mít všechny přístroje na dosah, aby mohl reagovat v krátkém čase na jakýkoliv problém, který se mu za letu může vyskytnout. Okna musí pilotovi poskytovat výhled na všechny strany tak, aby mohl co nejlépe posuzovat situaci a dobře navigovat i bez použití přístrojů. Výhled ven je důležitý pro let a přistání. Protože pilot nevidí kotevní bod své lodě, je odkázán na pomoc lidí na zemi, kteří zachytávají přistávací lana a potom vzdušný koráb dovedou na místo upevnění.

Obr. 3-4 Přístroje v kabině Zeppelin NT

Gondola musí být také řádně odhlučněna, aby nezpůsobovala nepohodlí cestujícím. Na hlučnost a vibrace v gondole mají vliv především motory a jejich umístění.

Jednou za čas je nutné provést údržbu nebo opravu skeletu nebo jiné části vzducholodě. Ta je pro tyto účely zakotvena a přemístěna do hangáru. Všechny prvky by měly být vhodně přístupné, aby byla snížena náročnost servisu. Motory by měly být vytažitelné ven, pokud jsou v obalu. Elektronika v gondole by měla být dobře přístupná. Ventily a otvory pro plyn, palivo apod. by stejně tak neměly být rozmístěny nevhodně nebo mimo dosah běžného člověka.

Při přistávání je vzducholoď velice ovlivnitelná větrem. Proto je často zapotřebí pozemní posádky, která zachycuje lana. Těmi je vzdušný koráb vybaven právě pro účely přichycení a následné zakotvení na stožár. Lana by měla být dost dlouhá, aby je mohli lidé pohodlně zachytit, ještě než bude vzducholoď na zemi svým podvozkem. Vzducholoď by měla být ukotvena v takové výšce, aby byl usnadněn přístup ke gondole.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

V průběhu tvorby diplomové práce jsem vytvořil několik variant designu. Ty mi sloužily jako experimentální přístupy z hlediska inspirace a zkoušení různého pojetí tvaru, vzhledu a funkce vzducholodi.

4.1 Varianta A

Obr. 4-1 Vizualizace varianty A

4.1.1 Designérský přístup k úkolu

Funkce a účel konceptu

Záměrem je vnesení nového přístupu k vnímání vzducholodi. Pojetím vertikální vzducholodě pro 2-4 osoby se zaplňuje zatím neobsazený prostor na trhu se vzducholoděmi. Vznikne tak osobní vzducholoď, prostředek jak k dopravě, tak k trávení volného času. Cílovou skupinou budou lidé se zájmem o dobrodružnou dovolenou, popřípadě zájemci o soukromou vzduchoplavbu.

Inspirace

Vodní tvorové jsou velmi dobrým příkladem, jak se evolucí vytváří jejich vzhled, tvar. Těla ryb a mořských živočichů jsou tvarována, aby měla co nejmenší odpor při plavání. U vzducholodě je zas tak třeba aby měly co nejmenší odpor vzduchu při letu. Pro tvar kabiny pro posádku jsem se inspiroval tvarem těla žraloka. Ten jsem přizpůsobil velikostně požadavkům na prostor a požadavkům technickým. Tvar balónu vzniká sice vnitřním tlakem plynu, přesto připomíná nafukovací plynové měchy, používané pro regulaci hloubky plavby ryb. Tvar balónu je taktéž připodobněn buňkám pomerančů, které obsahují pomerančovou šťávu. Celkově jsem při designu této varianty byl inspirován konceptem vzducholodě Aeolus, které jsem design značně připodobnil.

Obsah

Problémem při vytváření malé vzducholodě jsou značné technické nároky na nosnost. Je nutné snížit náklady na minimum, kvůli koncové ceně produktu, ale zároveň vytvořit kvalitní design z vhodných materiálů při zachování co nejmenší hmot-

nosti. Ve výsledku pak musí koncept vytvářet dojem kvality, nikoliv podbízivé ceny a dojmu nehotovosti.

4.1.2 Ergonomické řešení

Ergonomicky nejdůležitější částí vzducholodě je gondola. Tato kabina je prostorem pro pasažéry, piloty a taktéž pro veškerou další možnou interakci mezi člověkem a strojem, kromě údržby a oprav. Prostor pro cestující je tak co nejvhodněji vyřešen. Cestující má mezi sedadly dostatečný prostor pro kolena a nad hlavou. Sedadla jsou také vybavena bezpečnostními pásy. Ovládání vzducholodě je příliš komplikované a obsáhlé pro vyřešení v jedné diplomové práci, proto se jím nezabývám. Výhled ven je proto pro mne nejdůležitějším ergonomickým problémem. Z polohy pilota je rozhled v horizontální rovině více než 150 stupňů. Ve vertikální rovině směru letu je optický úhel výhledu přibližně 45 stupňů.

4.1.3 Tvarové řešení

Tvar

Při návrhu vzducholodi je třeba velice dbát na aerodynamické vlastnosti tvaru. Při konceptu vertikální vzducholodě je aerodynamika zvažována hlavně ve smyslu pohybu vzducholodi. Veškeré přední plochy jsou oblé. Tvar se nejprve jemně rozšiřuje a poté se směrem dozadu pomalu zužuje, aby bylo zajištěno optimální obtékání vzduchu. Hmota je barevně rozlišena podle užití na gondolu a nosný obal. Tvar je celkově měkký a organický. Z bočního pohledu je potom částečně geometrický. Jde hlavně o prostor zadní oběžné vrtule, který se v obrysu blíží kruhu – kvůli sladění smyslu rotace vrtule a tvaru krytu motoru. Díky vysoké vertikalitě má design nestabilní výraz. Toto navíc umocňuje zvýšený objem hmoty v horní části nosného obalu.

Kompozice

Kompozičně je design této varianty vzducholodě pojat spíše jako kontrast nadnášejícího obalu a prostoru pro posádku. Přestože musí vytvářet společně uzavřený tvar, jejich kontrast je již rozumově založen na pojmu objemu a hmotnosti. Gondola je mnohem těžší, jsou v ní motory, pasážeři, a je z pevného materiálu. Obal je naproti tomu výrazně objemnější, s hladším tvarem a z hmotnostního hlediska má zápornou váhu. Gondola proto i přes nutné aerodynamické vlastnosti obsahuje geometrické tvary a linky. Obal je naproti tomu pouze oblý se svým vlastním organickým tvarem. Tento kontrast je nadále podpořen různým barevným členěním.

4.1.4 Barevné a grafické řešení

Barevné pojetí této varianty vzducholodě je řešeno velice okrajově. Barvou však lze podpořit významně kontrast mezi hmotou nosného obalu a gondoly. Obal by měl mít vždy bílou nebo stříbrnou barvu, aby působil lehčím dojmem, ale barva ho zároveň opticky zvětšovala. Dále na něm budou letecké nápisy a díky bílému podkladu tak budou dobře čitelné. Gondola naproti tomu může využít teoreticky jakékoliv barvy ve tmavém nebo středně tmavém odstínu. Nejlépe vyznívá černá, modrá, červená, popřípadě tmavě zelená. Spíše nevhodné by byly barvy růžová a žlutá. Já jsem jako základ zvolil tmavě šedou barvu.

Dekor a výzdobné systémy by přišli v úvahu pouze v prostoru pro posádku, zejména pak na potahu sedadel. Potah sedadla je ale už velice detailní záležitost, na kterou se nezaměřuji.

4.1.5 Psychologická funkce

Design vzducholodě má psychologický dopad na člověka, který objekt vnímá (používá či jen pozoruje). Tvar a barva tak činí dle mého názoru nejvíce. Výraz samotného designu neznepokojuje pozorovatele. I přes informaci o nestabilitě předmětu lze vidět, že rozložení hmot a barevné pojetí vypovídá o nadnášení. Celkově pak hladké křivky jak gondoly, tak obalu vyvolávají dojem dobrého okolního proudění vzduchu. Barva obalu může vyvolávat pocit chladu, ale neměla by pozorovatele znepokojovat. Interiér provedený ve chladných barvách v kombinaci s neutrálními barvami bude vyvolávat pocit klidu, který je potřebný pro uvolnění a odpočinek, což by mělo provázet vyhlídkový let. Zvolené materiály by měly být příjemné na dotek, aby vzbuzovaly dojem komfortu.

Výsledná vyrobená vzducholoď nebude vzbuzovat dojem honosnosti, neboť by ji měli mít možnost používat i běžní lidé ve střední třídě. Je to prostředek na podnikání výletů, a tak celkový vzhled vyvolává jasnou představu o objektu pro dobrodružné výpravy. Svou velikostí si stroj získá obdobnou úctu, jako mají v domácnosti jiné dopravní prostředky, např. auta. Vlastní letecký dopravní prostředek se může stát cenným vlastnictvím, které bude znakem bohatství pro společnost. Také může navyšovat pocit jedinečnosti majitele ve společnosti.

Vzducholoď je díky svým podlouhlým a oblým tvarům zvažována spíše jako ženský objekt. Charakterem vlastností letu a síly motorů poháněj ící velký objekt dopředu je to trochu mužským objektem. To je nadále podpořeno mírně potlačenou agresivní inspirací žralokem. Tvar predátora je rozeznatelný především ve přední části gondoly, je však změkčen celkovým zaoblováním tvaru.

Obr. 4-2 Kabina působí těžším dojmem než obal

4.1.6 Ekonomická funkce

Jelikož se jedná o velice konceptuální pojetí vzducholodi, je těžké odhadnout přímou cenu výrobku s vysokou pravděpodobností. Dle záměru by však měl cenově výrobek spadat do prostoru, který si může dovolit úspěšný podnikatel. Celkový vývoj nového stroje je však více nákladný, než následná cena za vzducholoď. Vzhledem

k tomu, že nejsou známy všechny problémy při vývoji, je naprosto nemožné odhadovat cenu nákladů na vývoj.

Výsledná cena této vzducholodě by se dle mého názoru měla pohybovat okolo 4,5 milionu korun v závislosti na použitých materiálech. Při použití lehkého hliníku na konstrukci by mohla být teoreticky trochu menší. Avšak při použití kvalitních uhlíkových materiálů bude výrazně dražší. Vzducholoď se bude rozhodně vyrábět individuálně, protože svou velikostí by výrobna musela být velice rozsáhlá. Rozhodně by se jednalo o výrobu gondoly a následné kompletace všech částí. Motory, vrtule, sedadla, přístroje a nosný obal by se nechávaly vyrábět externě.

4.1.7 Sociální funkce

Zájmy společnosti

Návrh osobní vzducholodi je inspirován outdoorovými výlety. Vzducholoď tak může vzbudit zájem u lidí zajímajících se o outdoorové aktivity. Celkově tak může tato vzducholoď mít dopad na cestovní ruch jeho zvýšením, zosobněním. Lidé se snadněji dostanou na odlehlá místa se zavazadly. Bydlet ve vzducholodi však nelze a proto by se kempy a hotely musely přizpůsobit. Nejlépe vytvořením parkovacích míst pro tato malá letadla.

Výroba vzducholodí jako taková by potřebovala spolupráci mnoha firem. Na základě spolupráce současných národních úřadů pro civilní letectví by musela vzniknout nová legislativa zohledňující turisty ve vzducholodích jako právoplatné uživatele vzdušného prostoru s důrazem na zachování současné úrovně bezpečnosti letového provozu.

Obr. 4-3 Podvozek varianty tvoří tři nohy

Ekologie

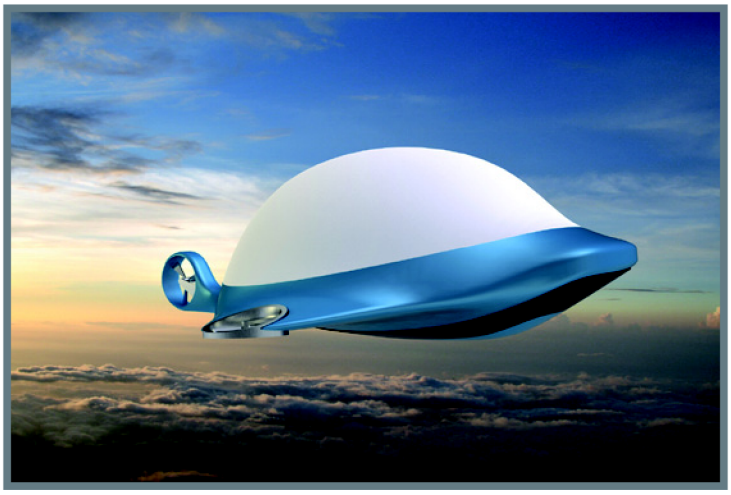
Vzducholodě nezatěžují životní prostředí tolik jako jiná dopravní letadla. Jejich motory mají menší spotřebu a vzhledem k tomu, že vzducholoď používá nosného plynu ke vztlaku, není potřeba vysokého výkonu motorů. Vzducholodě jsou mnohem méně hlučné. Ekologicky nejnáročnější částí je pravděpodobně výroba speciální tkaniny, motorů.

4.1.8 Technické řešení varianty

Spíše hmotová studie vertikální vyhlídkové vzducholodě působí zajímavým dojmem. Základem konceptu je podlouhlá gondola z ultralehkých materiálů. Tato kabina poskytuje prostor pro pilota a další tři cestující. Skrývá také podvozkové opěry, které jsou umístěny na její spodní straně. Po stranách gondoly jsou umístěny vrtule poháněné motorem umístěným uvnitř. Boční vrtule mají nastavitelný směr tahu, takže vzducholoď může létat jako vrtulník. K ovládání směru slouží třetí vrtule, umístěná v zadní části. Ta je poháněna druhým motorem, který je rovněž v zadní části gondoly. Nosný balón s héliem je umístěn nad gondolou a vůbec tak neomezuje výhled pilota ani cestujících. Je vyroben z třívrstvého kompozitního materiálu, který brání úniku hélia ven z obalu. Balonet skrývající se uvnitř nosného obalu slouží hlavně k ovládání tlaku hélia a tím také k ovládání letové výšky. Okno v gondole poskytuje dobrý výhled ven jak pilotovi, tak i cestujícím. Sedadla by byla řazena do dvou řad po dvou. Nástup by byl přímo částí okna, která by se dala otevřít a sloužila by jako dveře.

Vzhledem ke své velikosti je vzducholoď schopna přistávat i na menších loukách a prostranstvích. Tato vzducholoď je navržena jako letadlo typu VTOL neboli s kolmým startem a přistáním. Díky podvozkovým opěrám je schopna přistát i na nezpevněných místech. Výborně se proto hodí na zamýšlené vyhlídkové lety za památkami. Bohužel tento koncept je velice zranitelný bočním prouděním větru. Mohl by se tak snadno stát hůře ovladatelným, měl by tak omezené používání z hlediska počasí.

