

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 NÁKLADNÍ VZDUCHOLODĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. PAVEL KLVAŇA

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Pavel Klvaňa

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 nákladní vzducholodě

v anglickém jazyce:

Design of cargo airship

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

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

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vytvořit design nákladní vzducholodě.

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

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

Forma diplomové práce: průvodní zpráva, digitální data, postery (prezentační, designérský, ergonomický, technický), fyzický model

Typ práce: designérská; Účel práce: vzdělávání

Výstup práce: užitný vzor, průmyslový vzor (F); Projekt: Specifický vysokoškolský výzkum

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

Zásady pro vypracování práce:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2014.pdf

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

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.

JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.

NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.

TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.

WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.

Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 15.11.2013

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.

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

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je návrh designu nákladní vzducholodě. Práce se zabývá analýzou problému a následným návrhem vizionářského řešení designu exteriéru nákladní vzducholodě.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzducholod', nákladní doprava, lehčí než vzduch, design

ABSTRACT

Subject of this diploma thesis is design of cargo airship. The thesis concerns analysis of problem and concept design vision of cargo airship exterior.

KEYWORDS

Airship, cargo, lighter than air, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KLVAŇA, P. *Design nákladní vzducholodě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 68 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD..

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny zdroje, ze kterých jsem čerpal.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji slunci, za to že každý den vyjde.

Děkuji docentu Křenkovi za vedení této práce.

Děkuji všem, kteří mě podporovali při tvorbě této práce.

OBSAH

ÚVOD	13
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
1.1 Vývojová analýza	15
1.1.1 Předchůdci vzducholodí	15
1.1.2 Průkopníci vzducholodního létání	17
1.1.3 Zlatá éra vzducholodí	19
1.1.4 Současnost	21
1.2 Technická analýza	22
1.2.1 Typy konstrukcí vzducholodí	22
1.2.2 Motor	23
1.2.3 Nosný plyn	24
1.2.4 Materiály	25
1.2.5 Uložení nákladu	26
1.2.6 Nakládání a skládání nákladu	26
1.2.7 Změna vztlaku při složení nákladu	27
1.3 Designérská analýza	28
1.3.1 Historický vývoj designu vzducholodí obecně	28
1.3.2 Design prvních vzducholodí	28
1.3.3 Design ve zlaté éře vzducholodí	30
1.3.4 Analýza designu současných vzducholodí a vybraných designérských konceptů	32
1.3.5 Celkové zhodnocení rozboru designu	35
1.3.6 Problematika designu vzducholodí	36
2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	37
2.1 Využití nákladních vzducholodí a jejich výhody a nevýhody	37
2.1.1 Výhody	37
2.1.2 Nevýhody	37
2.2 Nosnost a práce s nákladem	37
2.3 Konstrukce	37
2.4 Nosný plyn	38
2.5 Motory	38
2.6 Rozměry	38
2.7 Shrnutí	38
3 VARIANTNÍ STUDIE	39
3.1 Varianta A	39
3.1.1 Rozbor	39
3.1.2 Zhodnocení	40
3.2 Varianta B	40
3.2.1 Rozbor	40
3.2.2 Zhodnocení	41
3.3 Varianta C	41
3.3.1 Rozbor	41
3.3.2 Zhodnocení	42

4 TVAROVÉ, KOMPOZIČNÍ, BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	43
4.1 Tvarové řešení	43
4.1.1 Trup	43
4.1.2 Nohy	44
4.1.3 Kabina	44
4.1.4 Motory a křídla	45
4.2 Kompoziční řešení	46
4.3 Barevné a grafické řešení	48
5 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	51
5.1 Konstrukčně-technologické řešení	51
5.1.1 Základní rozměry	51
5.1.2 Konstrukce	51
5.1.3 Vnitřní uspořádání	52
5.1.4 Motory	53
5.1.5 Práce s nákladem	54
5.2 Ergonomické řešení	55
5.2.1 Ergonomické řešení kabiny	55
5.2.2 Umístění kabiny a výhled	56
6 DISKUSE	58
6.1 Psychologická funkce	58
6.2 Ekonomická funkce	58
6.3 Sociální funkce	58
ZÁVĚR	60
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	61
ZDROJE POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	64
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	65
SEZNAM PŘÍLOH	68

ÚVOD

Dnes je létání pro člověka běžnou a zažitou záležitostí a letecká doprava se stala běžnou součástí našich životů. Už od pradávna lidstvo lákala myšlenka létat. Není divu, že s rozvojem technických dovedností lidí se o to mnozí pokoušeli. Když už nelétáme letadlem osobně, stejně na nás mnohdy dopadá stopa dopravy nákladní – tedy že máme přístup k surovinám a věcem třeba z druhého konce planety. Bohužel je dnes i obloha přesycena leteckým provozem, stejně jako silnice. Lidstvo si vybudovalo pocit potřeby nutně převážet velké množství čehokoli na dlouhé vzdálenosti a omezilo se jen na některé aspekty letecké dopravy – hlavně na její rychlost. V ústraní pak zůstávají, dle mého názoru, mnohem důležitější aspekty lidského života – zdraví, štěstí, zodpovědnost vůči naší planetě a další. Naštěstí se nacházíme v období, kdy se lidé začínají pomalu opět probouzet. Dle slov pamětníků, kteří i třeba jen viděli po nebi plout ohromný, více jak dvoustetmetrový vzdušný koráb, se dozvíme, že mnozí byli natolik ohromeni, že se tento zážitek stal důležitou vzpomínkou, která ovlivnila jejich život. Na rozdíl od letounů jsou sice vzducholodě mnohem pomalejší, ale jsou schopny létat relativně potichu a šetrněji k životnímu prostředí. V takovém letu se pak skrývají nejen faktické vlastnosti dopravy, ale i mnoho krásy, inspirace a poezie. Je na čase, aby lidstvo opět zpomalilo jeho děsivě rychlý způsob života a možná pak začne oceňovat a podporovat důležitost těchto zapomenutých aspektů života. To by mohlo vést mimo jiné i k opětovnému návratu vzducholodí.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1

1.1 Vývojová analýza

1.1

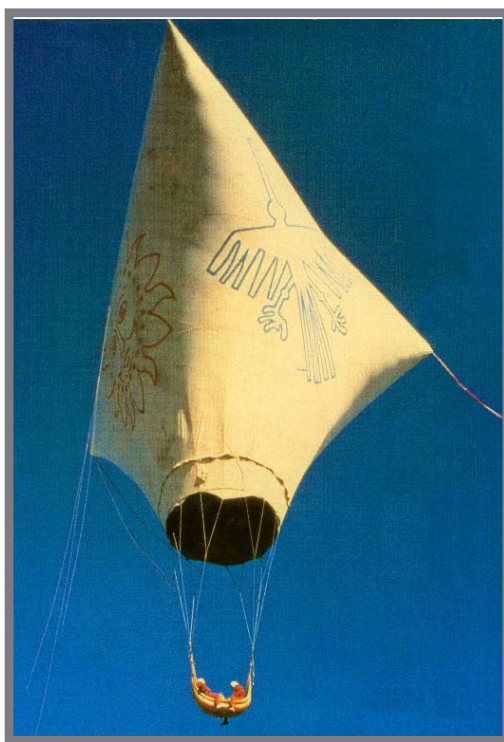
Už od pradávna se člověk více či méně úspěšně snažil o létání vzduchem. Člověk dokázal, že je schopen sestavit takové vynálezy, které mu to umožní. Létání je součástí různých starých bájí, pověstí a pohádek, většina tohoto létání je však pomocí křídel, nebo kouzel. V přírodě se nevyskytuje aerostatický princip létání vzduchem, člověk se logicky prvně inspiroval u různých jevů známých a pozorovatelných v říši živočichů a rostlin. Proto v představách figurovala pouze křídla. V bájích sice nenajdeme zmínky o aerostatech, přesto však historie letadel lehčích než vzduch sahá do dávných časů.

1.1.1 Předchůdci vzducholodí

1.1.1

Balóny v Peru

Na základě výzkumů a kreseb nalezených poblíž plošiny Nazca v Peru se vědci domnívají, že v těchto oblastech byly známy a využívány principy teplovzdušného létání. Na široké plošině planiny Nazca se nachází kresby obrovských rozměrů viditelné pouze z velké výšky. Vědci předpokládají, že při tvorbě těchto několikakilometrových kreseb byly využívány teplovzdušné balóny jako pozorovatelný. V roce 1975 byl zkonstruován balón přesně podle kreseb s archeologických nálezů, který využíval pouze materiály a konstrukce dosažitelné před dvěma tisíci lety. S tímto balónem se jeho autoři vznesli do výšky 125 metrů. Jestli však tehdejší obyvatelé Peru opravdu takové balóny používali dokázáno nebylo. [2, 4, 28]



Obr. 1-1 Projekt Nazca [53]

Čínské balóny

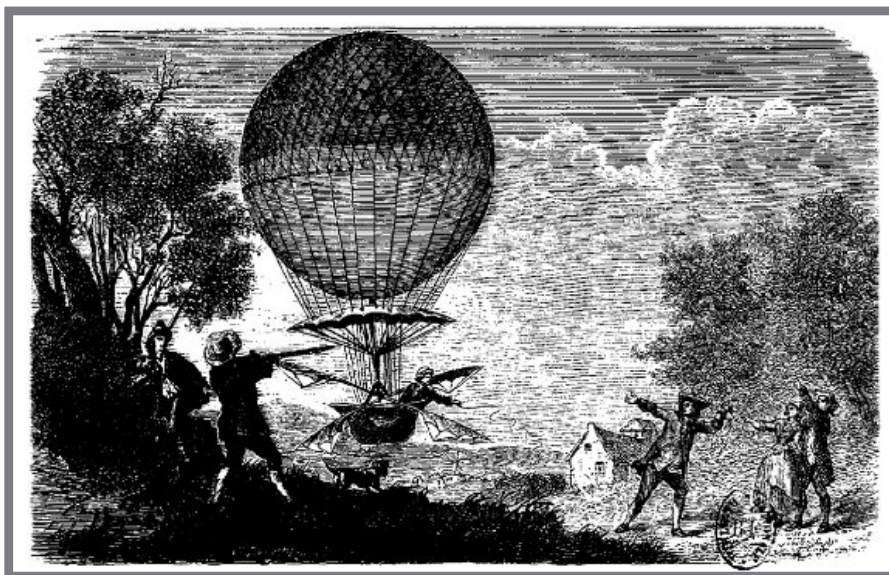
V Číně byl princip horkovzdušného balonu objeven pravděpodobně díky lampionům, které jsou používány jako tradiční osvětlení a dekorace. Když bylo některé svítidlo lehké, mohlo se začít vznášet.