4.2 Varianta B



Obr. 4-4 Vizualizace varianty B

4.2.1 Designérský přístup k úkolu

Záměrem konceptu je přinést do oboru vzduchoplavby nový stroj, který by sloužil cestovním kancelářím či leteckým společnostem pro pořádání vyhlídkových letů pro větší počet osob. Oproti vyhlídkovým letům v balonech přinese řiditelnost, oproti vyhlídkovým letům v letounech a helikoptérách přinese menší ekologické nároky, větší komfort cestujících a méně nákladné létání.

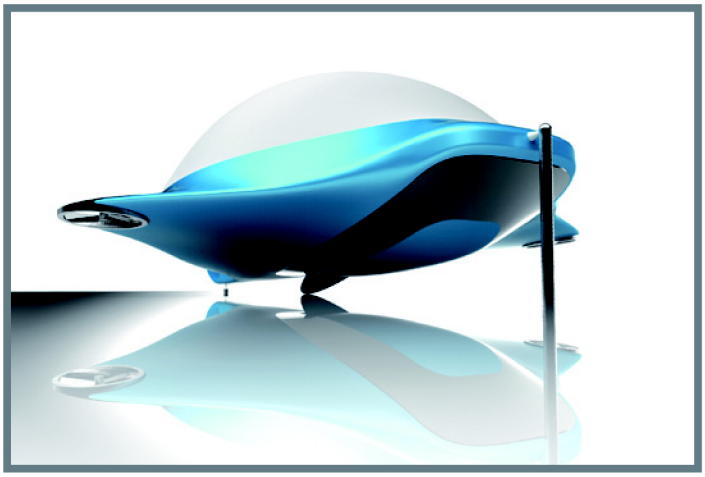
Inspirace

Pro dobrou aerodynamiku vzducholodě je nezbytné tvarovat hmotu vzducholodě organicky a měkce. Pro inspiraci je tak velmi vhodná živá příroda. Zvláště pak mořští živočichové, kteří jsou evolucí uzpůsobení pro pohyb ve vodě. Jejich tvary jsou tak krásně zaoblené, měkké a organické. Pro svoji variantu B jsem si zvolil za inspiraci rejnoka. Tvar jsem poté připodobnil tomuto tvoru. Technickou inspirací mi také byly oběžné vrtule a ventilátory.

Obsah designu

Jedním ze základních problémů designu vzducholodě je potřeba zachování co nejnižší hmotnosti při vysoké pevnosti konstrukce. Čím těžší bude vzducholoď s nenaplněným obalem, tím menší bude mít nosnost. Avšak celý tvar vzducholodě by měl pro zachování dobrých letových vlastností zůstávat neměnný. Proto je třeba dbát na minimální požadavky pro konstrukci a snažit se zachovat co nejmenší povrch nosného obalu při co největším objemu.

Obří vzducholoď může vzhledem k proporcím člověka připadat trochu groteskně velkým objektem. Paradoxem je, že vzducholoď je i přes svoji velikost předmět, který je lehčí než vzduch. Inspirace rejnokem působí jako humorná, možná až komická, která na druhou stranu jednoznačně odliší tvarem výsledný návrh od stávajících vzducholodí tím lépe, čím více se bude podobat pravému rejnokovi a méně klasickým vzducholodím ve tvaru doutníku.



Obr. 4-5 Ukotvená Varianta B se sklopenými nástupními dvířky

Design by měl být jemný a co nejjednodušší aby byl snadno pochopen účel vzducholodě. Samozřejmě je možné udělat design výrazný, pokud chceme používat veliké letadlo na obloze jako reklamní poutač. To pak pomůže našemu záměru celkově. Reklamou a zvýšením komfortu cestujících se zájmem o vyhlídkový let tak vznikne přidaná hodnota oproti stávajícím strojům na trhu.

4.2.2 Ergonomické řešení

Pasažér, pilot nebo i stevard je v interakci se strojem nejčastěji v prostoru gondoly vzducholodě. Nejdříve při nástupu, poté při přepravě a naposled při výstupu. Pilot ovládající letadlo komunikuje pomocí ovladačů se strojem nejčastěji. Avšak

kompletní řešení problému ovladačů a sdělovačů v pilotní kabině je mnohem komplexnější než lze obsáhnout v této diplomové práci. Proto se zabývám pouze rozdělením prostoru pilota pro jeho práci. Polohovatelné sedadlo je ergonomicky nejlepším řešením sedu pilota a je vhodné pro 95% lidí. Výhled z oken pilota je v horizontální rovině větší než 170 stupňů. V rovině letu vzducholodě je pak možný výhled v úhlu větším než 60 stupňů.

Pro cestující je pak jednoznačně nejdůležitější úhel výhledu z okna, který je při vzdálenosti 1 m sedadla od okna větší než 90 stupňů. Sedadla pro cestující jsou nasměrována kolmo na směr letu, aby cestující měli lepší pohodlí při výhledu. Sedadla jsou rozmístěna v blocích po dvou sedadlech, mezi bloky je dostatečných 800 mm pro průchod. Tento průchod mezi sedadly bude využívat hlavně stevard, který může roznášet občerstvení pro pasažéry.

Nástup a výstup je realizován pomocí zadních výklopných dveří. Tyto dveře se zaklápí celé do gondoly hned po startu. Úhel, který svírají se zemí při otevření je tak malý, že je vhodný i pro handicapované pasažéry. Nejsou totiž použity schody, pouze nakloněná rovina. Na palubě se také nachází chemická toaleta pro potřeby celé posádky, která se může skládat až z 25 cestujících, 1 stevarda a 2 pilotů.

4.2.3 Tvarové řešení

Tvar

Jak jsem již uvedl, inspiroval jsem se rejnokem a tvar návrhu jsem mu připodobňoval. Snažil jsem se využít někde tvaru koule, protože ta má z jednoduchých geometrických těles nejmenší povrch při stejném objemu. Koncept s připodobněným tvarem rejnokovi působí velice hravě, organicky a měkce. Skoro až groteskně a dětsky. Při půdorysu rejnoka jsem pak zvolil přidání polokoule, abych zvýšil objem nosného obalu. Na zadní ocasní ploše jsem pak propojil opticky rotační pohyb vrtule a tvaru ocasního krytu. Po stranách jsou v křídlech umístěny oběžné vrtule, které rovněž využívají souladu rotace a tvaru kruhu. Při tvarování gondoly jsem se řídil ergonomicky vhodným výhledem pro cestující a pilota. Taktéž jsem mohl vytvořit velké dveře pro nástup a výstup, které by tuto činnost usnadnily.

Měkký tvar vzducholodě působí uzavřeně a hladce, velmi přírodně a organicky. Celková hmota se svým objemem rozděluje po směru letu v aerodynamickém duchu. Z oblého předku se rychle rozšiřuje až do maximální šířky a poté se pomalu zužuje, až se na konci vzducholodě zaobli.

Kompozice

Kompozice je tvořena hlavně dělením uzavřené hmoty vzducholodě na tři optické části. Nejspodněji jsou okna a podlaha kabiny pro posádku. Nad okny je hmota křídel a konstrukce (taktéž část nosného obalu). Geometričtější prvek polokoule pak vytváří třetí hmotu, která se svou jednoduchostí liší značně od tvaru podobného rejnokovi ve spodní části.

Konvexní tvarování a pojetí kompozice je důležité pro letové vlastnosti. V celku je kompozice jednoduchá, srozumitelná a snadno rozeznatelná. Horizontální členění částí kompozice pak dodává mírně dynamický výraz celému designu vzducholodi.

4.2.4 Barevné a grafické řešení

Kompozice celé vzducholodi je rozdělena i barevně. Rozdělení na tři hmoty je tak znázorněno bílou barvou kulové části, modrou barvou prostřední hmoty a černými skly gondoly. Celkově tak studená modrá a neutrální bílá odlehčují výraz vzducholodi. Ta sice vypadá větší, přesto ne těžká. Díky modré barvě zespodu bude také těžší zpozorovat vzducholoď ze země, když bude pozorovatel stát pod ní.

4.2.5 Psychologická funkce

Při pohledu na vzducholoď už měkký tvar napovídá jemnosti. Tato jemnost, hladkost bude také podpořena použitými materiály. Hrubost materiálu či tvaru by odporovala vzduchu při letu a celkově by tak zhoršovala letové vlastnosti vzducholodě. Klidné a chladné barvy nebudou působit vzrušivě na posádku. Pilot tak může být klidnější a možná méně agresivně létat. Cestujícím pak tyto barvy pomohou přivodit klid

Obr. 4-6 Ze spodního pohledu je patrná inspirace rejnokem

pro vyhlídkovou plavbu. Jejich nevýraznost nebude vyrušovat při pohledu na krajinu, která má být hlavním zájmem pasažérů.

Pohled na velkou vznášející se vzducholoď může vyvolávat úctu k objektu, zejména pak hlavně díky její velikosti. Velké připodobnění tvaru rejnoka naproti tomu vyvolává dětinský až komický vjem vzducholodi. To spolu s měkkostí tvaru vzbuzuje hravé emoce a potlačuje tak agresivitu. Celkově se jedná o ženský objekt díky tvarovému charakteru jemnosti a výrazu „gravidního“ rejnoka.

4.2.6 Ekonomická funkce

Konečná cena výrobku nelze odhadnout přesně kvůli příliš koncepčnímu charakteru designu. Ten nám prozradí pouze účel stroje. Výsledná vzducholoď spadá do vysoké cenové kategorie. Cenu si tak mohou dovolit zaplatit pouze velké společnosti, pravděpodobně letecké nebo cestovní. Spolu s nákupem vzducholodě je nutnost podnítit rozvoj infrastruktury a pořízení hangáru pro obsažení lodě takovéto velikosti.

Největší vliv na konečnou cenu mají pak použité materiály – nosný obal tvoří většinu povrchu vzducholodě, a proto bude nejvíce používaným materiálem. Také jsou na něj kladeny vysoké tvarové nároky a výroba bude složitá. Výroba podpůrné konstrukce je jednodušší, avšak kvůli snaze použít lehké, ale přesto pevné materiály, ovlivní výrazně cenu vzducholodě.

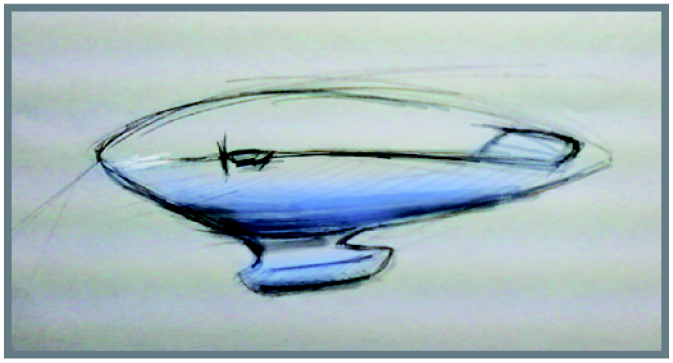
4.2.7 Sociální funkce

Vzducholoď je mnohem ekologičtější způsob dopravy než letadla. Vydává méně hluku a je méně náročná na palivo. Nezatěžuje tak životní prostředí více než auto. Ekologicky nejnáročnější je samotná výroba stroje, zejména pak jeho obalu a konstrukce. Všechny materiály jsou ale po skončení životnosti vzducholodě plně recyklovatelné.

Vyhlídkové lety podnikané vzducholodí pak mají výrazný vliv na psychiku člověka, jelikož může trávit mnoho odpočinkového času. V originálnosti vzducholodí tak může produkt celkově posloužit ke zvýšení cestovního ruchu v zemi, kde budou lety provozovány.

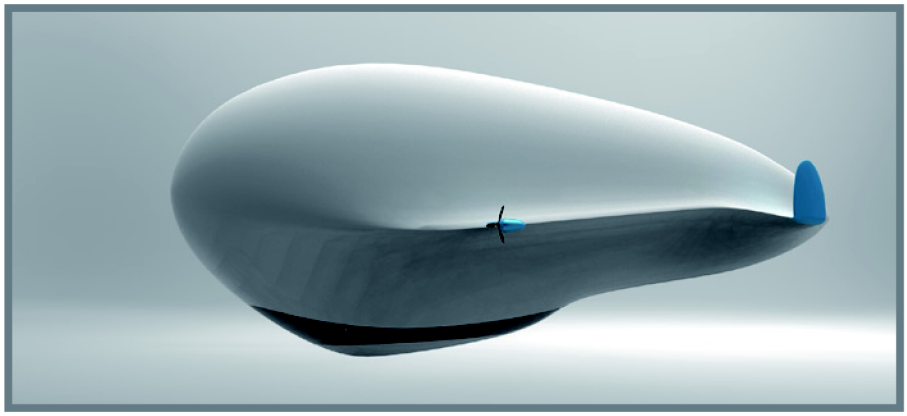
4.3 Třetí varianta designu

Z výše uvedených variant jsem potom vybral přístup, jakým chci svůj návrh zpracovat. Zvolil jsem vzducholoď pro 20 cestujících, s klasickým tvarováním, pro-



Obr. 4-7 Jedna z prvních skic zobrazující boční hranu

tože nové tvary přináší problémy s konstrukcí a následnou výrobou. Jejich přínos z hlediska aerodynamiky je velice sporný. Při zpracovávání designu finální varianty jsem potom dbal na to, abych pokryl tvarováním a výsledným řešením svoje záměry v inovaci tvaru. Nahradil jsem klasická „bombovitá“ řídící křidélka. Vnesením hrany

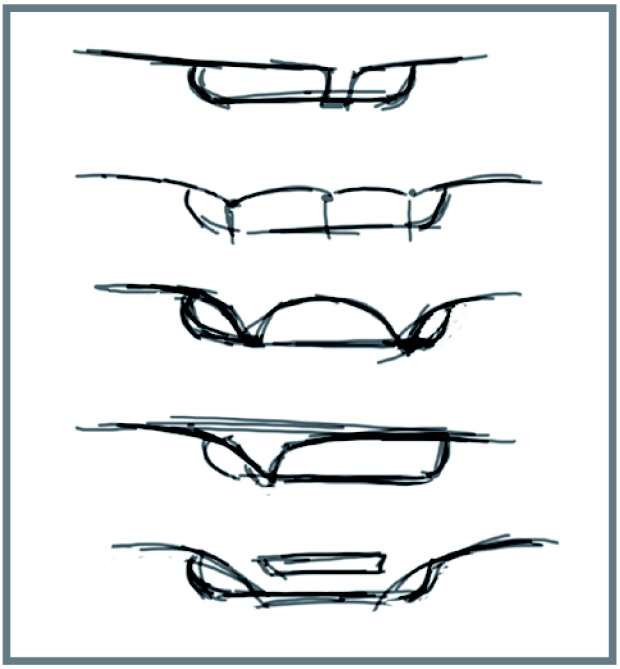


Obr. 4-8 První tvarování finální varianty

do jinak striktně oblého tvaru jsem ztvárnil myšlenku napínání tkanin. Zajisté jsem

věděl, že chci zpracovat polozpevněnou vzducholoď, kde se část tvaru vytváří pouze přetlakem plynu uvnitř.