Při korunovaci čínského císaře v roce 1306 byl údajně sestrojen funkční horkovzdušný balón, který ulétl dráhu dlouhou přes 40 km. [2] Přímý kontakt s aerostaty pak Evropané zažili během mongolské invaze. Mongolové přejali čínské postupy a používali horkovzdušné balóny ve tvaru draků. [5] Tyto balóny byly využity v bitvě u Lehnice v roce 1241. V polské armádě vznikla panika, když nad mongolskou armádou pluly vzduchem obrovské příšery. [3]

Montgolfiéry

V historických záznamech najdeme mnoho zmínek o teplovzdušných balónech. Zásadním vynálezem, který odstartoval moderní historii horkovzdušného letectví byl balón bratří Montgolfierů. Ti v roce 1783 vypustili balón o průměru 12 metrů, který vyletěl do výše 2 000 metrů. Na počest jeho vynálezců se začalo balónům plněným horkým vzduchem říkat montgolfiéry. [6]

V následujících letech začal mezi vynálezci souboj o různá prvenství v oblasti aerostatického létání a pokrok šel rychle dopředu. Vzduchoplavci se čím dál víc zabývají myšlenkou říditelnosti balónu. Začátkem roku 1785 se vzduchoplavcům Blanchardovi a Jeffriesonovi podaří překonat kanál La Manche. [1] Mimo úspěšné pokusy však s rozmachem balónů začíná i dlouhá série havárií a katastrof. Je však otevřena cesta k vývoji vzducholodí, tedy říditelných letadel lehčích než vzduch.



Obr. 1-2 Blanchardův pokus [54]

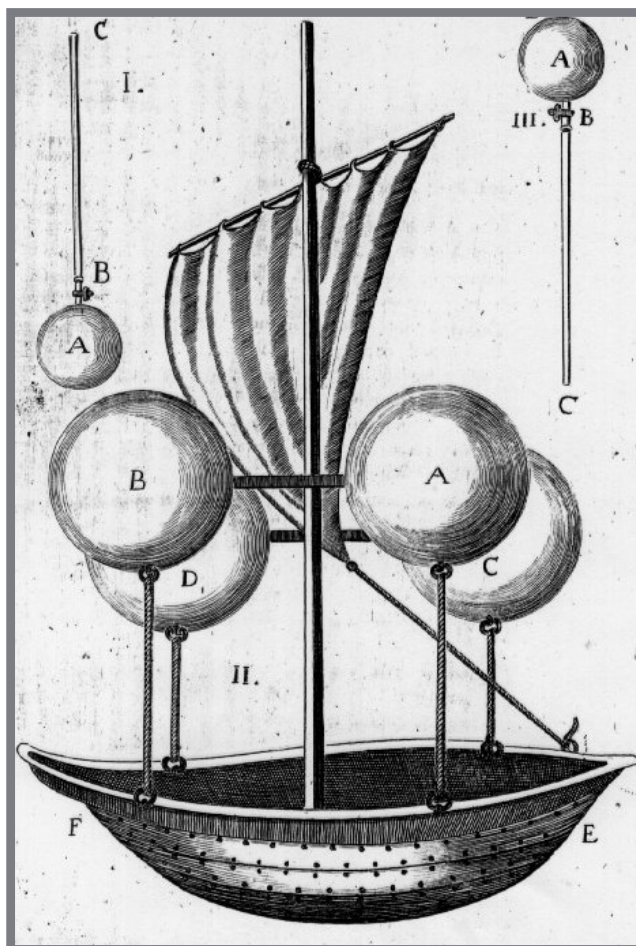
1.1.2 Průkopníci vzducholodního létání

1.1.2

Francesco Lana-Terzi

První propracovaný teoretický návrh vzducholodi pochází zřejmě z roku 1670 od jezuitského učenice Francesca Lana-Terziho. Jeho návrh počítal s vytvořením plavidla lehčího než vzduch pomocí balonů s měděným pláštěm, ze kterých byl odčerpán vzduch. Na základě Archimedova zákona předpokládal, že těleso bude nadnášeno silou úměrnou hmotnosti vytlačeného objemu vzduchu. [19]

Proveditelnost návrhu byla samozřejmě nereálná, protože by nebylo možné vytvořit plášť dostatečně lehký a zároveň pevný, aby udržel svůj objem při vytvoření vzduchoprázdna uvnitř.[1] Opis vyšel i spolu s kresbou člunu se čtyřmi nosnými balony. I přes nereálnost provedení spis předběhl dobu a připravil potřebné teoretické základy pro balonové létání. V díle byla podrobně popsána funkce zátěže, balonové kotvy, vlečného lana, a upevnění koše s extrudérem. Dále byly popsány zásady vzletu a přistání za silného větru. [19]



Obr. 1-3 Terziho vzducholod' [55]

Jean-Baptiste-Marie Meusnier

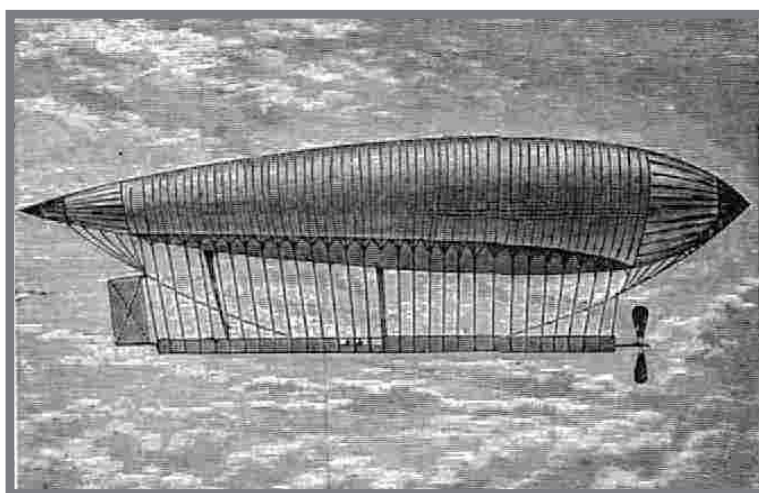
Další významný a již více reálný návrh říditelné vzducholodi pochází z roku 1783 a jeho autorem je Jean-Baptiste-Marie Meusnier. Jeho návrh v té době nebyl realizovatelný, protože neexistoval vhodný motor. [20] Přináší ale jinak vyspělé technické řešení. Meusnier si uvědomoval, že pro řízený pohyb potřebuje aerodynamický tvar. Dále si uvědomuje, že při sebemenší změně tlaku se změní tvar a to může výrazně ovlivnit říditelnost. Proto vymyslel systém pro udržení stálého tlaku v těle vzducholodi - pomocí menšího balonu umístěného uvnitř vzducholodi. [2] Tento balon byl dofukován tlakem proudu vzduchu vznikajícím dopředným letem vzducholodi. [3] Meusnier též promyslel systém uchycení gondoly pomocí sítě a závěsných lan. Mezi gondolou a trupem byly tři vrtule za sebou a plachtové kormidlo. Pohon vrtulí by však vyžadoval sílu osmdesáti mužů, jiný použitelný pohonný systém v té době neexistoval, návrh tedy nebyl nikdy realizován, přesto je však významným přínosem v teoretické rovině a ovlivní další konstruktory.[3]

Paul Haenlein

Paul Haenlein započal stavbu své vzducholodě ve Vídni. Když mu však tamější plynárna odmítla dodávat svítiplyn, dokončovací práce a následné testování bylo přesunuto do Brna, kde byla dokončena. V roce 1872 se uskutečnilo několik zkušebních plaveb. Použit byl motor na svítiplyn, který byl odebírán přímo z nosného balonu. [22] Šlo o první využití spalovacího motoru ve vzducholodi. [3] Vzducholod' byla dlouhá přes padesát metrů a byla vybavena pětimetrovou tlačnou vrtulí, díky které dosahovala rychlosti osmi kilometrů za hodinu. [2]

La France

Francouzskou vzducholod' La France sestrojil v roce 1884 vojenský inženýr Chales Renard. Plavidlo je považováno za první plně říditelné, při prvním letu provedla vzducholod' let po uzavřené křivce dlouhý přibližně 8 kilometrů. [7, 6] La France byla poháněna elektromotorem o výkonu 6,3 kW a ukrývala 32 elektrických článků, které dohromady vážily 400 kg. [2]



Obr. 1-4 La France [56]

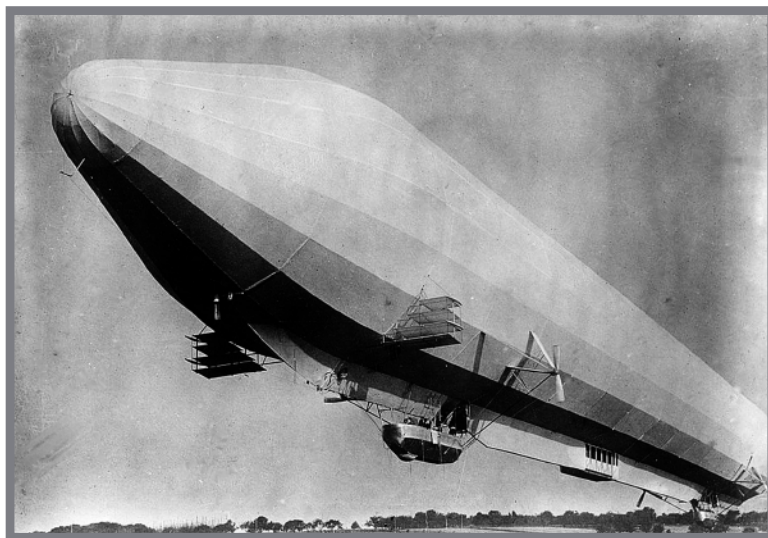
1.1.3 Zlatá éra vzducholodí

Do konce devatenáctého století pak vzniklo více dalších pokusů o zkonstruování vzducholodí, mnohé z nich významně ovlivnily práci Ferdinanda von Zeppelina, jednoho z nejvýznamnějších konstruktérů vzducholodí.