Důležitým tvarovým prvkem designu se pro mě stalo spojení gondoly pro cestující s hlavním dominantním nosným obalem. U tohoto spojení jsem vytvářel několik variant, které vyvolávaly dojem, že kabina je pevně spojena nebo připevněna k nosnému obalu. Celkovým výrazem designu pak měla být částečná dynamika spojená s hravostí a účelem pro zábavu a komfort.



Obr. 4-9 Skici tvarového přechodu obalu do kabiny

Tvarovou inovaci jsem spojil s inovací v prostoru pro cestující, kde jsem se snažil vytvořit lepší výhledové podmínky pro větší požitek z letu. Také jsem chtěl cestujícím zajistit možnost volně se pohybovat po vzducholodi a odpočinkovou zónu u okna s výhledem na ubíhající krajinu za vzducholodí.

Třetí varianta se stala postupným vývojem finální verzí celého designu.

5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

V této části se budu zabývat ergonomickými problémy, bez jejichž alespoň částečného vyřešení bych nemohl navrhnout další prvky designu dobře. Interiér prostoru pro posádku celkově ovlivňuje vnější vzhled a naopak. Z hlediska použití vzducholodi je do interiéru gondoly potřeba umístit několik potřebných prvků. Vzducholoď bude přepravovat 23 lidí, včetně pilota a stevarda. Podle potřeby může také letět déle než 5 hodin a uletět 500km. Všichni na palubě budou mít s sebou nějaká zavazadla a také se jim může naskytnout potřeba jít na toaletu. Vzhledem k době letu je absence alespoň minimálního občerstvení nemyslitelná.

Návrh na rozložení interiéru jsem pojednal jen zevrubně, avšak snažil jsem se zachovat všechny potřebné požadavky pro posádku. Celý interiér jsem rozdělil na několik prostorů, které kladou různé ergonomické požadavky na jejich umístění v gondole a také na jejich využití.

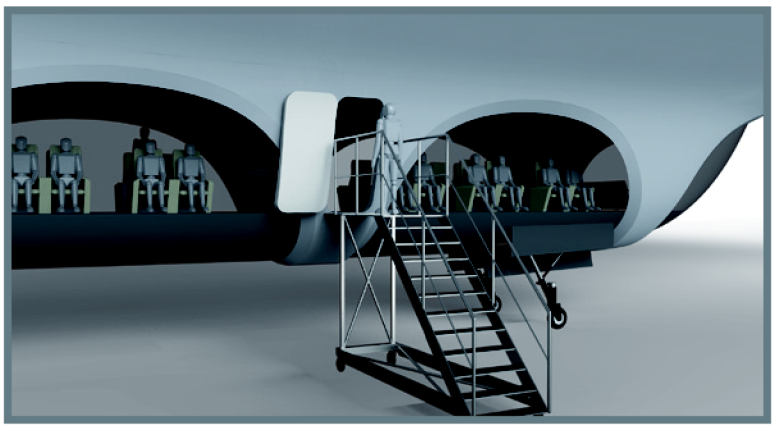
Vyhlídková vzducholoď spadá do ergonomické kategorie I. Se člověkem je v užitkovém kontaktu. Obsahuje ovladače a sdělovače, které komunikují se člověkem. Kontakt člověka se strojem je nejen rukou. Vyhlídková vzducholoď je využívána dynamicky.

5.1 Ergonomické prvky vzducholodi

5.1.1 Nástup a výstup

Pro všechny transportní stroje je nástup dovnitř první interakcí člověka se strojem. Výstup je naopak ukončovací fází. U vzducholodí je nástup a výstup ztížen způsobem kotvením tělesa u země. Vzducholoď se ve větru může pohybovat, popojíždět a podobně. Navíc kabina pro posádku je nad zemí, a je potřeba do ní vstoupit po schodech.

Nástup a výstup do a z mnou navrhované vzducholodi se nijak neliší od stávajících řešení. Ta jsou dostatečně bezpečná a nepotřebují zvláštní vylepšení. Celý proces je umožněn díky pojízdným schodům, které obsluha letiště před nástupem cestujících zajistí ke dveřím. Schody se do stran pohybují v souladu s ukotvenou vzducholodí. Pohyb vzducholodi směrem k zemi je omezen podvozkem. Celá posádka tak nastupuje a vystupuje pomocí těchto schodů dveřmi na levé straně gondoly. Tyto dveře jsou umístěny z bočního pohledu uprostřed gondoly, aby byl zajištěn co nejkratší čas pro nástup a výstup, zejména v nouzové situaci, kdy mohou být schody nahrazeny nafukovací skluzavkou.

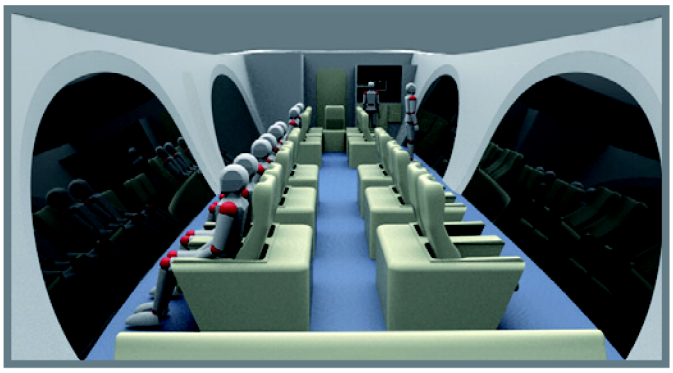


Obr. 5-1 Nástup i výstup pomocí letištních schodů

5.1.2 Prostor pro cestující

Vyhlídková vzducholoď oproti letadlům a horkovzdušným balónům nabízí několik výhod. Oproti letadlům je to nižší rychlost letu, možnost volně viset ve vzduchu, nižší hluk a možnost letět v nižších výškách. Oproti horkovzdušným balónům pak nabízí delší lety a hlavně možnost letět i jinam než vane vítr, navíc cestující nemají nad hlavou plynový hořák, který kromě hluku generuje také vysoký žár. Vzducholoď je tedy nejvýhodnější pro vyhlídkové lety z hlediska cestujícího.

Prostor pro cestující tvoří největší část interiéru gondoly. Je přímo spojen s prostorem pro stevarda a oddělen od pilotního prostoru. Nachází se v něm dvacet sedadel, umístěných po dvojicích, ve dvou řadách. Řady sedadel jsou směrovány čelem k oknům, aby člověk při vyhlížení ven nemusel natáčet hlavu. Před řadami je veliký prostor pro nohy, takový aby člověk mohl procházet. Okno, které je až k podlaze gondoly, poskytuje výhled cestujícímu v úhlu až 70 stupňů v rovině kolmé na dráhu letu. Mezi řadami sedadel je vhodně veliká ulička pro průchod stevarda. Za sedadly je prostor pro zavazadla, který může z opačné strany skrývat pomocné madlo pro obsluhu.



Obr. 5-2 Pohled do interiéru vzducholodě

V prostoru pro cestující se nachází dveře pro nástup a výstup. Jsou umístěny uprostřed, aby bylo umožněno co nejrychlejší opuštění vzducholodi. Ve přední části se nachází malá toaleta, kterou může využít kdokoli z posádky. U této toalety se také nachází malá kuchyňka pro stevarda. Díky umožnění volného pohybu cestujících po gondole je v její zadní části umístěna pohovka sloužící k výhledu z panoramatického okna.

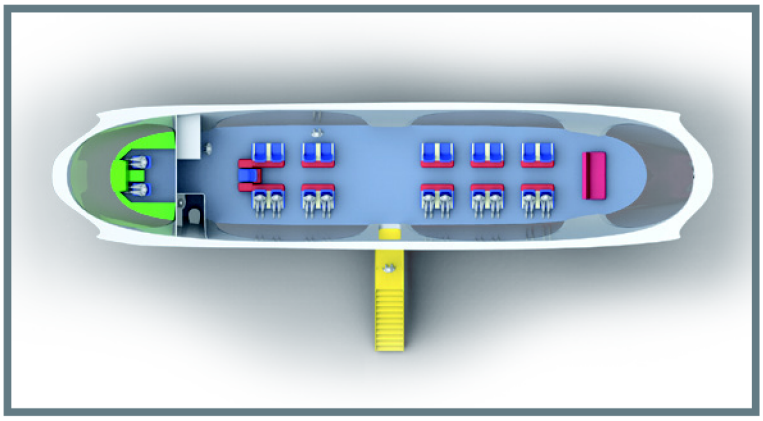
Obr. 5-3 Sedadlo Andromeda od Avio interiors

Všechna sedadla cestujících poskytují pohodlí, které odpovídá business class. Jedná se tedy o druhou třídu komfortu. Použita jsou sedadla, která se běžně dodávají do letadel, protože mají nízkou hmotnost. Dále musí u sebe mít možnost výklopného stolku pro odložení občerstvení a podobně. Samozřejmostí jsou bezpečnostní pásy na každém sedadle. Jako příklad vhodných sedadel může být sedadlo vyráběné firmou Avio interiors, typ Andromeda.

5.1.3 Prostor pro obsluhu

Stevard je vzhledem k možné délce letu důležitý pro komfort cestujících. Zpříjemňuje cestujícím let občerstvením, popřípadě výkladem o místu, nad kterým se zrovna přelétává. Pro plné vykonávání své práce potřebuje mít stevard k dispozici prostor, kde má uloženy potraviny, popřípadě spotřebiče, a místo kde může občerstvení připravovat.

Můj návrh počítá s malou leteckou kuchyňkou v přední části kabiny pro posádku. Tato kuchyňka je umístěna naproti toaletě. Sedadlo, na kterém stevard odpočívá, je umístěno naproti dveřím do pilotní kabiny zády k cestujícím. Za sedadlem má přístup ke skříňce se zásobami a úložným prostorem pro vlastní věci. Vybavení kuchyňky se může lišit, podle toho co bude případný kupující požadovat. Spotřebiče pro ni vhodné jsou běžně dodávané do letadel. Prostor obsluhy je přímou součástí prostoru pro cestující. Příprava občerstvení je skryta, protože prostor přípravy je krytý zády stevarda. Cestující si mohou buď občerstvení objednat a nechat donést nebo si mohou kávu vychutnat při výhledu ven ze zadního okna na velké sedačce v zadní části gondoly.



Obr. 5-4 Barevné schéma rozdělující prvky v interiéru

5.1.4 Pilotní kabina

Pilotní kabina sama o sobě je velice komplexním ergonomickým problémem. Je to hlavně kvůli množství sdělovačů a ovladačů, které jsou zde umístěny. Toto je navíc umocněno důležitostí osoby pilota při řízení letu. Kompletní vyřešení pilotní kabiny by vydalo zřejmě na víc než diplomovou práci. Pro svoji práci však uvažuji, že prostor pro piloty bude podobný stávajícím řešením. Uvažuji s podobným rozložením, jaké je použito u Zeppelinu NT.

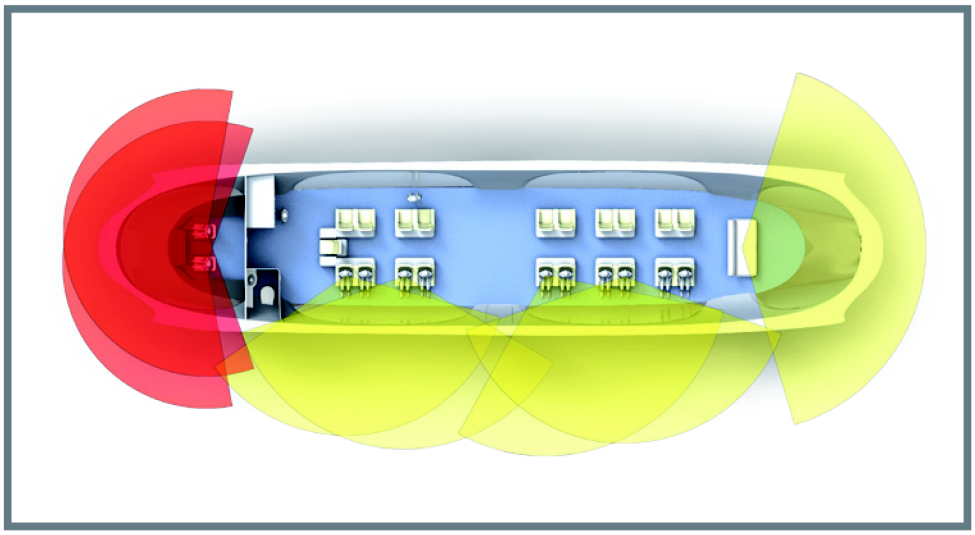
V kabině budou sedět dva piloti, přičemž jeden bude mít obyčejně na starosti spíše navigaci a druhý řízení. Ve všech ohledech by jim měly napomáhat nejmodernější letecké přístroje. Oba piloti budou sedět před společným řídícím pultem. Mezi nimi bude také prostor pro další ovladače a elektroniku. V kabině je také možné umístit

nějaké přístroje ke stěně gondoly. Před každým pilotem bude umístěno řízení vzducholodi.

Nejdůležitějším faktorem, který je ovlivněn vnějším vzhledem, je výhled pilotů. V tomto ohledu je potřeba, aby pilot viděl hlavně dopředu a do stran. V mém návrhu má pilot poskytnut výhled v horizontální rovině přibližně 150 stupňů, v rovině, kterou tvoří směr letu, je to pak 35 stupňů.

Z bezpečnostních důvodů je pilotní prostor oddělen tenkou přepážkou od prostoru pro cestující. Piloti tak nebudou ničím rušeni a mohou se plně soustředit na svoji práci. Navíc se tak nemůže k pilotům snadno dostat osoba, která nemá s řízením letu žádné dočinění, nebo se nemůže stát jiná neočekávaná událost.

Piloti sedí na speciálních v mnoha směrech stavitelných sedadlech, aby měli zajištěno maximální pohodlí a klid pro práci.



Obr. 5-5 Znázornění výhledových úhlů

5.1.5 Ostatní ergonomické prvky

Pro údržbu vzducholodi je pak nutný dobrý přístup pro doplnění paliva a dalších provozních látek. U mého návrhu počítám, že doplňování těchto látek bude probíhat pouze při zakotvené vzducholodi, nejlépe pak v hangáru, kde je bezvětří. Pro údržbu a doplňování je nejdůležitější doplnění vodní zátěže a vody do zásobníku pro toaletu a stevarda. Dále pak paliva pro let. Otvor, který slouží k doplnění a čištění nosného plynu, a všechny servisní otvory pro doplnění provozních kapalin se nacházejí na spodní části elipsoidového tělesa nad zadním panoramatickým oknem. Opticky jsou zakryté krytkami v barvě obalu vzducholodi.