Zeppelin

První Zeppelinova vzducholod' nesla označení L.Z. 1 – jednalo se o stodvacetimetrovou vzducholod', která měla kompletně tuhou kostru zhotovenou z mnohoúhelníkových profilů potažených plátnem. První let proběhl roku 1900, trval však pouze 18 minut a pak musela vzducholod' pro poruchu kormidla přistát a byla odvedena zpět do hangáru. [3, 8]

V roce 1909 založil Zeppelin dopravní společnost DELAG, která byla určená k provozování letecké dopravy a k výcviku posádek vzducholodí. V letech 1910-1914 přepravil DELAG mezi německými městy více než 35 000 cestujících bez jediné nehody. [23] První vzducholodí pro tuto společnost byla L.Z. 7 „Deutschland“. Ta měla válcový trup o délce 148 m a průměru 14 m. Těleso mělo kostru sestavenou z hliníkových profilů, jednotlivé přepážky měly tvar šestnáctihranu. Přepážky byly pospojovány pomocí podélných hliníkových profilů a celek byl navíc vyztužen pomocí ocelových strun. K tomu byla vzducholod' zpevněna trojúhelníkovým kýlem, na kterém byly zavěšeny všechny motorové gondoly. V tělese bylo osmnáct plynových komor plněných vodíkem. [3,8]



Obr. 1-5 Zeppelin LZ-7 [57]

Vznikaly další modely a vývoj šel rychle dopředu. V roce 1917 jedna z Zeppelinových vzducholodí podnikla bez mezipřistání let dlouhý 7 000 km (z Bulharska do Afriky). [23] Významným pokrokem ve vývoji Zeppelinů pak byla vzducholod' L.Z. 120 postavená v roce 1918. Její těleso mělo poprvé vřetenovitý aerodynamický tvar. Vzducholod' navrhl konstruktér maďarského původu Paul Jaray a z jeho aerodynamického návrhu vycházely všechny další vzducholodě společnosti Zeppelin. [9]

Roku 1925 je zkonstruován LZ 127 „Graf Zeppelin“. Byla zahájena transatlantická vzducholodní doprava. Jako plnicí plyn byl použit vodík. [23] Graf Zeppelin byl tech-

nicky velice vyspělý. Hlavní těleso mělo objem 112 000 m³, délku 236 m a průměr 30,5 m. Kostra měla 18 osmadvacetihránných přepážek z duralových profilů rozmístěných po patnácti metrech. Tyto přepážky byly prokládané pomocnými přepážkami a pospojované profilovými podélníky. Vše bylo zpevněné ústředním vnitřním kýlem po délce spodní části trupu a dvěma pomocnými kýly na bocích tělesa. [8] Motory spalovaly speciální plynné palivo – tzv. Blaugas. Jednalo se o směs plynů namíchanou tak, aby byla stejně těžká jako vzduch. Během spalování paliva byly nádrže doplňovány vzduchem a tím se neměnila celková hmotnost vzducholodi. [10,11]

První let trval 36 hodin. V roce 1929 proběhla plavba kolem světa. Při ní bylo na palubě 14 cestujících a 41 členů posádky. Graf Zeppelin startoval v Lakehurstu a končil tamtéž. Mezipřistání byla nutná pouze ve Friedrichshafenu, Tokiu a Los Angeles. Let měřil 34 200 km a plavba trvala 12 dní, 14 hodin a 20 minut letového času. Průměrná rychlost tedy byla 113 km/h. Za svou devítiletou kariéru Graf Zeppelin nalétal 1 695 272 km[8, 3]

Úspěchy L.Z. 127 motivovaly výrobce ke stavbě ještě větší vzducholodě – legendárního L.Z 129 Hindenburgu, který dosahoval délky 245 m. Zvýšená nosnost byla využita k navýšení kapacity přepravovaných osob z 50 na 72, posádka se rozšířila o 10 členů, tedy na 55. Při kratších cestách byl Hindenburg schopný přepravit až 150 cestujících. [8]

Nehoda Hindenburgu v roce 1937 pak znamenala v podstatě konec éry velkých ztužených vzducholodí. Sesterská loď Graf Zeppelin poté provedla pouze několik letů a byla rozebrána.

Americké vzducholodě

Americké námořnictvo využívalo vzducholodě jako prostředky dálkového námořního průzkumu. Od Kongresu si vyžádalo prostředky k opatření alespoň dvou ztužených vzducholodí a vybavené základny. Díky tomu mohly být pořízeny vzducholodě nesoucí označení ZR-1 a ZR-2 a základna v Lakeshurtu. Původně chtěli Američané postavit vylepšenou kopii německého zeppelinu. ZR-1 ale byla podstatně mohutnější a větší, měla délku 208 m.

Posádka měla 23 členů. Během letu bylo nutné část nosného plynu kvůli vyrovnaní vztlaku vypouštět do ovzduší. Protože však bylo nutné s heliem šetřit, vymysleli konstruktéři nový způsob získávání zátěže. Ochlazovali výfukové plyny z motoru, dochá-



Obr. 1-6 Akron [58]

zelo ke kondenzaci vodní páry na vodu a ta byla ukládána v nádržích na vodní přítěž. Tohle zařízení se následně stalo běžným u dalších amerických vzducholodí. [12]
Další důležitou vzducholodí byla ZRS-4, postavená v USA a pokřtěná jménem Akron. Její technologie byly vylepšeny a byl postaven další obr – ZRS-5 “Macon“. Dále byly v USA používány už převážně malé vzducholodě neztužené konstrukce. [12]

Italské vzducholodě

Nejvýznamnější osobností italské vzduchoplavby je generál Umberto Nobile, který působil jako inženýr ve státní továrně v Římě. Prosazoval používání poloztužené konstrukce s výrazným vnějším kýlem trojúhelníkového tvaru. Vzducholod' T.34 „Roma“ měla částečně ztuženou konstrukci s vnějším kýlem a byla schopná dosáhnout rychlosti 130 km/h. [12, 8]

Nobile však prosazoval modernější vzducholodě jiného tvaru a menší velikosti. Bylo vylepšeno napojení kýlu a celkový tvar tělesa. Tyto vylepšené vzducholodě nesly označení „N“. První model N-1 byl postaven roku 1924. Úspěch této vzducholodi podnítil italskou vládu k uspořádání výpravy na severní pól. Za tímto účelem byla sestrojena vzducholod' N-4 „Italia“. Roku 1927 byla vypravena slavná cesta na severní pól. Plavidlo kroužilo dvě hodiny okolo pólu, ale pro nepřízeň počasí nemohla Italia přistát. Při návratu byla Italia přitížena námrazou, klesla k zemi a ztroskotala. Tento neúspěch znamenal prakticky konec italské vzduchoplavby. [12, 8]



Obr. 1-7 N1 [59]

1.1.4 Současnost

1.1.4

V současnosti jsou vzducholodě využívány v menší míře. Doprava osob je dnes pouze turistickou atrakcí. Pro svou schopnost udržet se dlouho ve vzduchu na jediném místě jsou vzducholodě občas využívány pro monitorovací a bezpečnostní účely - jejich provoz je levnější, než provoz helikoptér, jsou schopny vydržet na jediném místě s minimální spotřebou paliva. Nejznámějšími zástupci současných výrobců jsou patrně společnosti Zeppelin a Goodyear. Opakovaně se objevují názory a studie o budoucnosti vzducholodí v oblasti nákladní dopravy. Existuje více projektů vyvíjejících nákladní vzducholodě pro blízkou budoucnost. [24,25,26]

1.2 Technická analýza

1.2.1 Typy konstrukcí vzducholodí

Neztužená vzducholod'

Neztužená vzducholod' (též „blimp“) je taková, jejíž trup není nijak zpevněn, svůj tvar pak drží pouze přetlakem nosného plynu. V současnosti se jedná o nejčastější typ konstrukce. Tato konstrukce je vhodná především pro menší vzducholodě s relativně malým užitečným zatížením.



Obr. 1-8 Goodyear blimp [60]

Částečně ztužená vzducholod'

Poloztužená vzducholod' má trup částečně zpevněný kostrou, většinou kýlem. Vyztužený rám ve spodní části udržuje podélný tvar trupu, obvykle prochází celou délkou vzducholodí. Tvar tělesa je pak opět udržován mírným přetlakem nosného plynu.



Obr. 1-9 Zeppelin NT [61]

Ztužená vzducholod'

Ztužená vzducholod' má kompletně vyztuženou kostru, která udává tvar trupu. Těleso je tedy tuhé a uvnitř jsou umístěny komory s nosným plynem, které nijak neovlivňují tvar vzducholodi. Ztužená vzducholod' lépe snáší poryvy větru, umožňuje účinnější montáž motorů a kabin. Též umožňuje aerodynamicky výhodnější tvarování a možnost provozních a úložných prostor uvnitř hlavního tělesa. To se zdá být výhodné zejména pro převoz větších nákladů, kdy aerodynamický tvar nemusí být narušen vystupující objemnou hmotou gondoly sloužící k uložení nákladu.



Obr. 1-10 Graf Zeppelin [62]

1.2.2 Motor1.2.2

Proudový motor

Proudový motor pracuje na principu Newtonova zákona o akci a reakci - spaliny, které vychází ven z motoru, na něj působí silou opačným směrem, tedy jej žene vpřed (obr. 9). [40] Tento druh motoru pracuje efektivně až při rychlostech podstatně vyšších, než rychlostech vhodných pro vzducholodě, proto je jeho použití nevhodné. [41]

Turbovrtulový motor

Turbovrtulový motor je kombinací motoru proudového a vrtulového. V podstatě se jedná o proudový motor, jeho energie se však využije převážně k pohonu turbíny, která přes reduktor pohání vrtuli. Pouze necelých 10 % výkonu se pak přímo podílí na pohonu letadla tahovou silou. [42]

Vrtulový motor

Tah je zajištěn vrtulí, která může být poháněna různými druhy motorů - spalovacím motorem, motorem využívajícím pohon na vodíkové, či lihové palivové články, elektromotorem.

Palivové články

S ubývajícími zásobami fosilních paliv je nutné hledat tentokrát udržitelnou alternativu. Palivové články v této oblasti přináší mnoho výhod, mezi které patří možnost využití ekologicky výhodného vodíku a dobré dynamické charakteristiky.

Pro pohon elektromotoru je možné využít palivové články.

Palivové články a baterie mají mnoho podobností, v obou případech se jedná o galvanické články. Od elektrických baterií se palivové články výrazně liší ve způsobu uskladnění chemických reaktantů - v baterii jsou katoda s anodou nedílnou součástí a v průběhu používání jsou postupně spotřebovány, po vyčerpání dojde k výměně, nebo nabití článku. V palivových článcích jsou reaktanty dodávány z vnějšího zdroje a články pracují tak dlouho, dokud jsou reaktanty dodávány a reakční produkty odváděny.

Při srovnání s motory s vnitřním spalováním je nejdůležitější aspekt ekologický, kdy běžně používaná fosilní paliva produkují podstatně větší emise, než palivové články. Je však možné navrhnout i spalovací motory na čistý vodík, které produkují téměř nulové emise. [43]

1.2.3 Nosný plyn

Vodík

Vodík je nejlehčím a nejjednodušším plynným chemickým prvkem, v přírodě tvoří molekuly ze dvou atomů. Je hořlavý, ale hoření nepodporuje. Při koksování uhlí se uvolňuje vodík, je tedy obsažen ve svít plynu. Dříve byl získáván tak, že se svít plyn a koksárenský plyn zkapalněl a následně se vodík oddestiloval. Dnes se ve velkém vyrábí vodík termickým rozkladem methanu. Genetické inženýrství ovšem usiluje o zdokonalení procesu, kdy je vodík tvořen při rozkladu organických látek některými bakteriemi. Snahou je zdokonalit proces natolik, aby byl využitelný pro průmyslovou výrobu. [14] Kromě termochemických procesů je vodík získáván také z biomasy. Jedná se především o výrobu vodíku biochemickými procesy z bioethanolu a bioplynu. [15]

Helium

Helium je plynný chemický prvek patřící mezi vzácné plyny. Jedná se o bezbarvý plyn bez zápachu a chemicky je zcela inertní. Na Zemi je přítomno jen velmi vzácně ve vyšších vrstvách. V menším množství se nachází také v zemním plynu, ze kterého je také získáváno. Vzácně také vyvěrá trhlami v zemi. [13]

Srovnání vodíku a helia

Aerostatický vztlak je ovlivňován různými faktory (teplota, tlak, vlhkost okolí), navíc u obou plynů není reálné dosáhnout stoprocentní čistoty. Při zahrnutí těchto faktorů pak platí, že helium je schopné dosáhnout přibližně 88 % vztlaku vodíku. Kubický metr vodíku je schopný unést přibližně 1,1 kg zátěže, stejný objem helia 0,98 kg. [16,52] Helia je na Zemi omezené množství, je relativně vzácné a drahé. Vodík je levnější, je schopný při stejném objemu unést větší hmotnost než helium, avšak ve směsi se vzduchem je vysoce hořlavý. Vzhledem k únikům a ztrátám helium není udržitelný zdroj pro využití jako nosný plyn pro velké vzducholodě budoucnosti. Existují vize a patenty pro bezpečné využití vodíku. Dá se předpokládat, že v blízké budoucnosti

budou existovat reálně využitelné systémy pro bezpečné použití vodíku jako nosného plynu ve vzducholodích.