Bezpečnost letu je jednou z hlavních výhod vzducholodí. Přesto je nutné, aby vzducholoď měla několik bezpečnostních prvků pro případ nehody nebo náhlý únik plynu. Přetlakové ventily na obalu a balonetech jsou použity k tomu, aby nedošlo k přetlakování některé části. Pokud by obal praskl s velkou trhlinou, velice rychle by pak mohla vzducholoď ztroskotat. Pro zvýšení bezpečnosti je vzducholoď opatřena přídavnou zátěží, která slouží pro vypuštění při potřebě náhle zvýšit vztlak vzducholodě. Pokud je potřeba vztlak naopak náhle snížit, je možné upustit z obalu nosný plyn. Dříve byly vzducholodě náchylné k vznícení. To bylo způsobováno prodyšností

tehdejších tkanin a také tím, že se jako nosného plynu užívalo hořlavého vodíku. Dnes sice lze vodík použít, pro bezpečnost se tak ale nečiní a užívá se inertní helium.

Obr. 5-6 Panoramatické okno nabízí skvělý výhled za vzducholoď

6 TVAROVÉ (KOMPOZIČNÍ) ŘEŠENÍ

Pro dobré tvarové řešení vzducholodi je důležité pochopit účel, k jakému slouží. Tvar vzducholodi by měl vyvolávat dojem, který je v souladu s její funkcí. Ze získaných poznatků o funkci se pak vyhodnotí vlastnosti, jaké by tvar měl splňovat. Pro dobré obtékání vzduchu by tvar měl být spíše organický, hladký a vzbuzovat dojem lehkosti a nadnášení. Jelikož se jedná o dopravní prostředek, tak by měl být částečně dynamický, ale neměl by působit až agresivně. Optické rozložení hmoty by mělo působit vyváženě a rozumově udávat účel každé části tvarové kompozice.

6.1 Inspirace

Vlastnosti, jež by měl tvar vzducholodě splňovat, lze najít na různých předmětech, zvířatech a věcech okolo nás. Tyto jsou skvělým inspiračním zdrojem. U vzducholodi je tvar hodně ovlivněn aerodynamikou. Inspiraci jsem proto hledal u ptáků a mořských živočichů, jejichž těla jsou evolucí uzpůsobena pro pronikání vodním prostředím. Dále jsem pro různé části nacházel inspiraci u letadel, automobilů a napínání tkanin a materiálů.

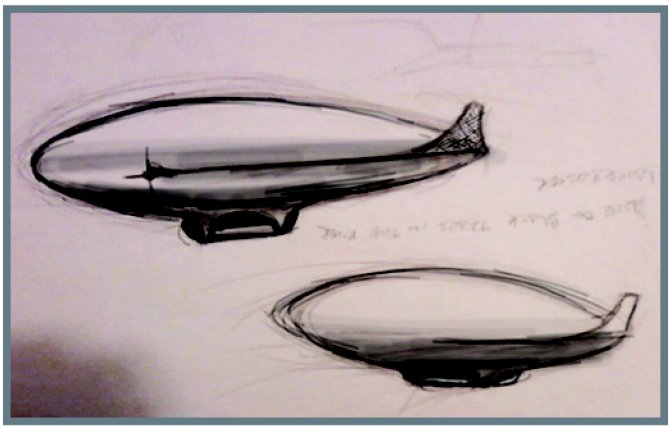
Jako první inspirační zdroj uvedu poletuchu, lidově zvanou létající veverka. Ta při přeskakování ze stromu může plachtit za pomocí napnuté membrány mezi končetinami. Tuto inspiraci jsem využil částečně pro celkový výraz vzducholodě, ale nejvíce na vystupující boční křivce. Z této linie pak vystupují motory a zadní křídla a vytváří tak končetiny poletuchy.

Obr. 6-1 Poletucha

Tvar zadních křídel a kormidel jsem chtěl odlišit od stávajících řešení vzducholodí, kdy jsou využity plochy vystupující z obalu. Tvar vzducholodí tak v kombinaci s doutníkovitým tvarem obalu získává charakter horizontálně letící bomby. Jako inspiraci pro vyřešení tvarování řídících ploch jsem proto využil detail z bombardéru B-24 Liberator, který létal za 2. světové války.

Přichycení gondoly s cestujícími k nosnému obalu jsem řešil za pomoci inspirace, dnes moderního architektonického prvku – pergoly (markýzy) z napnutých pla-

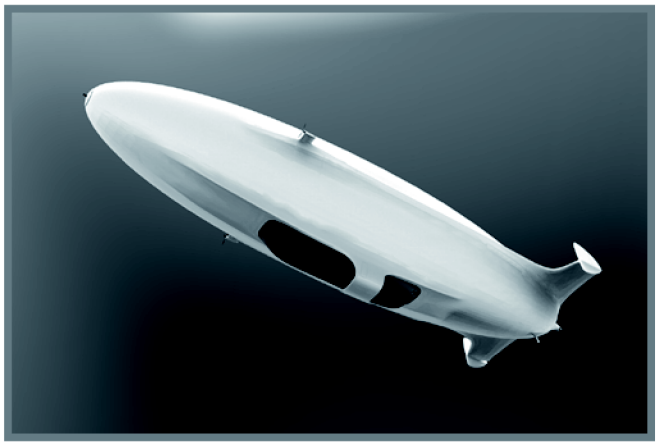
chet na stožáry. Celkově jsem tak vytvořil přechod a objímání prostoru pro pasažéry, který zároveň působí zavěšeným dojmem.



Obr. 6-2 Skici možností tvarování a obejmutí gondoly

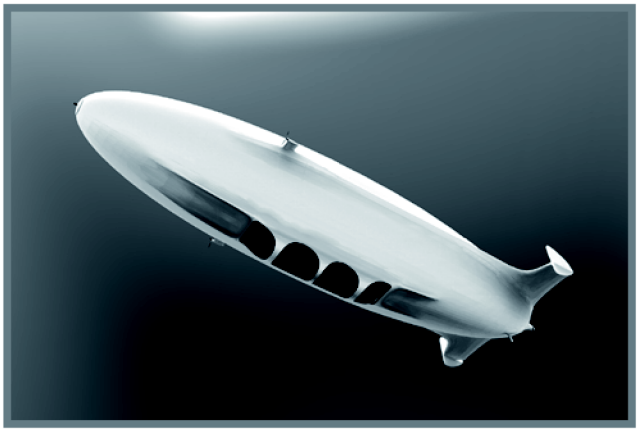
6.2 Charakter a výraz tvaru

Výsledný návrh vzducholodě je tvořen protáhlým elipsoidem, ze kterého v bočních liniích vystupují křidélka s motory a kormidla, na konci je zakončen krytem třetího motoru, ze spodní strany je pak tvarově napojena gondola pro pasažéry. Tvarem nosného obalu se jedná spíše o tradiční pojetí tvarování vzducholodi. Toto tvarovaní je ovlivněno historickým vývojem a aerodynamikou. Oblejší a delší tvary jsou vhodnější pro obtékání vzduchu než ostré a rovné tvary, zejména pak s rovnými plochami na čelní straně. Celkově je hmota vzducholodi spíše organická. Geometrické prvky se objevují na technických detailech, zejména pak na křídlech, motorech a na gondole. Tyto detaily jsou geometrické hlavně kvůli jejich povaze či pohybu a nutné přesnosti.



Obr. 6-3 Objetí gondoly s dynamičtějším výrazem

Nosný obal je po stranách lemován hranou, která do organického, spíše beztvarého balónu vnáší vjem horizontálního směru. Tato hrana tak zvyšuje dojem dynamiky vzducholodě. Z této křivky pak vystupují křidélka s bočními motory a zadní křídla. Na konci vzducholodě pak tato přímá linie mizí v krytu zadního motoru. Křidélka s moto-



Obr. 6-4 Výsledný, hravější tvar objetí gondoly

ry v průřezu rovinou směru letu připomínají protáhlou kapku. Ke konci se zužují a jsou pak navázány na krajní protáhlý elipsoid, v jehož předním vrcholu se nachází vrtule. Obrys zadních křídel z bočního pohledu je zčásti opakováním obrysové křivky nosného obalu a zčásti prohnutou vertikálou, která udává dojem střihu a konce vzducholodi. Díky zadním křídlům pak pozorovatel jednoznačně rozeznává, kde má vzducholoď příď a kde záď.

Výstupné hrany jsou zopakovány ze spodní části obalu. Z nich potom směrem dolů vystupuje tvar gondoly. Napomáhají vytvářet optický dojem ze zavěšení gondoly pod obalem tak, že to vypadá jako by byl nosný obal je tou nadnášející hmotou. Jak spodní, tak boční výstupné hrany jsou potom přeneseným zobrazením podpůrné konstrukce obalu navenek. Vnitřní konstrukce je tak částečně nepřímo odhalena pozorovateli.

Obr. 6-5 Detail začátků výstupných hran

Tvar kabiny pro pasažéry vychází z inspirace odkapávaní vodních kapek. Tato kapka je však v zárodku objata vnějším tělesem, a tak nikdy nespadne. Dojem kapky může být podpořen i materiálem sklem v oknech a materiálem spodní části gondoly. Při průřezu v rovině kolmé na směr letu je poznat, že gondola má obrys půlelipsy. Aby byl vytvořen dojem, že kabina je pevně spojena s nosným obalem, je využito částečné návaznosti na výstupné hrany na spodní straně vzducholodě. Fazeta okolo oken přidává na dojmu tuhosti a pevnosti objetí gondoly. Přidaná hrana vytváří klam a opticky zvětšuje tloušťku materiálu. Fazeta navíc drobně zvětšuje úhel výhledu cestujících.

Výraz zapuštění okna tak dodává celému objetí gondoly prostorovost, jakoby šlo o dva tvary, přičemž jeden je pevně držen.

Obr. 6-6 Detail uchycení gondoly s fazetkou

6.3 Vlastnosti tvaru

V celkovém hledisku utváří tvar vzducholodě uzavřený objem. Tvar je měkký, částečně tvrdý a geometrický, zejména na motorech, kde jsem využil opakování prvku rotace a ostrosti. K větší tvrdosti tvaru pak dále přispívají výstupné hrany, které jsou sice oblé, ale při větší vzdálenosti od objektu se jeví ostřejší díky značnému nepoměru jejich velikosti k celkovému rozměru vzducholodě.

Tvar vzducholodě má výrazný vliv na funkci. V tomto případě na aerodynamiku, a tím pádem i letové vlastnosti. Pro aerodynamický charakter tvaru jsem využil hlavně protáhlého elipsoidu. Funkcí vzducholodě je také přeprava osob, transport, což je dynamická funkce. Tuto dynamičnost kromě vnějšího, aerodynamického tvaru zvětšuji díky výstupným bočním hranám a také sklopením předního a zadního okna gondoly. Další funkcí vyhlídkové vzducholodě je výhled ven. Dojem dobrého výhledu je pro pozorovatele vytvořen díky velké ploše oken kabiny, která je zvenku umocněna venkovním tvarováním kabiny

Gondola pro cestující je umístěna blízko pod střed nosného obalu a spolu se zadními řídícími plochami vytváří optickou stabilitu vzducholodě. V pohledu z přední nebo zadní strany je pak vzducholoď symetrická (pokud není otočen zadní rotor) a působí tak vyváženě. Tato vyváženost je nadále podpořena rozložením hmot obalu a kabiny. Díky umístění kabiny na spodní straně je jasné, že se vzducholoď nebude převažovat na žádnou stranu, protože tvar je nejtěžší právě dole, díky vystupující kabině.

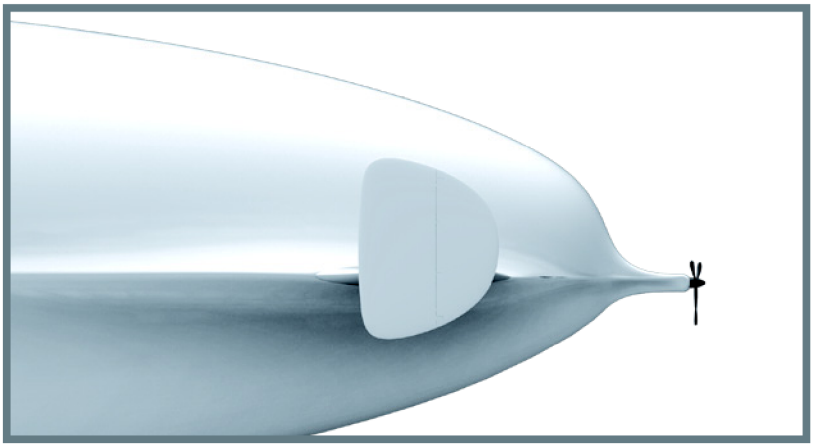
Tvar vzducholodi se stává složitější směrem k zadní části vzducholodi. Vyřešil jsem toto tak, aby vznikla tektonika, kdy se hromadí hmota na zadní straně a vzniká tak dojem konce tvaru. Lze pak snadno rozpoznat kde je příď a záď. Na začátku je vzducholoď hladká. Směrem dozadu z ní vystupují spodní a následně boční hrany, pak křidélka s motory a gondola. Poté vystupují z tvaru zadní křídla a celý tvar je pak zase zmenšen a ukončen krytem zadního motoru.

6.4 Kompozice

Kompozičně je vzducholoď tvořena jednou dominantní hmotou nosného obalu a pak připojenými menšími objemy – gondolou a zadními křídly. Přední křídla nejsou výrazným kompozičním prvkem vzhledem k poměru velikosti dominantního obalu

k velikosti krytů. Zadní motor pak splývá v jedno těleso s obalem. Hmota gondoly je kompozičně pouze částečně oddělená. Toto částečné oddělení je způsobeno navázáním oblouků ohraničujících okna. Hmota gondoly je cítit hlavně jako rozdíl v barvě či materiálu. Kompozice vzducholodě působí vyváženě hlavně díky velké dominantnosti tvaru obalu. Hmota zadních křídel vytváří dojem směrovosti. V kompozici jednotlivé hmoty na sebe navazují. Přechody mezi hmotami jsou vytvářeny zejména rozdílem, kdy plochy přecházejí z konkávního charakteru do konvexního přechodu a následně zase do konkávních hmot.

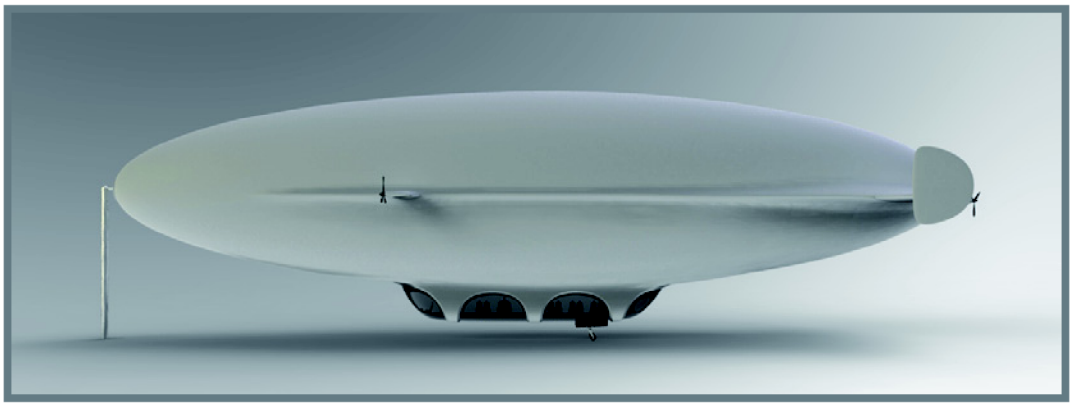
Pro celkovou harmonii je využito místy opakování tvaru nebo obrysu. Při bočním pohledu jsem proto zopakoval zadní obrysovou křivku nosného obalu na zadních křídlech. Zakončení krytu zadního motoru je vytvořeno půlobloukem, který opakuje



Obr. 6-7 Detail bočního pohledu na zadní křídlo

rotační pohyb rotoru. Rotace vrtulí jsou také zachyceny v krajních protažených elipsoidech na bočních křidélkách s motory. Elipsoidy tak sdílejí svoji rotační osu s rotační osou vrtule. Opakování je použito i na dělení hmoty kabiny pro posádku. Dvě boční okna jsou stejná, i když se za nimi nachází jiný počet sedadel. Různě velká okna totiž vytvářela dojem nevyváženosti hmoty.

Dynamická výstupná hrana na boku vzducholodě je umístěna o trochu níže, než je střed elipsoidu. Opticky se tak těžiště posouvá dolů, což vytváří dojem stabilního zatížení spodní poloviny. Spolu se spodní výstupnou hranou a gondolou tak působí horní část nosného obalu výrazně jemnějším a lehčím dojmem než spodní část.



Obr. 6-8 Boční pohled na finální design vzducholodi

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

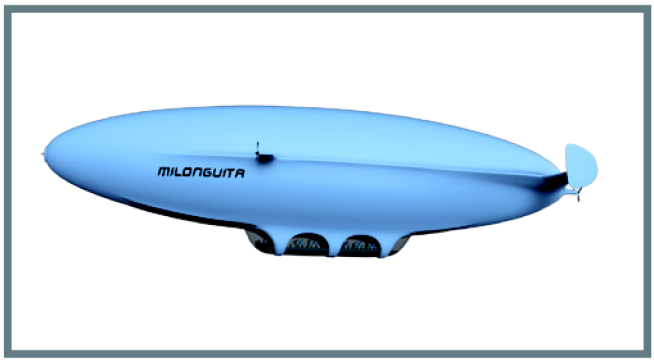
Barva předmětu ovlivňuje jeho vnímání lidmi okolo. Má vliv na dojem, podporuje určité vjemy. Stejně tak můžeme potlačovat či zvýrazňovat některé pocity z předmětu vhodným umístěním grafiky. Ta může sloužit k reklamním účelům, vzducholoď lze tak využívat i k získávání peněz reklamou. Výhodné je také zvolit několik možností grafického a barevného vzezření produktu, protože získáme větší variabilitu při užití.

Obr. 7-1 Minimální grafické řešení obalu tvoří název návrhu na obalu

7.1 Volba barev

Pro vyhlídkovou vzducholoď je vhodné spíše volit klidnější a lehčí barvy, které by velký objem nosného obalu opticky odlehčily. Volil jsem proto mezi světlejšími barvami. Možností jsou hlavně bílá, světle šedá a světle modrá. Světle modrá na modrém pozadí oblohy by nebyla snadno rozpoznatelná, což by mělo příznivý efekt třeba při letech do přírody. Bílá a šedá jsou zase barvou mraků a jsou neutrální. Vhodnou možností je pak ještě stříbrná, která navíc působí elegantním dojmem. Barva také souvisí s povrchem, na který je nanesena. U vzducholodi je nutno barvou podpořit pocit lehkosti a jemnosti, proto není vhodné volit příliš lesklé povrchy.

Jako hlavní barvu pro svůj návrh jsem zvolil krémově bílou. Ta podle světelných podmínek šedne, ale nikdy není úplně černá. Bílá barva vyjadřuje čistotu a lehkost. Tato barva je pak kontrastní k tmavým barvám gondoly a tmavé podbarvení skel



Obr. 7-2 Světle modrá varianta vzducholodi

Obr. 7-3 Stříbrná varianta vzducholodě

gondoly. Zde je naopak nutno, aby kabina působila těžším dojmem a opticky posouvala těžiště vzducholodi do nižších partií.

Pro další barevné varianty lze zvolit vlastně jakékoliv barvy. Je nutné si pohlídat, jaké dojmy však chceme vyvolat. Pokud bychom chtěli používat plochu nosného obalu například k reklamě, tak pro přivolání pozornosti je vhodné lepší volit jasné a teplé barvy, které jsou kontrastní s modrou barvou oblohy. Pro vnímání vyhlídkové vzducholodi jsou ale naopak výrazné barvy na obtíž, protože vyhlídková vzducholoď by neměla přitahovat pozornost. Zvláště pak u zvířat, pokud by se vykonávaly vyhlídkové lety do přírody. Primární funkcí je pouze pozorovat, nikoliv být pozorován.

Obr. 7-4 Tmavě modrá varianta působí už dost těžce

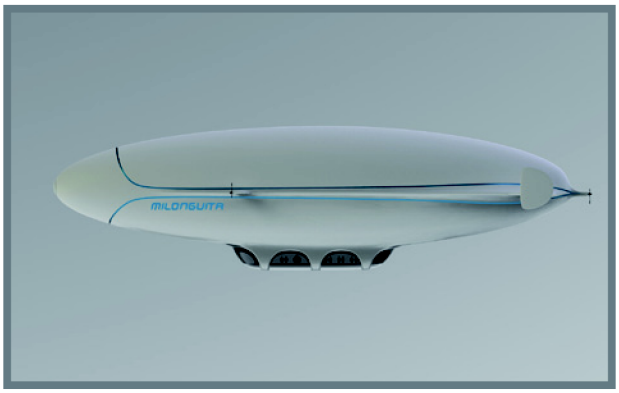
Interiér vzducholodi je velice dobře prosvětlen a už tak lehký dojem lze potvrdit světlými či neutrálními barvami potahů sedadel a stěn vzducholodi. Na zem je naopak vhodné použít tmavší koberec, nejlépe modré barvy. Tmavší koberec jsem zvolil hlavně kvůli snadnější údržbě, a protože na bílém koberci by byly vidět veškeré nečistoty přinesené z venku. Modrou barvu pak lze použít třeba na detailech sedadel či potazích nebo při dekorativním vzoru na stěnách gondoly.

7.2 Grafické prvky

Jméno vzducholodě „Milonguita“ je díky dynamickému výrazu písma, ve kterém je napsáno, použito jako značka vzducholodě. Bezpatkové písmo je dobře čitelné na velkou vzdálenost a díky své jednoduchosti je ve výtvarném souladu s tvarem vzducholodě. Název vzducholodě je umístěn na nosný obal v jeho přední části, pod boční výstupnou hranou tak, aby byl čitelný zespodu a ze strany.

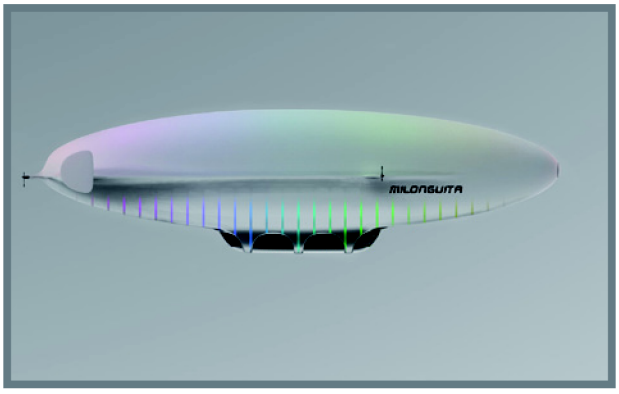
Nosný obal má velkou plochu. Vhodným grafickým řešením povrchu lze podpořit celkový výraz designu vzducholodě. V práci jsem zpracoval 2 náměty jak, vyzdvihnout některé vlastnosti designu grafickým zpracováním nosného obalu.

První možností je využití dvou dynamických linek, které začínají na horní a spodní straně obalu na přídi vzducholodě. Směrují dolů až k boční výstupné hraně a podél ní až na záď, kde se stýkají a zakončují na krytu třetího motoru. Okolo zadních křídel plynou křivky ve větší vzdálenosti, aby vyvolaly dojem proudění vzduchu. Tato jednoduchá grafika na obalu rozbíjí jednolitost celé plochy a přidává na dynamickém výrazu vzducholodě.



Obr. 7-5 Grafické řešení s dynamičtějším výrazem

Druhou zpracovanou grafikou jsou vertikální barevné linie, které se od spodní strany směrem nahoru ztrácejí. Potlačují dynamiku designu a naopak podporují výraz vznášení. Tyto pruhy mohou vyvolávat dále optický dojem širšího obalu a tak vyššího objemu a nosnosti. Pruhy mohou být různobarevné, já jsem zvolil možnost barevné škály, kde používám všechny barvy duhy.

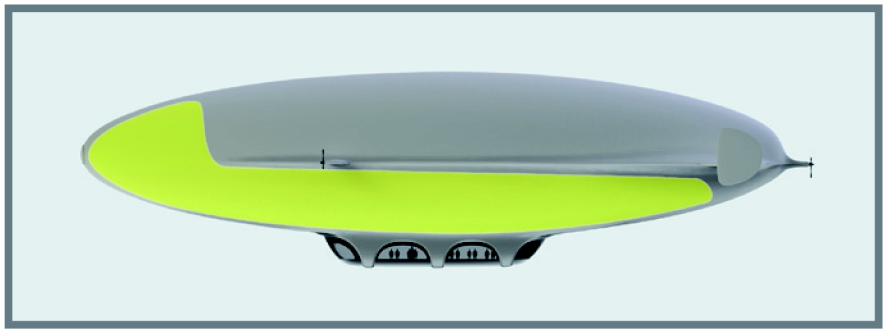


Obr. 7-6 Grafické řešení s výrazem vznášení

7.3 Reklama

Velikost vzducholodě se dá využít pro větší výdělek peněz. Velký povrch obalu je velice vhodné využít pro reklamní účely. Vzducholoď je jako poutač velice vyhovující a s postupem času se dá předpokládat, že se bude využívat jako reklamní plocha. Jako nejvhodnější pro tyto účely se jeví prostor po stranách vzducholodě pod bočními

výstupnými hranami. Tato plocha je totiž natočena nejvíce směrem dolů, kde se dá předpokládat největší počet pozorovatelů. V úvahu také přichází příď vzducholodě, jelikož tvar v tom místě nemá hranu a tudíž není dělený. Pokud by měl někdo zájem o menší plochu reklamy, dala by se umístit na zadní křídla nebo na horní část nosného obalu. Problémem ale je buď pravděpodobně malá čitelnost na křídlech, nebo malý úhel pozorovatelnosti v případě horní části nosného obalu.



Obr. 7-7 Vyznačení ideální reklamní plochy ze strany vzducholodě

8 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

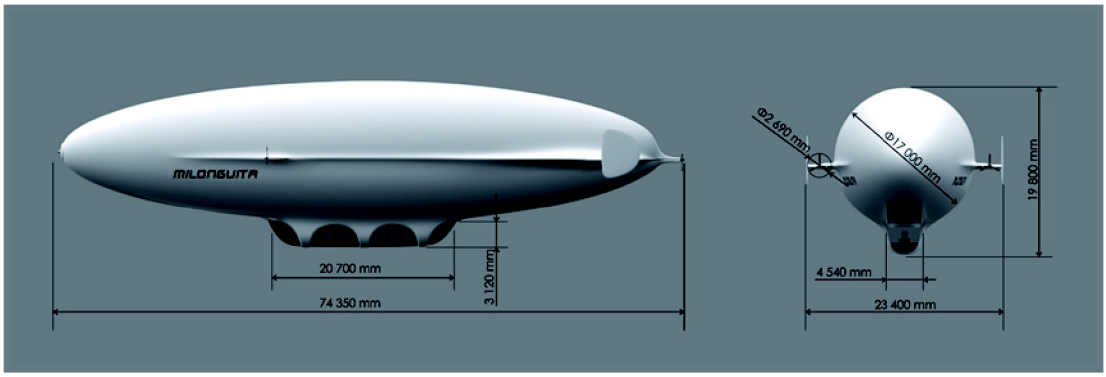
Konstrukční řešení celé vzducholodi ovlivňuje jak její letové vlastnosti, tak její celkový design. Kompletní vyřešení všech konstrukčních problémů přesahuje rámec této diplomové práce. V této kapitole se chci věnovat konstrukčním problémům, které jsou důležité pro dobrý design vzducholodě. Bez nastínění řešení těchto problémů lze jen těžko uvažovat nad užitnou schopností navržené vzducholodě. Hlavním problémem je potřeba udržet neměnný aerodynamický tvar celé vzducholodě a její nosnost.

8.1 Objem a nosnost

Oproti letadlům těžším než vzduch se u vzducholodí získává vztlak nosným plynem, který má menší hustotu než okolní prostředí. Díky tomuto je pak vzducholoď nadnášena a může létat. Jako nosný plyn lze použít několik různých látek s rozdílnými vlastnostmi. Od použité látky se pak mění vztlak. Pro jeho získání je důležité mít potřebný objem tohoto nosného plynu.

U navržené vzducholodě je použito helium k vytvoření vztlaku. Helium je nevznětlivé, 1 metr krychlový objemu hélia vytvoří pak vztlak pro nadnesení 0,98 kg váhy. Kromě těchto vlastností je také těžké helium získat úplně čisté, a navíc se také působením UV záření na vzducholoď znečišťuje, je tedy potřeba ho čistit.

Vzducholoď měří na délku 74,35m, na šířku 23,4m a na výšku 19,8m. Nosný obal má v nejširším místě průměr 17m. Nosný obal mnou navržené vzducholodě má objem 10 500 metrů krychlových. Z toho vyplývá, že celková nosnost vzducholodě je 10 290kg. Aby byl generován dostatečný vztlak, nesmíme tuto hmotnost překročit. Balonety uvnitř obalu mohou zaujmout až objem 2 000m^3. Jejich objem se bude měnit podle potřeby vnitřního tlaku. Tyto změny tlaku v obalu potom budou zajišťovat klesání a stoupání vyhlídkové vzducholodě.