Vybrané patenty týkající se bezpečného použití vodíku

patent US20050224638 (uděleno 2005)

Patent popisuje směs vodíku a plynu, který má hasící schopnost. Výsledná směs tedy nemůže vzplanout, respektive bude oheň okamžitě uhašen. Dále je popsán celý systém, jak použít toto nosné médium. [44]

patenty BE1018347-A3 a RU2455193-C1

Jedná se o další existující patenty z let 2010 a 2012 týkající se bezpečného použití vodíku jako nosného plynu, bohužel však jejich náhled není dostupný, avšak samotná existence těchto patentů je užitečnou informací.

Svítiplyn

Svítiplyn je tvořený směsí různých plynů, jako je vodík, metan, oxid uhelnatý a další. Vyrábí se uměle a to buď karbonizací, tlakovým zplyněním hnědého uhlí, nebo štěpením zemního plynu a úpravou jiných plynů. [17] Svítiplyn je hořlavý a ve směsi se vzduchem výbušný. Jeho nosnost je 0,63 kg na metr krychlový. [16]

Metan

Prakticky není využíván při vzduchoplavbě, ale existují projekty a vize, že by mohl být přepravován do místa spotřeby právě ve velkých vzducholodích. Je hořlavý a ve směsi se vzduchem exploduje. [16]

Horký vzduch

Horký vzduch se používá u horkovzdušných balónů. Vzduch ohřátý na 100 stupňů Celsia má nosnost přibližně 0,33 kg na metr krychlový, v závislosti na okolní teplotě. [16]

1.2.4 Materiály

1.2.4

Dural

Dural je slitina hliníku a mědi s přísadami manganu, hořčíku a dalších prvků. Je jen nepatrně těžší než hliník, avšak výrazně pevnější a tvrdší. Je tradičním materiálem pro stavbu konstrukcí vzducholodí. Pevnost i tvrdost se zvyšuje tepelným opracováním a zušlechťováním. Dural se snadno obrábí a je možné jej zpracovat i svařováním v ochranné atmosféře, pájením, nýtováním, nebo lepením.[45]

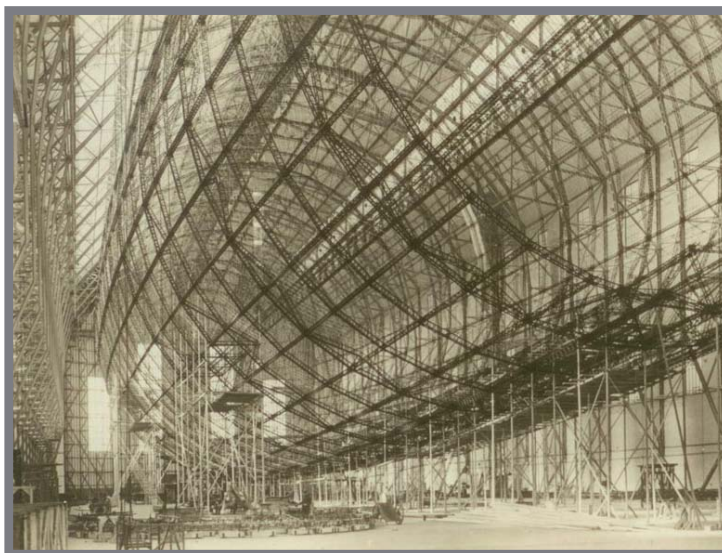
Oceli

V případě, že je nutná vyšší pevnost, než u slitin hliníku, je možné použít ocel.

Textilie

U materiálu, kterým je potažený plášť trupu je důležité, aby byl lehký a zároveň aby byla co nejmenší prostupnost plynů skrze tento materiál. Většinou se dnes využívá

textilií s více vrstvami. Například na Zeppelinu NT je použit třívrstvý laminát složený z Tedlaru, polyesterové tkaniny a polyuretanové vrstvy. Tedlar je polyvinylfluorid a obstarává nízkou permeabilitu materiálu, polyester obstarává stabilitu materiálu, polyuretan pak zajišťuje kombinaci obojího. [46]



Obr. 1-11 Duralová konstrukce [63]

1.2.5 Uložení nákladu

Náklad může být uložen v přepravních kontejnerech. Ty slouží nejen k bezpečnému způsobu přepravy po zemi, ve vodě i ve vzduchu. Díky standardizovaným rozměrům kontejnerů je možné jednodušeji a levněji překládat zboží mezi různými dopravními prostředky, též umožňují použití standardizované manipulační techniky. S kontejnerem lze manipulovat pomocí závěsných ok určených většinou k hornímu, nebo bočnímu závěsu, dále pomocí háků, vazacích řetězů, lan a pásů, třmenů a vazačů.

1.2.6 Nakládání a skládání nákladu

Náklad může být umístěn na palubu více zásadně se lišícími způsoby - buď s nutností přistání vzducholodi, nebo bez nutnosti přistát. Potřeba přistát značně omezuje manipulační možnosti a různorodost terénu, kde je třeba náklad složit nebo naložit. Pro plné využití výhod přepravy nákladu vzducholodí má tedy smysl uvažovat variantu nakládání a skládání bez nutnosti přistání, případně ukotvení na kotvící věži. Při těchto variantách může být náklad uchycen různými způsoby. Každá ze zmíněných variant přináší různé výhody i různá rizika a omezení.

Ukotvení pomocí závěsných ok

Kontejner může být zakotven do vazacího zařízení pomocí závěsných ok. Může být vytažen nahoru a být přepraven jako podvěsné břemeno. Tento způsob je pravděpodobně nejjednodušší a potřebná technika bude mít nejmenší hmotnost.

Podvázané břemeno

Při absenci závěsných ok může být náklad podvázán lany. (obr. 44) Zbytek řešení je pak podobný předchozí variantě. Tento způsob je použitelný i u jiných břemen, která nejsou uložena v kontejnerech.

Kontejnerový manipulátor

Kontejner je možné uchytit i pomocí kontejnerového manipulátoru. Při dostatečně přesném manévrování by bylo možné kontejner nabrat bez pozemního personálu. Oproti zavěšení na laněch je to však pravděpodobně jediná výhoda. Systém by byl omezen pouze na kontejnery, předchozí varianty nabízí více možností a menší celkovou hmotnost zařízení.

1.2.7 Změna vztlaku při složení nákladu1.2.7

Jedním z nejzásadnějších problémů nákladních vzducholodí je změna vztlaku při složení nákladu. Většina konceptů pracuje s nutností nabrat zátěž odpovídající hmotnosti, například v podobě vody. [48,49] Toto řešení omezuje možnosti využití a tento problém byl jistě jeden z důvodů, proč bylo více velkých projektů vývoje nákladní vzducholodi zastaveno.

Velkým přínosem by mohl být systém COSH (Control of static heaviness) vyvíjený společností Aeros. Ten pracuje s principy využívanými u ponorek. Pro zvýšení hmotnosti vzducholodi je nabírán vzduch z okolí, který je plněn do roztažitelných nádrží. Zároveň je stlačován nosný plyn.[49,51] Dokončení vývoje a testování těchto technologií však potrvá ještě mnoho let. [50]



Obr. 1-12 Čtyřicetistopý přepravní kontejner [64]

1.3 Designérská analýza

1.3.1 Historický vývoj designu vzducholodí obecně

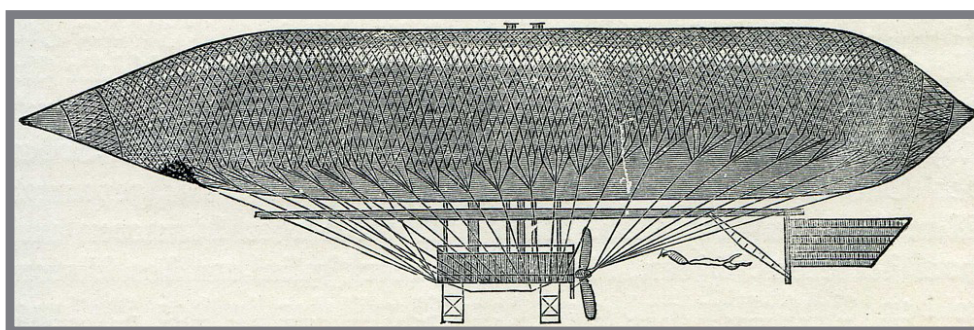
Základní stavba vzducholodi je v naprosté většině případů stejná - jedná se o podlouhlý doutníkový tvar s připevněnou gondolou. Podlouhlé tělo vzducholodi slouží převážně k uložení plynu, který celé letadlo nadnáší. Gondola je pak velikostně poměrně menší, je v ní podle typu plavidla místo pro pilota, další posádku, náklad, motor a další důležité prvky. U nejstarších návrhů bývala gondola zavěšená na lanech, jednalo se většinou o otevřenou konstrukci nesoucí pouze motor a pilota. S postupem času se gondola přibližovala a měnil se způsob jejího ukotvení. Nakonec se gondola u většiny vzducholodí stává součástí přímo navazující na základní hmotu, tedy mizí optické oddělení, kdy je zavěšena odsazeně. Vzhledem k různým velikostem vzducholodí nalezneme rozdílný poměr velikostí hmoty gondoly a těla. Tvar ovšem logicky vychází z funkce, proto od počátku historie vzducholodí až do současnosti nedochází k žádné zásadní změně, co se vzhledu týká. Koncept gondoly přímo navazující na trup a částečně do něj vstupující je využíván dodnes.

1.3.2 Design prvních vzducholodí

Vzducholodě v počátcích vzduchoplavby měly tvar čistě podřízený konstrukci. Vhodnost tvaru trupu byla vždy spíše odtušená a odhadnuta a konstruktéři se soustředili pouze na funkci a na to, aby vzducholod' vůbec letěla. Vzhled byl ovlivněn nejen tehdejšími technickými možnostmi, ale jistě i vzájemnou inspirací mezi jednotlivými konstruktéry. Gondola bývala otevřená a zavěšena na lanech a sítích, které objímaly hlavní nosné těleso. Výraznými detaily pak většinou byla vrtule s kormidlem, které však byly opět podřízeny funkci.