Obr. 8-1 Celkové rozměry vzducholodě

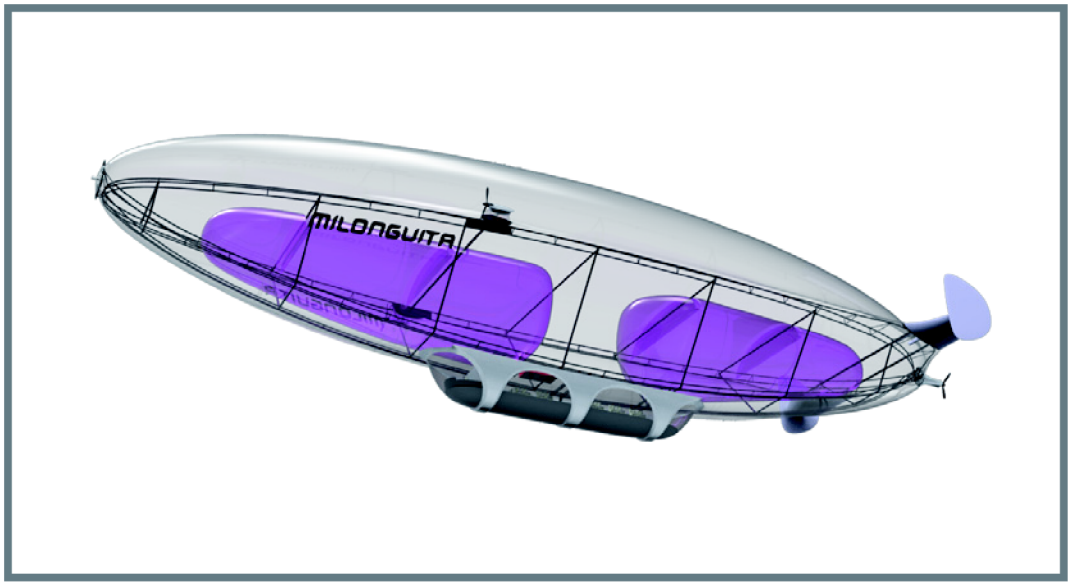
8.2 Skelet vzducholodi

Abychom dosáhli požadovaného tvaru nosného obalu, je nutné ho na několika místech podpořit tuhým tělesem. Na základní kostru vzducholodě jsou upevněny všechny části vzducholodě, zejména obal, motory a křídla.

U mého návrhu je použito polozpevněného přístupu ke stavbě vzducholodě. Vnitřní skelet obalu tak neurčuje přímo celý jeho tvar, jen ho na některých místech vyztužuje, zbytek tvaru nosného obalu je tak určen tlakem plynu uvnitř. Na tento vnitřní skelet se potom upevní gondola, motory a zadní řídící křídlo s kormidly. Gondola se

upevňuje tak, aby se nepřenášely vibrace od motorů a aby se pohybovala volně v tkanině, aby ji nepřetrhla. Tohoto lze dosáhnout různými gumovými těsněními či přichycením lany ke konstrukci kostry.

Hlavní místa, kde je podpořen vnější tvar obalu, jsou na přídi, zádi, po bočních a spodních vystupujících hranách. Tato místa jsou úmyslně vyztužena kvůli vlastnostem, které se od nich požadují. Na přídi je potřeba velké tuhosti kvůli tomu, že se zde nachází pivot, kterým se vzducholoď kotví ke stožáru. Z tohoto místa jsou také spouštěny lana, která slouží pozemní obsluze k navedení vzducholodi na stožár. Celý pivot je pevně spojen s celou vzducholodí a díky tomu nedochází k nechtěným volnostem kotvení vzducholodě. Na zádi je skelet hlavně kvůli upevnění kormidla a tím umožněným efektivním ovládáním vzducholodi. Bez případné tuhosti by se účinnost řízení zadním kormidlem značně snižovala. Další vyztužené místo je nutné na bocích nosného tělesa. Zde konstrukce podpírá tvar až tak, že podpořené místo tvoří hranu vystupující z měkkého tvaru obalu. Dále jsou na této části konstrukce připevněny motory. Ty musí být pevně spojeny s celou vzducholodí, aby byl efektivně přenášen tah v rychlost celé vzducholodi.

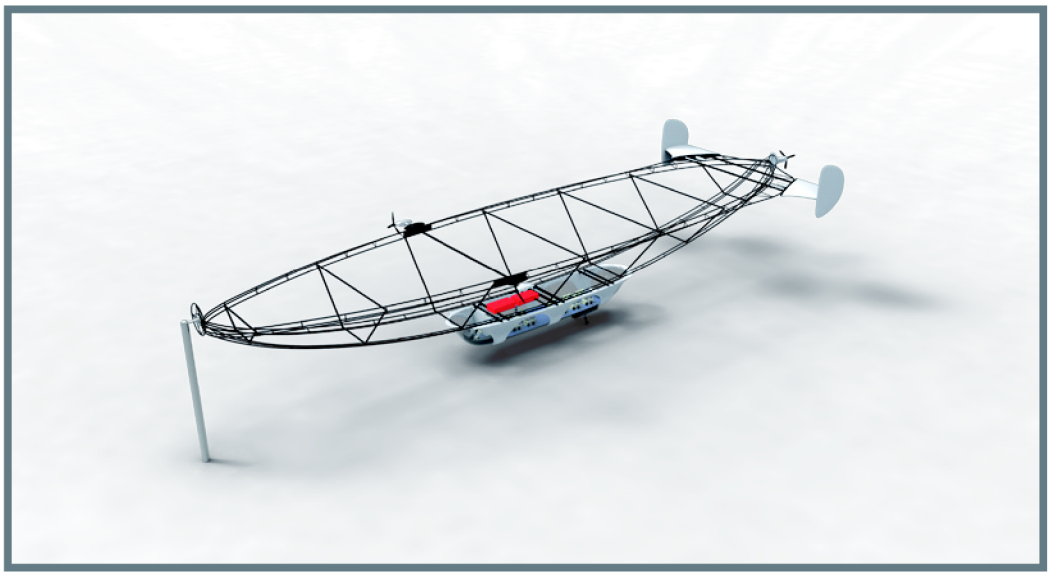


Obr. 8-2 Celkové rozložení částí uvnitř vzducholodi

Jako částečné nastínění podpůrného skeletu navrhuji lichoběžníkovou konstrukci z duralových profilů, která může být vyztužena na některých místech i jinými pevnými materiály, například uhlíkovým vláknem nebo leteckou ocelí. Hlavní část této konstrukce tvoří 4 příhradové konstrukce, které se táhnou po celé délce vzducholodě a stýkají se tak na přídi a na zádi. Jsou spojené výztuhami po pravidelných úsecích, aby celá konstrukce byla dostatečně pevná a tuhá.

Motory jsou upevněny z vnější strany obalu a zakrytovány do malého křídla. Takto je to vyřešeno, protože motory jsou turbovrtulové, a tak potřebují nasávat vzduch. Také musí vypouštět spálené plyny ven do atmosféry. Vrtule je pak napojena na zakrytovanou hřídel v koncové, otočné části křidélka, poháněna je přes několik převodů. Přívod paliva je umožněn pomocí přívodní hadice z nádrže. Hadice je upevněna

na nosném skeletu a v místě kde se nachází křidélko s motorem, vychází z obalu do motoru.



Obr. 8-3 Nastínění vnitřní konstrukce vzducholodě

8.3 Balonety

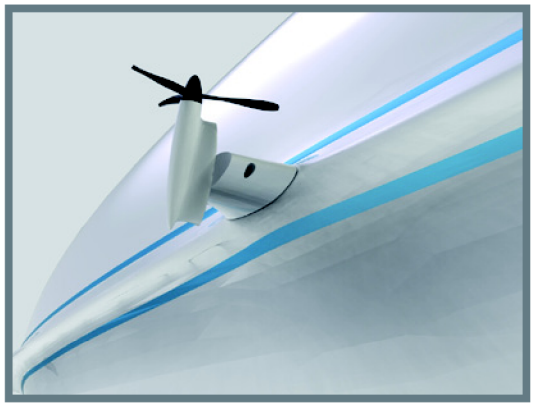
Balonety patří mezi nejdůležitější funkční prvky vzducholodi. Balonety se používají k udržování tlaku nosného plynu uvnitř obalu. Jsou plněny vzduchem a jsou vyrobeny z elastického materiálu. Jejich vlastní rozpínavostí se tak stlačuje nebo uvolňuje nosný plyn. Tímto tak lze udržovat tvar vzducholodě neměnný. Díky možnému ovládání tlaku a tím pádem i hustoty nosného plynu pak lze kontrolovat vztlak. Balonety tak slouží i k ovládání výšky letu.

U mého návrhu je použito několik balonetů, které tak mají rozloženou působnost po celém nosném obalu. Podle jejich nafouknutí se dá mírně ovládat těžiště vzducholodě. Díky tomu lze vzducholoď natáčet přídí nahoru nebo dolů. Balonety jsou upevněny na skeletu vzducholodi. Jejich tvar je vyroben s vybráním v místech, kde se nacházejí výztuhy konstrukce. Díky tomuto tvarování ke kolizi mezi balonety a konstrukcí. Kompresory udržující tlak balonetu jsou ovládány z gondoly piloty, stejně je tak tomu u vypouštěcích ventilů, které pronikají skrz obal ven na spodní straně nosného obalu.

8.4 Řízení a pohon

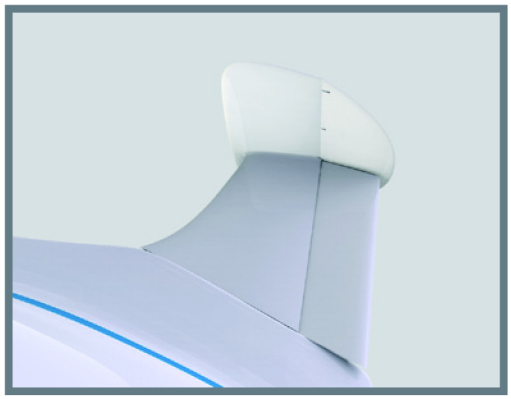
Hlavním pohonem pro vzducholoď jsou dva turbovrtulové motory umístěné po stranách nosného obalu v malinkých křidélkách. Rozměry těchto křidélek jsou odvozeny od velikosti motoru Rolls&Royce M250, který měří na délku okolo 1,1m a v druhém největším rozměru 0,5m. Oba motory pohání vrtuli o průměru 2.69m a v celkovém výsledku dodají vzducholodi potřebnou rychlost okolo 100km/h. Vrtule jsou napojeny na motor přes převod a díky tomuto řešení je umožněno jejich natáčení. Vrtule tak mohou vytvářet tah ve vertikálním směru. Díky tomuto faktu se ze vzducholodě stává letadlo typu VTOL – letadlo s kolmým přistáním a startem. Třetí motor umístěný na zádi je také stavitelný do dvou směrů. Při nasměrování do strany dodává

vzducholodi na obratnosti, neboť pomáhá při směrování letu. Takto slouží hlavně při natočení předních vrtulí směrem vzhůru, protože v ten moment nelze pro otáčení použít kormidla na křídlech Tato vektorizace tahu je umožněna díky použití převodu mezi motorem a vrtulí.



Obr. 8-4 Detail přední natočené vrtule

Kromě třetího motoru lze směr letu ovládat také pomocí zadních kormidel, a to hlavně v rovině letu. Vzducholoď by měla díky kombinaci kormidla a třetího motoru dosáhnout velmi dobré obratnosti ve vzduchu, blížící se vrtulníku. Klesání a stoupání vzducholodě se ovládá hlavně pomocí balonetů uvnitř nosného obalu. Ty svým objemem udržují potřebný tlak a hustotu helia uvnitř. Čím bude hustota helia menší, tím větší vztlak bude působit na vzducholoď. Při zvětšování balonetů se bude hustota helia zvětšovat a vztlak bude menší.



Obr. 8-5 Detail zadního kormidla a klapky

8.5 Pomocné prvky

K tomu, aby vzducholoď létala bezpečně, je zapotřebí kromě hlavní kostry, balonetů a obalu přidat některá další zařízení. Jsou to například přetlakové ventily, kompresory, kladky, lana a pivot pro kotvení vzducholodě.

Přetlakové ventily na obalu slouží jako bezpečnostní prvek proti nadměrnému tlaku v obalu. Je to běžně dostupná věc. Ventil se při předem nastaveném tlaku otevře a vypustí tolik vnitřního plynu, než se dostane tlak uvnitř zase pod přednastavenou hodnotu.

Kompresory slouží k ovládání tlaku vzduchu v balonetech. Jsou umístěny nad gondolou. Potřebný vzduch je k nim přiváděn z okolního prostoru vzducholodi otvory na bocích gondoly. Kompresory jsou potom hadicemi napojeny na balonety, a tak vhání vzduch dovnitř a udržují tlak. Záměrem je dosáhnout potřebného tlaku, který bude rozpínat balonet na potřebnou velikost. Celé ovládání zajišťuje palubní počítač, popřípadě pilot.

Na přídi vzducholodě je umístěn přípojný bod k ukotvení vzducholodě na sloup po přistání. Vzducholoď bude vybavena navigačními systémy, které ji umožní přistát i bez přídavných lan. Pokud by lana zákazník vyžadoval, lze je připevnit přímo k tomuto místu.

Obr. 8-6 Podvozková kola jsou uložena v gondole

8.6 Materiály

Vhodná volba materiálů na výrobu je velice důležitým faktorem návrhu každého stroje schopného letu. Ať už je vztlak generovaný křídlem při pohybu vpřed nebo nosným plynem, celý stroj musí být vytvořen tak, aby byl co nejlehčí, aby potřebná síla mohla být co nejmenší.

Na materiál obalu jsem zvolil třívrstvý oděruvzdorný laminát. Tato speciální tkanina má jako venkovní vrstvu použit tedlar, který vzdoruje UV záření. Jako prostřední vrstva je použita oděruvzdorná poly-esterová tkanina a vnitřní strana je opatřena nátěrem z polyuretanu který zajišťuje nepropustnost tkaniny. Tkanina má měrnou hmotnost 0,25 kg/m^2. To při celkovém povrchu vzducholodi 3 140m^2 znamená hmotnost 785 kg.

Na vnitřní konstrukci jsou použity duralové profily v kombinaci s uhlíkovými vlákny, aby byla zajištěna dostatečná pevnost konstrukce při nízké hmotnosti. Celková hmotnost konstrukce je pak odhadována na 1300 kg.

Gondola je vyrobena z několika různých materiálů. Hliníkové plechy jsou připevněny na kostře gondoly, která je kvůli dobré pevnosti vytvořena z duralu v kombinaci s leteckou ocelí. Okna nejsou z pravého skla, je zde použito plexisklo, které je výrazně lehčí. Okna mohou být pokryta tmavě šedou nebo černou fólií, kvůli jednotné barvě gondoly. Na spodní straně kabiny jsou pak znovu použity hliníkové plechy, tentokrát ale tmavě šedě nebo černě lakované.