Paul Haenlein

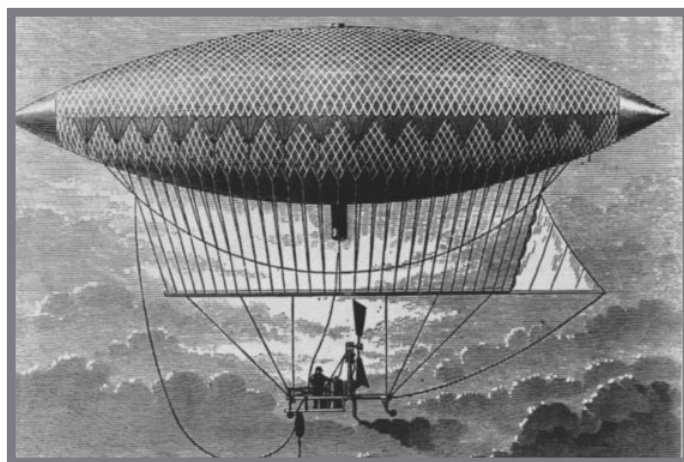
Plavidlo Paula Haenleina mělo podlouhlý válcový tvar s konicky se zužujícími konci, každý s jiným spádem. Výrazná byla hustá síť objímající celé těleso a nesoucí otevřenou gondolu s výraznou vrtulí. Vzducholod' je typickým příkladem technického designu prvních říditelných létajících strojů.



Obr. 1-13 Haenleinova vzducholod' [65]

Henri Giffard

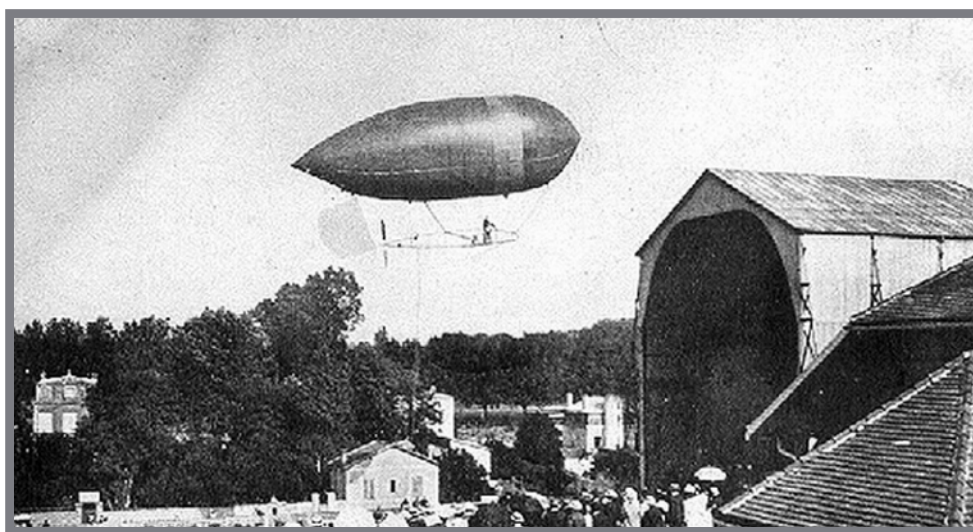
Dalším takovým příkladem může být vzducholoď francouzského konstruktéra Henriho Giffarda. Nosné těleso mělo vřetenovitý tvar potažený sítí, ze které vedla lana. Na těchto lanech visela podélná nosná tyč, ze které byla na dalších lanech zavěšena otevřená gondola. Výrazným prvkem byla námořní kotva visící pod gondolou. Na nosnou tyč navazovalo trojúhelníkové kormidlo. Celkově mělo tohle plavidlo přirozeně horizontální charakter, který byl oproti jiným vzducholodím zdůrazněn hlavně díky nosné tyči.



Obr. 1-14 Giffardova vzducholoď [66]

Alberto Santos-Dumont

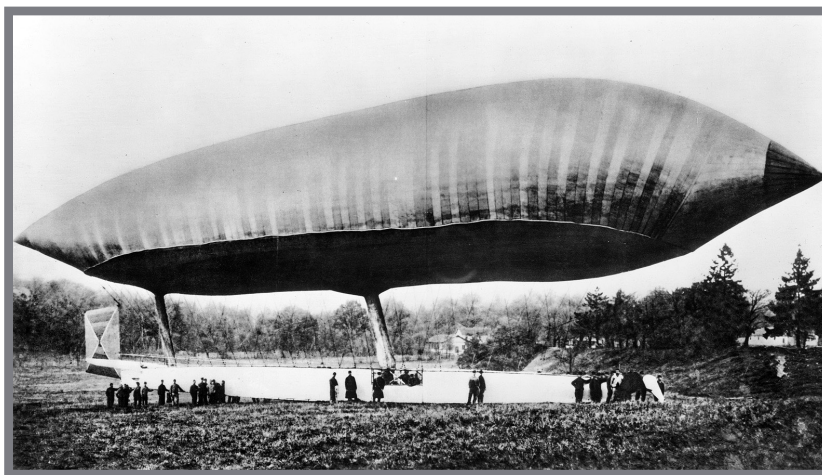
Plavidla konstruktéra Alberta Santos-Dumonta měla různé tvary, důležitým prvkem pro vývoj designu však bylo aerodynamicky kapkovitě tvarované těleso, zaoblení v přední části bylo poněkud tupé, v zadní části mělo naopak tvar vypjatého kuželu. Přestože byl tvar navržen pravděpodobně bez jakýchkoli komplikovaných výpočtů a převážně intuitivně, tak tímto tvarováním Dumont v podstatě předběhl dobu.



Obr. 1-15 Santos-Dumontova vzducholoď [67]

La France

Design vzducholodi La France je opět ovlivněn danou konstrukcí. Díky použití elektrických článků, které poháněly motor, je výrazná podlouhlá konstrukce, která je zavěšena pod nosným balónem. Elektrické články měly v té době velké rozměry i hmotnost, proto byly rovnoměrně rozmístěny na podlouhlé příhradové gondole. Těleso bylo aerodynamicky tvarované a na obou koncích špičaté, přední část však byla přirozeně více tupá. Celý tvar nosného tělesa měl, tak jako ostatní vzducholodě této doby, přirozeně energeticky napjatý tvar, vyplývající z přetlaku nosného plynu.



Obr. 1-16 La France [68]

1.3.3 Design ve zlaté éře vzducholodí

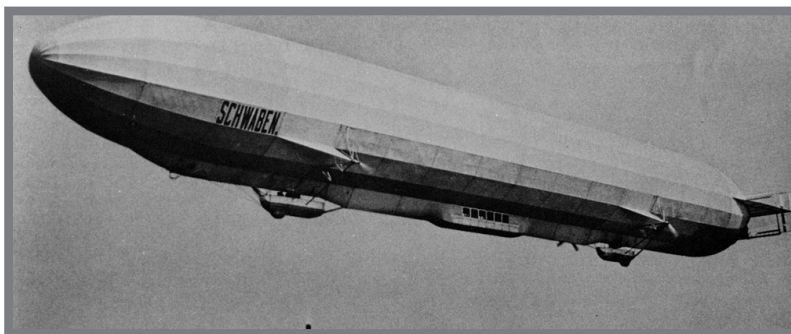
Zeppelin

Hrabě Ferdinand von Zeppelin měl jasnou a propracovanou vizi, jak by měla taková vzducholod' vypadat a jeho konstrukční postupy byly velice vyspělé. Z pohledu konstrukce i designu můžeme Zeppelinovi vzducholodi rozdělit na dvě odlišné kategorie. První vzducholodě měli válcový tvar s oblým zakončením a gondola byla stále zavěšena pod nosným tělesem, jak bývalo zvykem u popsáných předchůdců. Na rozdíl od těch však plně ztužená konstrukce nabízela více možností ve tvarování trupu a také mohla vzducholod' narůst do větších rozměrů. Ranné modely byly podobné, zásadně se lišily akorát ve tvarování a umístění ocasních ploutví. První důležitou změnou bylo přisunutí gondoly blíže k trupu a následně částečné zapuštění do hlavního tělesa. Tohle můžeme pozorovat například u Zeppelinu L.Z.10, kde jsou sice stále dvě otevřené gondoly s motory, ale zároveň i paluba navazující na hlavní těleso.

Nejdůležitější změnou ve vývoji designu Zeppelinů pak byl model L.Z.120 navržený s kvalitním aerodynamickým tvarem, který byl dobře promyšlen a zpracován s do té doby nevídanou technickou kvalitou.

Tento model ovlivnil vývoj nejslavnějších vzducholodí, i současné tvarosloví Zeppelinu NT na něj navazuje. Gondola je již uzavřená a navazuje na trup, paluby jsou též vevnitř hlavní hmoty. Tvar je opět aerodynamicky energeticky napjatý, není však

určen přetlakem nosného plynu, ale pevnou konstrukcí. Toto tvarosloví používají též slavné sesterské lodě Hindenburg a Graf Zeppelin, ale také třeba model L.Z. 131, jedna z posledních velkých vzducholodí.



Obr. 1-17 LZ 10 Schwaben [69]

Nobile

Významných pokroků v konstrukčním a designérském řešení dosáhly také italské vzducholodě Umberta Nobileho. Ten prosazoval částečně ztuženou konstrukci a signifikantním znakem jeho vzducholodí byl vnější trojúhelníkový kýl. Díky tomu dostává vzducholod' odlišný výraz od ostatních, jednalo se o jednu z mála vzducholodí, kde jednotlivé příčné řezy hlavním tělesem neměly čistě kruhový tvar.



Obr. 1-18 Nobileho Italia [70]

1.3.4 Analýza designu současných vzducholodí a vybraných designérských konceptů

Existuje mnoho konceptů a vizí pro budoucnost využití vzducholodí, některé práce se zabývají více technologií a logistikou, některé jsou spíše designérskou vizí řešící technologické aspekty pouze povrchně. Další kategorií jsou nepříliš reálné vize, které mají především inspirovat a dovést k zamyšlení o smyslu cestování a o budoucnosti přepravy.

Goodyear a Zeppelin NT

Vzducholodě dvou nejznámějších výrobců vychází z tradičního řešení používaného od počátku dvacátého století, základní hmota trupu má podlouhlý doutníkový tvar na který je přímo napojena gondola. Vzhledem k neztužené konstrukci má trup plavidel Goodyear více energeticky napjatý tvar, plocha průřezu těla se v příčném řezu mění, trup má kapkovitý tvar ubíhající směrem dozadu. Naproti tomu Zeppelin NT má díky částečně ztužené konstrukci méně napjatý tvar, v hlavní části nosného tělesa se průřez téměř nemění. Gondola je umístěna více vpředu, na rozdíl od blimpu Goodyear, kde je blíže středu trupu. Barevné řešení u Goodyear odpovídá firemním barvám a dominuje mu výrazné logo společnosti. U Zeppelinu NT je barevné řešení často podřízeno reklamě umístěné na trupu vzducholodi.

Airship One

Koncept Airship One je návrh hybridní vzducholodě s částečně ztuženou konstrukcí. Dvě třetiny potřebného vzlaku jsou obstarány nosným plynem, zbylou třetinou je aerodynamický vztlak vytvářený pomocí křídel. Vzducholod' je vybavena elektromotory, které čerpají energii ze solárních panelů umístěných na křídlech a trupu. Navržená nosnost je 30 tun a počítá se s přepravou pasažérů i dalšího nákladu. [29]

Autorem konceptu Airship One je švédský průmyslový designér Gosha Galitsky. Hlav-



Obr. 1-19 Airship One [71]

ní hmota vzducholodi je umístěna nahoře a zužuje se směrem dolů až téměř plynule přechází v gondolu sloužící k uložení nákladu. Tím je docíleno odlehčeného vzhledu - z celkového tvarování je zřejmé, že horní část nadnáší celé těleso a táhne vzhůru gondolu. Gondola je i přes poměrně malý objem vůči zbytku opticky nejtěžším místem,

forma zde tedy přiznává svou funkci. Kompaktní těleso tvořené trupem a gondolou je pak narušeno dvěma páry křídel, které logicky prostupují touto hmotou. Gondola je barevně oddělena od zbytku trupu. Tmavé části trupu kopírují vnitřní pevný rám, napjatý tvar světlých částí je podřízen zvolené konstrukci a je tvořen přtlakem nosného plynu.

Turtle Airship

Turtle Airship je koncept ztužených vzducholodí pokrytých solárními panely, používající elektromotory doplněné o záložní pohon na bio-diesel. Tento koncept je primárně navržen k cestování, dále však počítá s využitím v armádě, pro nouzové účely a využitím při humanitární pomoci. Koncept Turtle Airship je ve vývoji již od počátku devadesátých let a na různých propagačních obrázcích se liší detaily, jako je přítomnost oken, či různé umístění vstupu. Na obrázku 63 je jedna z variant modelu SkyFreighter. [30, 37]



Obr. 1-20 Turtle Airship [72]

Koncept Turtle Airship navrhl Darell Campbell. Jak říká i název, plavidlo je inspirováno želvou. Oproti tradičnímu řešení je tvar více zploštělý, nemá samostatnou gondolu, ale veškeré provozní prostory pro posádku a náklad jsou uvnitř kompaktně řešeného trupu. Po obvodu tělesa probíhá hrana zvýrazněná barevnou linií, která hmotu dělí na dvě části - organicky tvarovanou horní část pokrytou solárními panely a více geometrickou část, která se směrem dolů zužuje. V místě největšího obvodu z tělesa vystupuje čtveřice křídel, boční siluetu pak výrazně doplňuje kýlová ocasní plocha se směrovkou.

Stratocruiser

Stratocruiser je koncept vzducholodi určené pro luxusní cestování. Její vybavení zahrnuje restauraci, bazén a mnoho dalšího, v podstatě by se mělo jednat o vzducholodní hotel. Tato vize se zabývá nejen vzducholodí samotnou, ale i systémem pozemních míst podporujících kvalitu zážitku z cesty.[31, 38]

Koncept Stratocruiser od architektonického a designérského studia Nau je tvarován geometricky, jedná se o těleso definované rovinnými plochami, hrany jsou zaoblené. Celá hmota působí jakoby vysekána z jednoho monolitického kusu materiálu, plochy

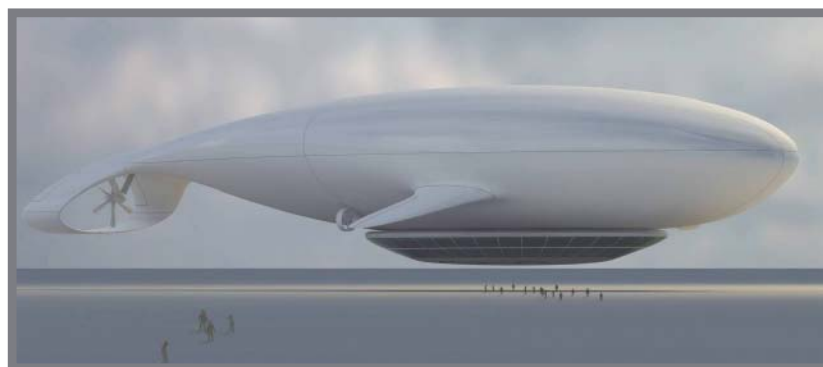
pro prosklenou část vyhlídkové plošiny je opět dosaženo vyříznutím prohlubně do základní hmoty. Stejně tvarosloví je pak použito i v interiéru vzducholodi. Design působí více jako architektonické zpracování celku jako budovy, než jako dopravního prostředku, vzhledem k zamýšlenému využití jako pohyblivého vzdušného hotelu to však není na škodu.



Obr. 1-21 Stratocruiser [73]

Manned Cloud

Manned Cloud je vizionářský koncept vzducholodi, která je opět určena jako létající hotel. Trup je ztužený vnitřní konstrukcí. Na základě této designérské vize byla zahájena detailnější analýza návrhu a jeho technické proveditelnosti. [32]

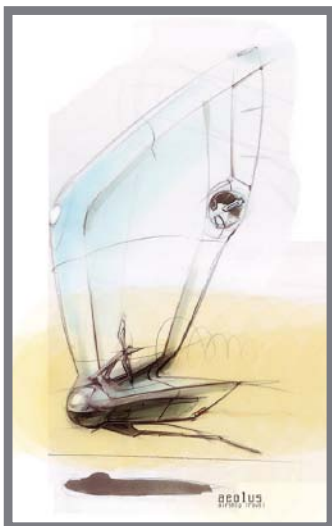


Obr. 1-22 Manned Cloud [74]

Design od Jeana-Marie Massauda má tvar stylizované velryby provedené v jednolitě barevné a materiálové úpravě, na jejíž břicho je připevněna dvoupodlažní gondola. Gondola částečně vstupuje do tvaru nosného tělesa, je oddělena výraznou mezerou. Do této mezery vstupuje jak rádius horní hrany gondoly, tak zaoblení spodní části nosného tělesa, dohromady pak tyto dvě hmoty působí samostatně s dojmem pouhého vzájemného dotyku. Tím je vytvořen příjemný kontrast a je zřejmé oddělení obytné hmoty gondoly od organického tělesa, které gondolu nadnáší.

Další koncepty

Mezi další koncepty, které stojí za krátkou zmínku patří jistě studentský návrh malé osobní vzducholodi Aeolus od Christophera Ottersbacha. Aeolus přináší nezvyklou koncepci vertikálního charakteru a úplně nový pohled na problematiku designu vzducholodí. Dále stojí za zmínku cestovní vzducholod' Eunoia od Thomase Trotziho, která je členěna horizontálně s výraznými zlomy, tvar je ladný, aerodynamický a moderní, přesto však obsahuje odkazy na historická řešení, především v odděleném zavěšení gondoly a řešení ocasní ploutve.



Obr. 1-23 Aeolus [75]



Obr. 1-24 Eunoia [76]

Na závěr zmíním vizionářský počín Passing Cloud od Tiago Barrose, zastávce hnutí slow design. Passing Cloud má tvar mraku, tvořeného vzájemně prostupujícími koulemi různých průměrů. Poslední dvě vize se zabývají filozofií cestování a jeho smyslem. Jedná se spíše o koncepty, které mají za úkol spíše rozpoutat diskusi o současném chápání cestování, inspirovat a donutit k zamyšlení, než přinášet reálnou vizi proveditelných vzducholodí. [33,34,35]

1.3.5 Celkové zhodnocení rozboru designu

1.3.5

Analýza designu jednotlivých vzducholodí a konceptů nám ukazuje, že přestože tvar vzducholodí je většinou výrazně podřízen funkci, stále existuje dostatek prostoru pro designérské zpracování. U letadel těžších než vzduch jsou základní vzhled a vzájemné proporce jednotlivých částí přirovnatelné k tělu ptáka, analogicky se pro dopravní prostředek podobné hmotnosti jako vzduch nabízí hledání inspirace u vodních živočichů, kteří se pohybují v prostředí podobně těžkém jako oni sami. Inspirace velrybou, vodní želvou, či jiným tvorem pohybujícím se pod vodní hladinou je tedy pro design vzducholodí zcela logická, protože tvar těla těchto tvorů přirozeně odpovídá způsobu jejich pohybu. Mimo tento organický přístup k tvarování je hojně zastoupeno tvarování energetické, tedy vycházející z působících sil, převážně z přetlaku nosného plynu a nutnosti aerodynamického tvaru. Méně časté je pak tvarování čistě geometrické.

1.3.6 Problematika designu vzducholodí

Vzducholod' je možné rozdělit na dvě základní hmoty, které určují její tvar – trup a gondolu. Dále celkový vzhled ovlivňují details, hlavně koncové ploutve, dále pak rozmístění motorů. Vzducholod' je dopravním prostředkem a tomu by mělo odpovídat její tvarování, také je nutné zachovat všechny potřebné technické vlastnosti. Rozmístění jednotlivých částí by vždy mělo odpovídat jejich funkci, tvar by měl působit bezpečně a mělo by z něj být zřejmé, že je schopný unést velký náklad. Barevné pojetí v historii většinou odpovídalo zvoleným materiálům, dnes je tomu často také tak. Plavidla, která mají prostor pro výraznější grafické řešení jsou pak dnes často využita pro reklamní účely a tomu je barevnost přizpůsobena. Většinou se na hlavní hmotu vzducholodi hodí převážně světlé barvy, details pak můžou být tmavší a tím se nejen vizuálně oddělit a dát najevo svou funkci, ale také pomoci k podtržení stabilního vzhledu – tmavší gondola bude působit v kombinaci s vhodným tvarováním jako zátěž – dá najevo, že je nesena hlavním tělesem.



Obr. 1-25 Passing Cloud [77]

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

2

Na základě vypracování kritické rešerše si je možné udělat základní představu o problematice využití vzducholodí. V této kapitole budou rozebrány aspekty, na jejichž základě bude upřesněna podstata a dílčí cíle designérské práce. Budou určeny upřesňující parametry, které je nutné znát před započítáním samotného navrhování nákladní vzducholodě.

2.1 Využití nákladních vzducholodí a jejich výhody a nevýhody

2.1

2.1.1 Výhody

2.1.1

- výrazně nižší spotřeba paliva a znečištění ovzduší
- nízká hlučnost, vysoký dolet, bezpečný provoz
- možnost naložit a složit náklad téměř kdekoli (horský terén, lesy, zastavěné plochy, tovární prostory)
- možnost usazení nákladu ve výšce např. na stavebních konstrukcích (v někdy i eliminace nutnosti na místo dopravit i nákladní jeřáb)
- odlehčení silniční při přepravě nadměrných nákladů vzduchem

2.1.2 Nevýhody

2.1.2

- závislost na počasí
- náročný a drahý výzkum a vývoj

2.2 Nosnost a práce s nákladem

2.2

Využití nákladních vzducholodí má smysl při různých nosnostech, především však při přepravě velkých nákladů. Za nadrozměrnou silniční dopravu jsou považovány náklady těžší než 24 tun – a na této hranici začíná dle mého názoru smysluplnost přepravy nákladu vzducholodí, protože pro nadměrnou silniční dopravu jsou nutná různá omezení.

Pro přepravu velkých nákladů je vhodné použití standardizovaných přepravních kontejnerů. Nákladní kapacitu pro můj návrh jsem zvolil 120 tun, což přibližně odpovídá horní hranici maximální hmotnosti čtyř standardizovaných čtyřicetistopových nákladních kontejnerů. Jeden čtyřicetistopový kontejner je dlouhý 12,2 m a široký 2,3 m. Je však nutné počítat i s většími náklady, případně větším počtem kontejnerů s menší hmotností. Proto bude mít půdorys nákladového prostoru nejméně 30 m na délku a 12 m na šířku.