9 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU (PSYCHOLOGICKÁ, EKONOMICKÁ A SOCIÁLNÍ FUNKCE)

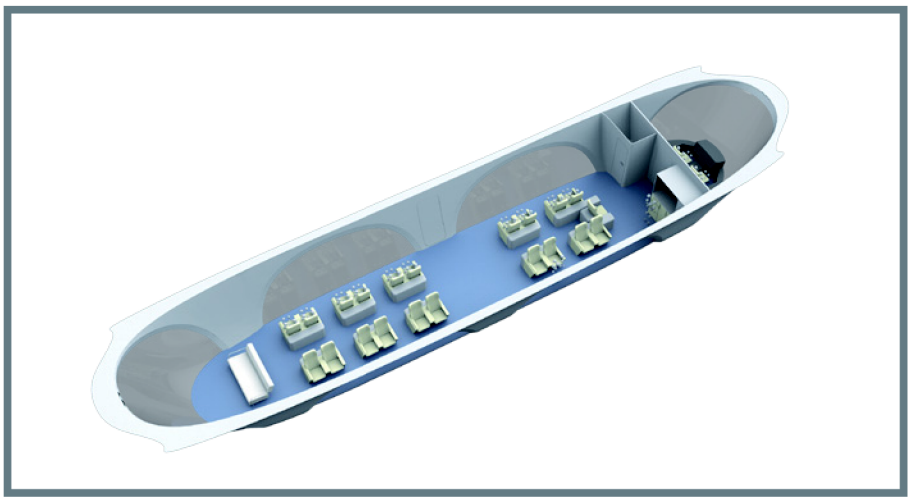
9.1 Psychologická funkce

Návrh vzducholodě jsem se snažil přizpůsobit dojmům a pocitům, které by měla vzducholoď podle mě vyvolávat, a kterých by se měla naopak vyvarovat. Celkovým výrazem designu jsem se snažil vzbudit pozitivní dojmy a potlačovat negativní. Ve výsledku návrh vyznívá jako skutečně obrovský stroj. Díky tvaru a barvě se daří však tuto velikost a s ní i logickou hmotnost potlačovat. Světle nabarvený matný povrch působí lehce, i když mohutně. Celkovou kompozicí pak vzniká dojem stability za pomoci optického přesunutí těžiště do spodní části vzducholodi.

Dalším prvkem je pak vnímání stroje jako dopravního prostředku. Zde hlavní dojem pohybu vytváří boční vystouplá hrana, kterou lze v některých variantách podpořit grafikou. Tato hrana tak zvedá dynamický výraz vzducholodě.

Negativním pocitem ze vzducholodi by mohl být dojem, že to není jednotné těleso a že se rozpadne. I přes zachování určitých spár mezi prvky jsem se snažil tyto dojmy co nejvíce potlačit, zejména pak na spojení kabiny pro posádku s nosným obalem. Zde je díky optickému efektu zavěšení na spodních výstupných hranách a celkovému tvarovému objetí oblouky vytvořen dojem, že gondola je pevně držena pod nosným obalem.

Celkově neutrální barvy vytvářejí lehčí dojem. Modrá barva použitá místy v interiéru pak navozuje pocit klidu. Prostornost a prosvětlenost interiéru působí moderně a lehce. Interiér taky díky svým materiálům a komfortu sedaček může navozovat dojem luxusu. Svým výrazem potvrzuje dojem honosnosti vzducholodě v cestujících.



Obr. 9-1 Barevné řešení interiéru přispívá k pocitu komfortu

9.2 Ekonomická funkce

Vzhledem ke své funkci a nákladům je návrh vyhlídkové vzducholodě mířen na dopravní firmy, letecké společnosti nebo cestovní kanceláře. Cena vyrobené vzducholodě podle návrhu nelze přesně odhadnout, je však jasné že svou cenovou kategorií spadá mezi velmi drahé stroje. Cenu ovlivňuje kromě použitých materiálů také náročnost výroby některých částí vzducholodě. Vnitřní konstrukce bude složitější na výro-

bu, takže zde se počítá s vyššími náklady, než u stávajících řešení. Je však stále levnější, než kdyby byla vzducholoď celopevná. Tvar obalu je trochu komplikovanější než obyčejný elipsoid, avšak cenu navýší dle mého názoru pouze minimálně. V poměru se stávajícím řešením budou nákladnější okna, protože mají speciální tvar a nebudou se vyrábět sériově.

Celkově se vyhlídková vzducholoď bude vyrábět po jednotkách kusů. Vyrábět se bude na míru každé společnosti, která bude mít zájem o koupi. Vysoká pořizovací cena pak jistě bude ovlivňovat cenu jízdenek, případně návratnost investice. Využitím vzducholodi jako reklamní plochy lze zajistit vyšší zisky z provozování.

Obr. 9-2 Ekonomická funkce - reklama na Hello Kitty

9.3 Sociální funkce

Let vyhlídkovou vzducholodí je zařazen ve společenských hodnotách někde u vyhlídkového letu balónem. Je to rozhodně zábavná činnost, která přispívá k psychické pohodě člověka a jeho touze po poznávání světa. Poskytuje zážitek vidět svět z jiné perspektivy.

Kromě obyčejných letů lze taktéž pořádat na vzducholodi prominentní lety, malé rauty či společenské akce do dvaceti osob. Firmě, která ji bude provozovat, bude působit značně na její obraz ve společnosti.

Z ekologického hlediska je vyhlídková vzducholoď méně náročná než letadlo nebo helikoptéra. Nespotřebovává tolik paliva a nevydává tolik hluku. Výroba je jednoznačně ekologicky nejnáročnější částí života vzducholodě. Jednotlivé části a díly se musí dovážet z různých míst světa a doprava těchto dílců rozhodně zatěžuje životní prostředí. Materiály, ze kterých je vzducholoď vyrobena, by měly jít po skončení životnosti vzducholodě recyklovat. Největší problém s recyklací nastane pravděpodobně u látky, ze které je vyroben obal.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo analyzovat vzducholodě, zejména pak vzducholodě používané k vyhlídkovým a transportním letům, z historické, technické a designérské stránky a navrhnout inovativní design vyhlídkové vzducholodě, která by byla vyrobitelná.

V rešeršní části této práce je shrnut historický vývoj vzducholodí od prvních průkopníků létání až po moderní trendy. Dále je pak uveden rozbor technické stránky vzducholodí a jejich rozdělení.

V designérské analýze je uveden rozbor významných vzducholodí na současném trhu z hlediska estetiky a funkce.

Druhá část práce se zabývá samotným návrhem designu vyhlídkové vzducholodě s požadavkem na inovativnost, požadované letové vlastnosti a vylepšený výhled ze vzducholodi. Všechny tyto požadavky výsledný návrh splňuje. Tvarové pojetí zadní části vzducholodě spolu s napojením kabiny pro posádku inovuje stávající tvarová řešení vzducholodí. Díky elipsoidnímu tvaru a dynamickým linkám je vzducholoď dobře obtékána vzduchem při letu. Pomocí tří nastavitelných motorů má dostatečnou obratnost a také rychlost. Velká okna na kabině pro posádku umožňují velkorysý výhled všem cestujícím a kromě možnosti se volně procházet po vzducholodi je nabídnuto i posezení u panoramatického okna v zadní části gondoly.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] **VRCHOVECKÝ, Karel**. *Lehčí než vzduch*. Praha : Panorama, 1979. ISBN: 1100879.

[2] **NOVÁK, Jan**. *Smrt vzdušných obrů*. Praha, 1994. ISBN: 80-206-0217-8.

[3] **NĚMEČEK, Václav**. *Civilní letadla 1*: Vzducholodě a dopravní letouny s pístovými motory. Praha : Nadas, 1981.

[4] **LIAO, Lin; PASTERNAK, Igor**. *A review of airship structural research and development*, Progress in Aerospace Sciences, vydání 45., čísla 4-5. 2009, Strany 83-96, ISSN: 0376-0421. www.sciencedirect.com

[5] *Zeppelin NT technology*, [online] 2008 [citováno 2010/11/2]. Dostupné z: http://www.zeppelinflug.de/seiten/e/zeppnt_techn.htm

[6] **TOMANOVÁ, Libuše; HAVLÍKOVÁ, Vendula**. *Z Londýna do New Yorku za 37 hodin. Hotelovou vzducholodí už v roce 2015*, [online] 10. 2. 2010 [citováno 2010/11/26] Dostupné z: http://cestovani.idnes.cz/z-londyna-do-new-yorku-za-37-hodin-hotelovou-vzducholodi-uz-v-roce-2015-1p6-/igsvet.asp?c=A100208_170603_igsvet_tom

[7] *Advanced Technologies Group SkyCat Hybrid Air Vehicle*, [online] 2010 [citováno 2010/11/26] Dostupné z: http://www.aerospace-technology.com/projects/skycat/

[8] *Turboprop engine*, [online] 13. 9. 2010 [citováno 2010/11/10] Dostupné z: http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/aturbp.html

[9] P*ropeller thrust*, [online] 30. 7. 2008 [citováno 2010/11/10] Dostupné z: http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/propth.html

[10] *Horkovzdušné vzducholodě*, [online] [citováno 2010/11/10] Dostupné z: http://www.kubicekballoons.cz/cesky/produkty/vzducholode.php

[11] *Zeppelin NT technical data*, [online] 1. 7. 2008 [citováno 2010/11/15] Dostupné z: http://www.carnetdevol.org/zeppelin/Technical.html

[12] E**VANS, Anthony A. a kolektiv.** The timechart of aviation history. Londýn : The Timechart Company, 2001. 144 s. (některé rozkládací). ISBN 1-903025-02-8.

[13] **GRÉGR, Jan**. *Povrchové vlastnosti uhlíkových vláken, dílčí projekt: Textilie pro zvláštní aplikace*. Liberec, 2004.

[14] **ESCHER, Roland**. *Airship manufacturer database,* [online] 2003 [citováno 2010/12/6] Dostupné z: http://www.myairship.com/database/index.html

[15] *Goodyear blimp,* [online] 2010 [citováno 2010/12/6] Dostupné z: http://www.goodyearblimp.com/

[16] *Sightseeing airships*, [online] 2010 [citováno 2010/12/6] Dostupné z: http://www.21stcenturyairships.com/sightseeing

[17] **RUBÍNOVÁ, Dana**: *Ergonomie.* 1. vyd. Brno: CERM, 2006

[18] *Duralumin*, [online] 2006 [citováno 2010/12/12] Dostupné z: http://www.economypoint.org/d/duralumin-46509.html

[19] T*he Chronologic Development of the Zeppelin NT Project*, [online] 2008 [citováno 2010/12/10] Dostupné z: http://www.zeppelinflug.de/seiten/e/zeppnt_histo.htm

[20] **WHITWORTH, Hugh**: *Massive engines: Airships.* Dokumentární série, 9. díl, Discovery channel, 2004,

[21] **PŘIBYL, Erich**: *Technická příručka*,[online] 2004 [citováno 2011/12/01] Dostupné z: http://prirucka.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/techprirI/tycovaocel/EN10083/Prehled_vlast_25CrMo4

[22] **Karpi s.r.o.:** *Oceli dle třídy.* [online] 2006 [citováno 2011/12/01] Dostupné z: http://www.karpi.cz/ocel_tridy.php

[23] SVOBODA, P.:aj. *Základy konstruování.* Výběr z norem pro konstrukční cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 288 s. ISBN: 80-7204-214-9

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1-1 Vzducholoď Henri Giffarda 17
Dostupné z: <http://www.kidcyber.com.au/IMAGES/airship.gif> [cit. 2011-10-01]

Obr. 1-2 Vzducholoď Le Jaune 18
Dostupné z: <http://www.earlyaeroplanes.com/archive/DS/DS041.1906.Lebaudy.LeJauneIV.Toul.jpg> [cit. 2010-15-12]

Obr. 1-3 Vzducholoď Graf Zeppelin 20
Dostupné z: <http://blog.idnes.cz/blog/2480/133880/balon-Basilej.jpg>
[cit. 2012-10-05]

Obr. 2-1 Průhled částmi nezpevněné vzducholodě Goodyear 21
Dostupné z: http://www.hotair.nl/hotair/december2005/goodyear2.jpg>
[cit. 2012-10-05]

Obr. 2-2 Vnitřní konstrukce Zeppelinu NT 22
Dostupné z: <http://www.carnetdevol.org/zeppelin/zeppelin26.jpg>
[cit. 2010-15-12]

Obr. 2-3 Turbovrtulový motor Rolls&Royce M250 24
Dostupné z: <http://www.rolls-royce.com/civil/products/smallaircraft/model_250/index.jsp> [cit. 2012-15-04]

Obr. 3-1 Zeppelin NT 07 28
Dostupné z: < http://www.exclusivelifestyle.co.uk/images/ultimate-gifts-images/zeppelin-nt-airship-01.jpg > [cit. 2011-10-01]

Obr. 3-2 Vzducholoď Stingray 29
Dostupné z: <http://www.myairship.com/database/images/sting_flight.jpg>
[cit. 2011-10-01]

Obr. 3-3 SkyCat 29
Dostupné z: <http://www.tyden.cz/obrazek/201006/4c18e7c274f97/skycat--1-4c192879eabc0_275x183.jpg> [cit. 2012-15-04]

Obr. 3-4 Přístroje v kabině Zeppelin NT 31
Dostupné z: <http://farm4.static.flickr.com/3569/3561283374_121c9293a1.jpg>
[cit. 2011-10-01]

Z archivu autora:
Obr. 4-1 Vizualizace varianty A 32
Obr. 4-2 Kabina působí těžším dojmem než obal 34
Obr. 4-3 Podvozek varianty tvoří tři nohy 35
Obr. 4-4 Vizualizace varianty B 36

Obr. 4-5 Ukotvená Varianta B se sklopenými nástupními dvířky 37
Obr. 4-6 Ze spodního pohledu je patrná inspirace rejnokem 39
Obr. 4-8 První tvarování finální varianty 40
Obr. 4-7 Jedna z prvních skic zobrazující boční hranu 40
Obr. 4-9 Skici tvarového přechodu obalu do kabiny 41
Obr. 5-1 Nástup i výstup pomocí letištních schodů 42
Obr. 5-2 Pohled do interiéru vzducholodě 43

Obr. 5-3 Sedadlo Andromeda od Avio interiors 43
Dostupné z: <http://www.aviointeriors.it/media/k2/items/cache/1d73e-13563b8be946c0f00bab252d7ea_L.jpg> [cit. 2012-15-04]

Z archivu autora:
Obr. 5-4 Barevné schéma rozdělující prvky v interiéru 44
Obr. 5-5 Znázornění výhledových úhlů 45
Obr. 5-6 Panoramatické okno nabízí skvělý výhled za vzducholoď 46

Obr. 6-1 Poletucha 47
Dostupné z: <http://2.bp.blogspot.com/_T0Bolz5nkrM/TGOlHBSU0xI/AAAAAAA-AAXY/J4CK0Cbqjx8/s320/flying-squirrel.jpg> [cit. 2012-15-04]