Použití standardizovaných kontejnerů nejen usnadní následnou manipulaci, ale přináší další výhody. Např. sníží čas nakládání - kontejner může být předem připraven a naplněn, vzducholod' ho pouze nabere. Vzducholod' tedy nemusí být přítomna v čase, kdy je náklad plněn do kontejneru. Také není třeba mnoho dalších znalostí, jak kontejner naplnit. U nákladů, které je možné ukotvit a naložit v jednom kuse samozřejmě kontejner není nutný, jinak je jeho použití výhodné.

2.3 Konstrukce

2.3

Pro finální variantu je zvolena kompletně ztužená konstrukce, která je nejvhodnější pro velké vzducholodě. Vzducholod' bude mít rám z duralu, který bude udávat její tvar a zároveň usnadní přichycení motorů, gondoly, výškových a směrových kormi-

del. Ztužená konstrukce zároveň umožní umístění nákladového prostoru uvnitř tělesa trupu, lepší vlastnosti a stabilitu tvaru. Díky pevné konstrukci také půjde lépe pracovat s rozdělením a umístěním jednotlivých plynových komor, což umožní nám nutně změny vztlaku a vyvážení vzducholodi přečerpáváním plynu mezi těmito komorami. V neposlední řadě tato konstrukce přináší větší možnosti při navrhování tvaru trupu.

2.4 Nosný plyn

Jako nosný plyn bude použit vodík. Na rozdíl od helia je možné jej vyrábět, je levnější a lehčí. Jediným zásadním problémem je jeho hořlavost a ve směsi se vzduchem i výbušnost. Výbušnosti by se mohlo předejít dostatečnou čistotou nosného plynu. Ten je pak uzavřen v soustavě, kde by neměly být použity hořlavé materiály. Předpokládaný celkový vztlak je přibližně 220 tun, tomu odpovídá potřebný objem plynu přibližně 200200 m³ vodíku.

2.5 Motory

Finální varianta má dva páry vrtulových motorů po stranách vzducholodi a jeden motor umístěný v zadní části. Motory umístěné po stranách je možné natočit různými směry a slouží nejen k zajištění dopředného pohybu při přepravě, ale také ke kolmému startu a manévrování při nakládání a skládání nákladu. Také slouží k řízení při nízkých rychlostech především při startu. Směrová kormidla je totiž možné účinně využít až při vyšších rychlostech. Zadní motor slouží především k zajištění dopředného pohybu.

2.6 Rozměry

Největší část celkového objemu tvoří nosný plyn, nádrže na vzduch a nákladový prostor. Nákladový prostor zabírá méně než jedno procento celkového objemu, další dílčí objemy tedy pro přibližné určení celkové velikosti zanedbám. Při výšce úložného prostoru 6 m bude jeho objem 2 160 m³. Objem nosného plynu je 200 200 m³. Prostor nutný pro nádrže na stlačený vzduch je 11 000 m³. Na základě těchto objemů a použití zjednodušeného počítačového modelu tvaru zploštělého vřete byly určeny základní rozměry, které je nutné znát. Vycházíme-li z tvaru zploštělého vřetene, bude navrhovaná vzducholod' dlouhá přibližně 160 m, široká 65 m a vysoká 37 m.

2.7 Shrnutí

Návrh by měl samozřejmě respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti. Důraz by měl být kladen též na ekologické aspekty výroby a provozu. Při navrhování designu je třeba zohlednit následující zvolené technické parametry:

- umístění nákladového prostoru odpovídající možnosti složit náklad bez přistání
- odpovídající rozměry popsané v této kapitole
- vhodné rozmístění motorů

3 VARIANTNÍ STUDIE

3

V současnosti je počet vzducholodí minimální a nejsou v provozu žádné srovnatelné vzducholodě velikostní kategorie, do které spadá mnou navrhované řešení. V minulosti sice byly používány vzducholodě takové velikosti, ale jejich primární funkcí nikdy nebyla přeprava velkých nákladů. Jedná se tedy o relativně nový segment vzducholodní dopravy a přestože se o něm mluví už dlouho, tak není možné vycházet ze zkušenosti zažitých postupů ověřených historií oblasti, protože žádné nejsou. Proto při tvorbě následujících variantních studií nebylo smyslem přinést detailní varianty řešení, ale na hmotových studiích ověřit možné tvarové přístupy k dané problematice. Jednotlivé postupy budou zhodnoceny a na jejich základě budou určeny vhodné principy pro návrh tvarového a kompozičního řešení finální varianty.

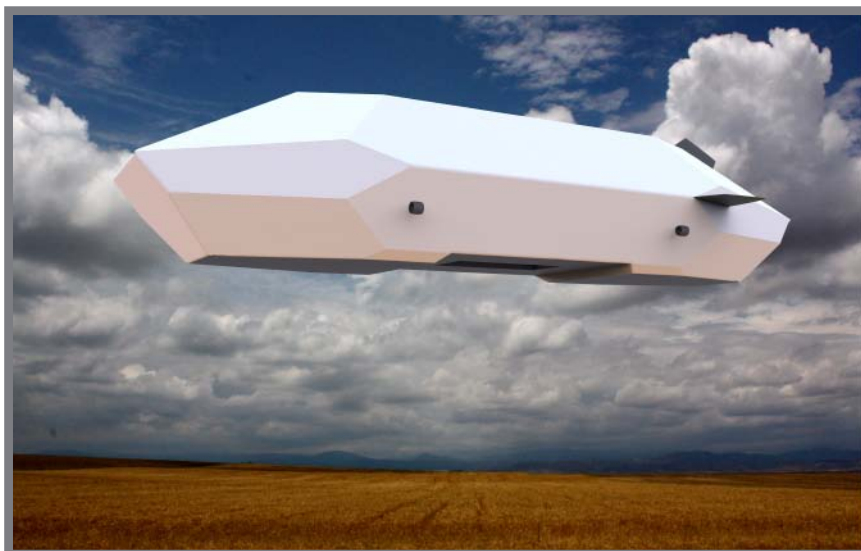
3.1 Varianta A

3.1

3.1.1 Rozbor

3.1.1

Tvarování této varianty je geometrické, základní těleso je tvořeno rovinnými plochami, které na sebe navazují, charakter tvaru je pak určen především rovnými hranami, na kterých se tyto plochy stýkají. Ve střední části je průběh přísně horizontální, v bočním pohledu jsou pouze rovnoběžné vodorovné linie, na koncích pak hrany přirozeně směřují do špičky tělesa. Celá hmota pak působí až sochařským dojmem, kdy je rovinnými plochami jakoby ořezána z většího kusu. Těleso je zespodu vyříznuto směrem k nákladovému prostoru a tvar tím zvýrazňuje vstup do nákladového prostoru a přiznává místo tohoto vstupu a směr, kterým je náklad naložen. Až na tohle vybrání je zbytek tělesa již konvexní. Celý tvar má přirozeně horizontální charakter, který odpovídá hlavnímu směru pohybu.



Obr. 3-1 Varianta A

3.1.2 Zhodnocení

Řešení varianty A rozhodně není adekvátní vůči potřebnému měřítku. Jednotlivé rovinné plochy jsou příliš velké. Pokud by mělo být tohle tvarosloví úspěšně použito, muselo by být těleso více členěno, dílčích rovinných ploch by muselo být podstatně více a jejich velikost by byla tím pádem menší. Bylo by vhodné, aby velikost jednotlivých ploch odpovídala vhodnému rozložení vnitřního rámu, který by určoval jednotlivé hrany tělesa, jednotlivé plochy by neměly být příliš malé. Bylo by tedy nutné zjistit, jestli existuje vhodný poměr velikosti jednotlivých ploch ke konstrukčnímu řešení rámu odpovídajícímu dané velikosti vzducholodi. Dalším možným řešením neadekvátní velikosti jednotlivých ploch by mohlo být narušení jejich rovinnosti, kdy by plochy měly vypouklý tvar, byly by však zachovány hrany mezi nimi. Avšak s navrhovaným řešením by bylo pravděpodobné, že by se tvarové řešení stalo zbytečně formálním a neodpovídalo funkci, konstrukční řešení by zřejmě bylo zbytečně složité. Zbytečná technická komplikace pouze kvůli atraktivnímu vzhledu by zde samozřejmě vzhledem k charakteru věci byla nevhodná a nesmyslná.

3.2 Varianta B

3.2.1 Rozbor

Tvarování této varianty kombinuje energeticky napjaté plochy s výraznými hranami a plochami rovinnými. Tentokrát po celém obvodu probíhá charakteristická horizontální linie, která tvar rozdělí na horní a dolní část. Dolní část se od dělicí linie zužuje směrem dolů, opět je v místě vstupu do nákladového prostoru vyříznuta. Horní část pak tvar přirozeně a jednoduše uzavírá. Logické směrování hmoty směrem k hlavní linii a hraně je nejvýraznější v bočním pohledu.



Obr. 3-2 Varianta B

3.2.2 Zhodnocení

Organické a energetické tvarování nejlépe odpovídá charakteru velké vzducholodi, napjaté plochy působí adekvátně vůči tomu, že většina tělesa složí k uložení nosného plynu. Takové tvarování je vhodné i přesto, že tvar by ve skutečnosti nebyl přímo určen přetlakem nosného plynu, ale pevnou konstrukcí. Rovinné plochy ve spodní části sice zajistí výrazně stabilní dojem při postavení na zemi, ve vzduchu však už takhle velké plochy nepůsobí vhodně. V bočním pohledu je na koncích těleso tvarováno až do relativně ostré špičky, což nám jasně určí osu, ve které se vzducholod' pohybuje. Směr pohybu po této ose je však určen pouze křídly v zadní části, což v tomhle případě nepůsobí dostatečně – při podobném tvarování je tedy vhodné více zdůraznit směrovost, buď výraznějším napojením doplňkových hmot, nebo tím, že hlavní tvar nebude v bočním pohledu osově souměrný. Dále je samozřejmě možné směrovost podpořit vhodným grafickým řešením.