Z archivu autora:
Obr. 6-2 Skici možností tvarování a obejmutí gondoly 48
Obr. 6-3 Objetí gondoly s dynamičtějším výrazem 48
Obr. 6-5 Detail začátků výstupných hran 49
Obr. 6-4 Výsledný, hravější tvar objetí gondoly 49
Obr. 6-6 Detail uchycení gondoly s fazetkou 50
Obr. 6-8 Boční pohled na finální design vzducholodi 51
Obr. 6-7 Detail bočního pohledu na zadní křídlo 51
Obr. 7-1 Minimální grafické řešení obalu tvoří název návrhu na obalu 52
Obr. 7-2 Světle modrá varianta vzducholodi 52
Obr. 7-3 Stříbrná varianta vzducholodě 53
Obr. 7-4 Tmavě modrá varianta působí už dost těžce 53
Obr. 7-5 Grafické řešení s dynamičtějším výrazem 54
Obr. 7-6 Grafické řešení s výrazem vznášení 54
Obr. 7-7 Vyznačení ideální reklamní plochy ze strany vzducholodě 55
Obr. 8-1 Celkové rozměry vzducholodě 56
Obr. 8-2 Celkové rozložení částí uvnitř vzducholodi 57
Obr. 8-3 Nastínění vnitřní konstrukce vzducholodě 58
Obr. 8-4 Detail přední natočené vrtule 59
Obr. 8-5 Detail zadního kormidla a klapky 59
Obr. 8-6 Podvozková kola jsou uložena v gondole 60
Obr. 9-1 Barevné řešení interiéru přispívá k pocitu komfortu 61
Obr. 9-2 Ekonomická funkce - reklama na Hello Kitty 62

SEZNAM PŘÍLOH

1. Náhledy posterů (4 x A4)
2. Designérský poster A1
3. Ergonomický poster A1
4. Technický poster A1
5. Sumarizační poster A1
6. Model vyhlídkové vzducholodě v měřítku 1:100
7. Fotografie modelu (rozpracovaný stav)

MILONGUITA

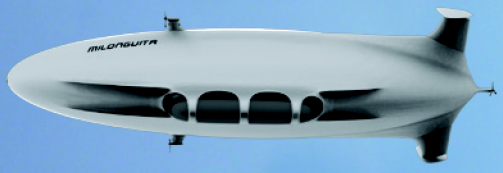
Vyhlídková vzducholoď Designérský poster

Barevné varianty

stříbrná

světle modrá

tmavě modrá



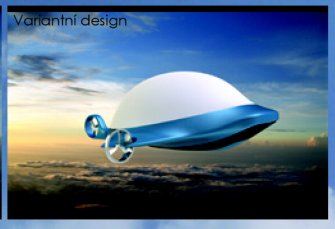
Detail objetí kabiny

Začátek výstupující hrany

Opakování oblého konce

Celý tvar vzducholodě je vytvářen částečně podporou konsrukce a částečně přetlakem. Dynamický design spolu s tvarovým objetím gondoly, vytváří dojem jednotného stroje s rozeznatelným výrazem. Díky vystupujícím hranám je stroj dynamičtější. Fazeta na přechodu obalu v kabinu vyvolává dojem vyšší pevnosti uchycení. Zadní křídla opticky udávají směr letu stroje

Variantní design



Variantní design

1. vývojová verze

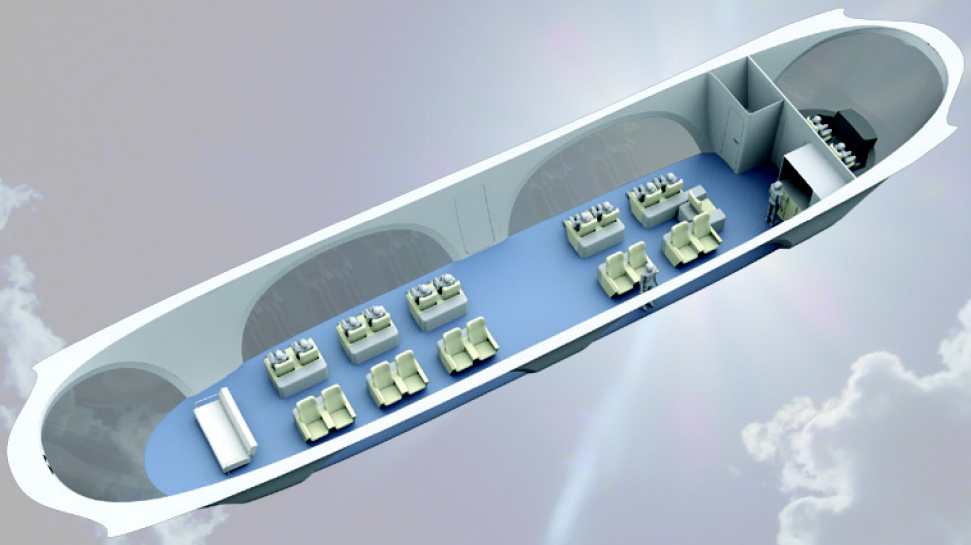
2. vývojová verze

Bc. Martin Ondra - Design vyhlídkové vzducholodě - diplomová práce; ved. práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Art.D.
Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, odbor Průmyslového design, datum obhajoby: červen 2012

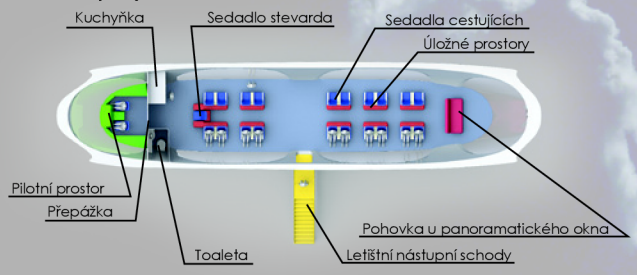
ústav konstruování

MILONGUITA

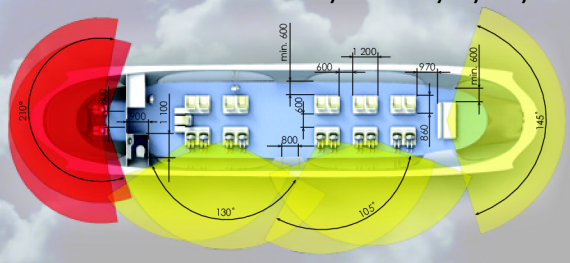
Vyhlídková vzducholoď Ergonomický poster

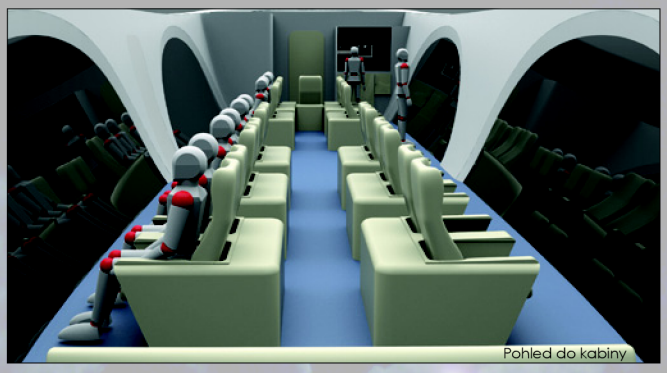


Interiérové prvky



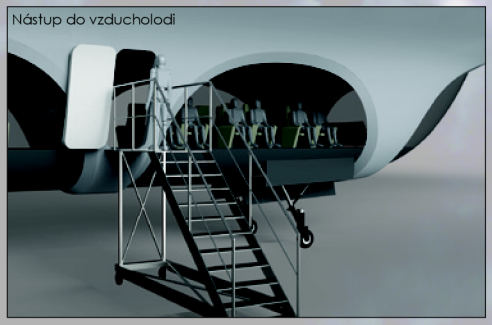
Výhledové úhly z vybraných míst





Pohled do kabiny

Výhled



Nástup do vzducholodi

Výhled z panoramatického okna

Koncept interiéru se sedadly otočenými kolmo na směr letu umožňuje vysoké úhly výhledu pro všechny pasažéry. Prosvětlenost a barva interiéru přispívá k pocitu komfortu. Ve vzducholodi je možnost se volně pohybovat. V kabině je toaleta, kuchyňka a pasažéři mohou posedět v pohovce u zadního panoramatického okna

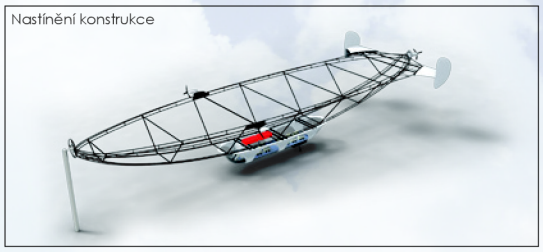
Bc. Martin Ondra - Design vyhlídkové vzducholodě - diplomová práce; ved. práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Art.D.
Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, odbor Průmyslového design, datum obhajoby: červen 2012

ústav konstruování

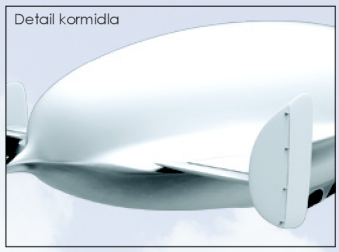
MILONGUITA

Vyhlídková vzducholoď Technický poster

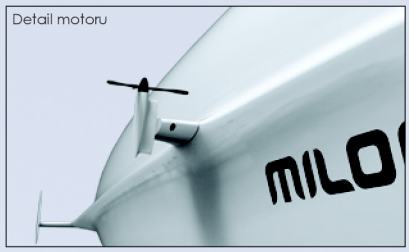
Nastínění konstrukce



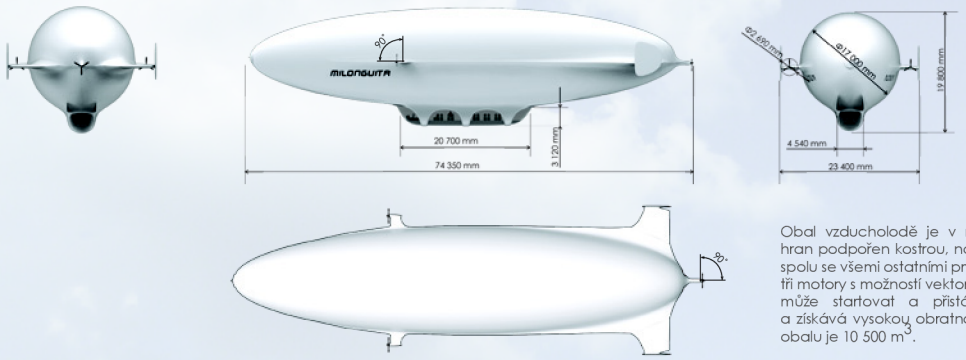
Detail kormidla



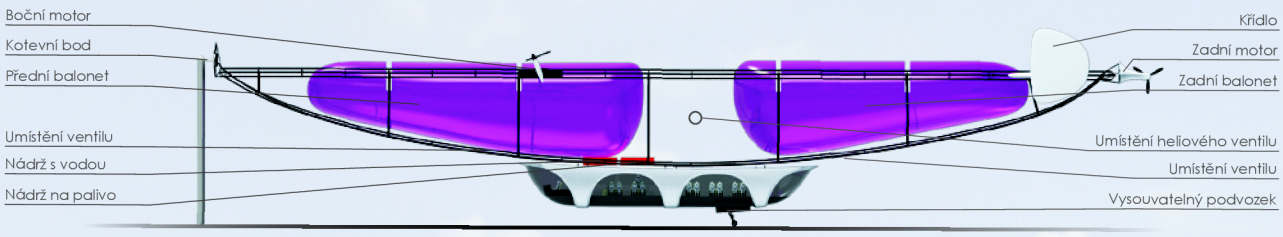
Detail motoru



Rozměry vzducholodě



Obal vzducholodě je v místech výstupných hran podpořen kostrou, na kterou je upevněn spolu se všemi ostatními prvky. Vzducholoď má tři motory s možností vektorizace tahu. Díky nim může startovat a přistávat kolmo vzhůru a získává vysokou obratnost. Objem nosného obalu je 10 500 m^3.



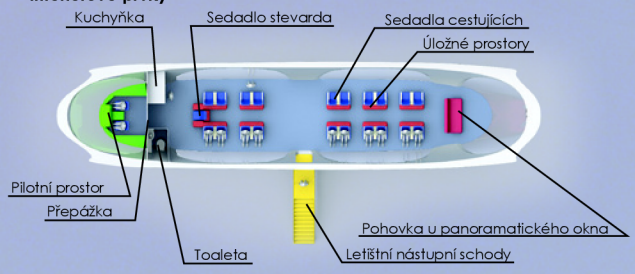
Bc. Martin Ondra - Design vyhlídkové vzducholodě - diplomová práce; ved. práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Art.D.
Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, odbor Průmyslového design, datum obhajoby: červen 2012

ústav konstruování

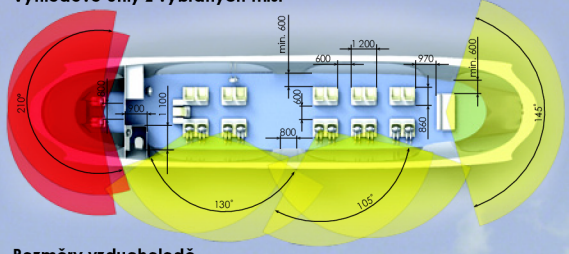
MILONGUITA

Vyhlídková vzducholoď Sumarizační poster

Interiérové prvky

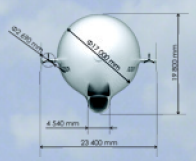


Výhledové úhly z vybraných míst

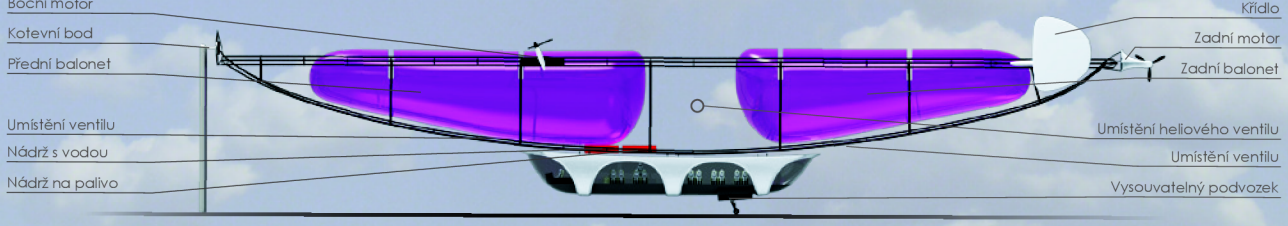


Vyhlídková vzducholoď s inovativním rozmístěním sedadel v interiéru. Dynamický design spolu s tvarovým objetím gondoly, vytváří dojem jednotného stroje s rozeznatelným výrazem. Díky vystupujícím hranám je stroj dynamičtější. Fazeta na přechodu obalu v kabinu vyvolává dojem vyšší pevnosti uchycení. Zadní křídla opticky udávají směr letu stroje. Tři nastavitelné motory propůjčují dostatečné letové vlastnosti. Interiér vzducholodě poskytuje velký výhled ven všem cestujícím.

Rozměry vzducholodě



Detail objetí kabiny



Bc. Martin Ondra - Design vyhlídkové vzducholodě - diplomová práce; ved. práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Art.D.
Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, odbor Průmyslového design, datum obhajoby: červen 2012

ústav konstruování