Obr. 3-3 Varianta B

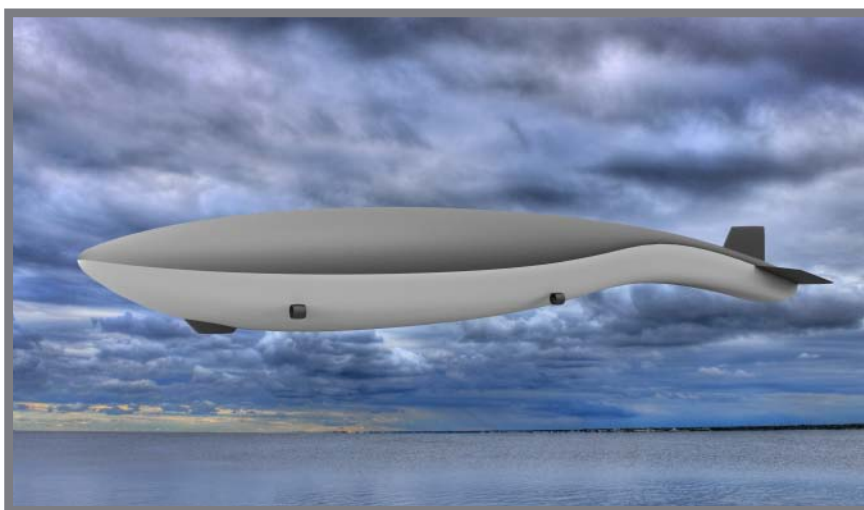
3.3 Varianta C

3.3.1 Rozbor

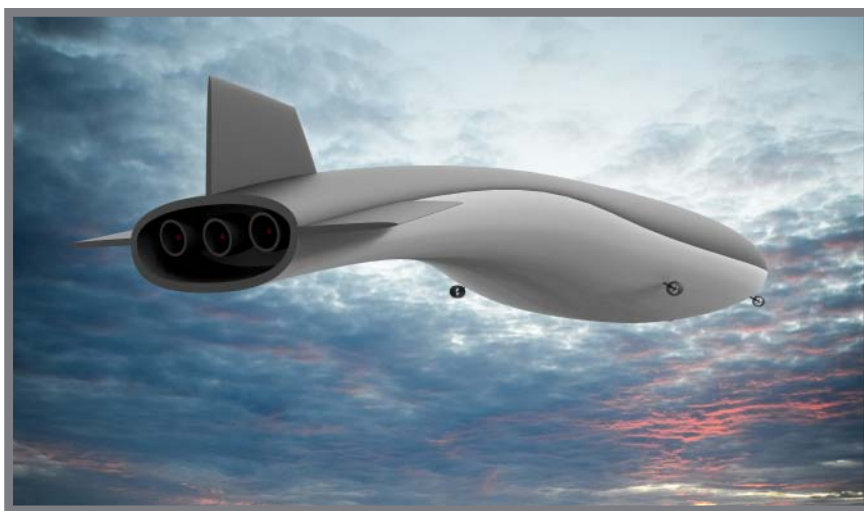
Varianta C je inspirována velrybou, je tvarována organicky a jednoduše. Na rozdíl od ostatních variant není tvar uzpůsoben tomu, aby mohl přímo stát stabilně na zemi. Tím je společně s použitým tvaroslovím zdůrazněno to, že přestože se jedná o velké a objemné těleso, je velice lehké a schopné se volně vznášet ve vzduchu. Tvar charakterizují v bočním pohledu tři linie – horní obrysová jednoduše prohnutá křivka, dolní obrysová esovitě prohnutá křivka a středová linie, která je přibližně průměrem bočních obrysových křivek. V půdoryse je také dvojité prohnutá, větší oblouk určuje hlavní objem tělesa, menší oblouk, směřující směrem k ocasu pak určuje jasnou směrovost hmoty a přirozeně aerodynamický tvar. Boční linie také dělí celé těleso na dvě barevně odlišené plochy.

3.3.2 Zhodnocení

Jak již bylo popsáno v designérské analýze, inspirace vodním tvorem se zdá být přirozená, jelikož tvar je pak adekvátní vůči charakteru pohybu v prostředí podobně těžkém jako je samotný objekt. Tvar je opět přirozeně horizontálního charakteru odpovídajícího směru pohybu, navíc je zde zřejmá směrovost, určená nejen umístěním a tvarem směrového a výškových křídel, ale především samotným tvarem hlavní hmoty. Pokud se však objekt stane těžší než vzduch, není již stabilní a jeho ukotvení na zemi pak nemusí působit přirozeně. Inspirace velrybou je ve variantě B příliš doslovná, pokud by mělo být použito takovéto tvarování hlavní hmoty, bylo by asi vhodné tuto doslovnost narušit vhodným integrováním dalších hmot navazujících na základní těleso, konkrétně vhodným napojením kabiny a motorů. Přílišná podobnost vzducholodě svému inspiračnímu vzoru by mohla působit lacině a neodpovídala by charakteru funkce, tedy tomu, že se jedná o dopravní prostředek sloužící k přepravě velkých nákladů.



Obr. 3-4 Varianta C



Obr. 3-5 Varianta C

4 TVAROVÉ, KOMPOZIČNÍ, BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

4

4.1 Tvarové řešení

4.1

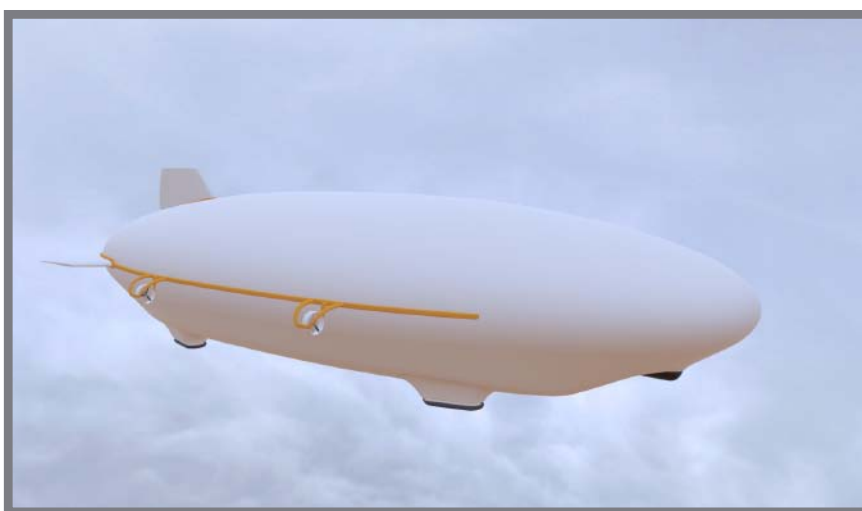
4.1.1 Trup

4.1.1

Finální varianta je tvarována organicky, tvar hlavního tělesa vychází ze zploštělého elipsoidu. Horní polovina zůstává v jednoduchém základním tvaru, dolní polovina je pak více členěná. Základní tvar zploštělého elipsoidu přibližně v jedné třetině své výšky přechází do tečné plochy, která pak postupným zaoblením plynule přechází až směrem k vnitřnímu vybrání ve spodní straně. Vnitřní vybrání je nejvýraznější z čelního pohledu, kde je dobře vidět, že ze základního tělesa vystupují dva výrazné podlouhlé výstupky, které definují prostor, kudy do nákladového prostoru vstupuje náklad. Tento prostor je pak zvýrazněn především vnitřní částí, která je oddělena barvou a spárou určující rozdíl, mezi těmito dvěma částmi trupu.



Obr. 4-1 Finální varianta

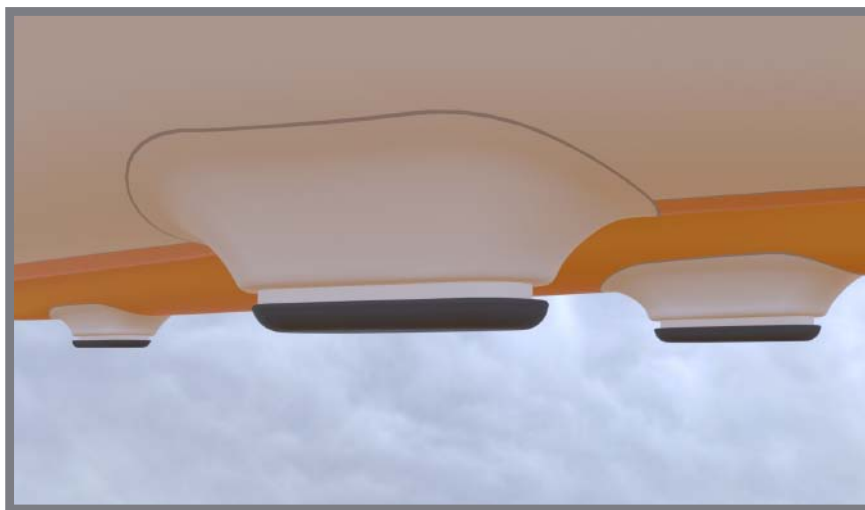


Obr. 4-2 Finální varianta

Do hlavního tělesa vstupují další dílčí prvky, kterými jsou nohy, kabina, křídla a motory. Tyto prvky jsou umístěny a tvarovány tak, aby nenarušovaly základní tvar, ale byly do tvaru integrovány a byly součástí přirozeně měkkého tvarování.

4.1.2 Nohy

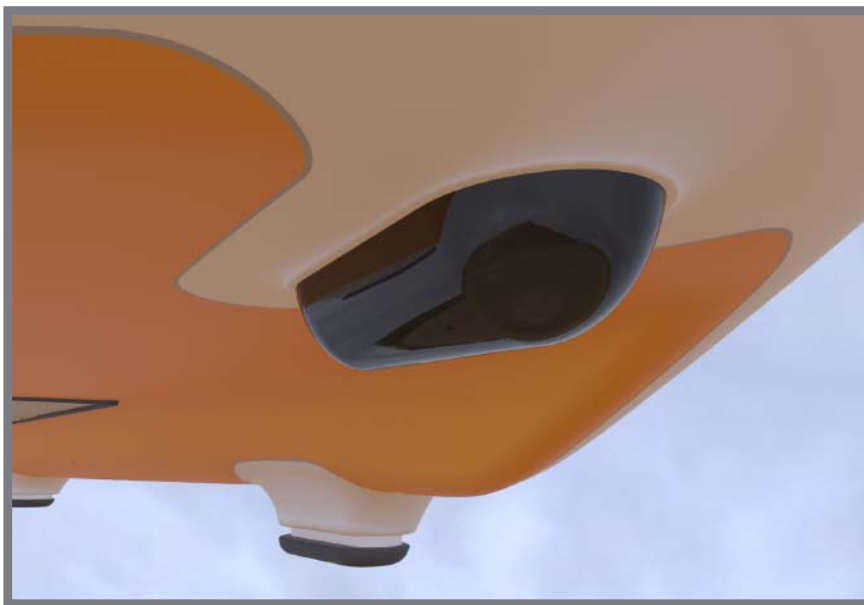
Nohy vstupují zespodu do hlavního tělesa, v bočním i čelním pohledu se od své základny plynule rozšiřují, jsou konkávně prohnuty až plynule navazují na hlavní hmotu. Přesto je však zřejmé, že nejsou součástí této hmoty, ale pouze do ní vstupují, což je zřejmé opět hlavně z bočního pohledu a dále i z čelního pohledu. Tím je v tvarování přiznána jejich funkce a to, že jsou vyrobeny z jiného materiálu, než hlavní hmota. To je přiznáno i díky výrazné konstrukční spáře. Ve spodní části každé nohy je umístěn dosedací polštář, který je výrazně odsazený od zbytku nohy. Toto odsazení dodává pocit jisté pružnosti a toho, že jsou tyto nohy skutečně schopné nejen nést obrovský objem celého tělesa, ale celá vzducholod' je schopná bezpečně dynamicky přistát na tyto plochy.



Obr. 4-3 Detail nohy

4.1.3 Kabina

Kabina je tvarována jednoduše, má tvar rotační směrem dozadu se zužující kapsle, která vstupuje do hlavního tělesa v přední části. Umístění kabiny je pak zvýrazněno hlavní spárou určující rozdělení mezi měkkou částí trupu a vnitřní barevnou částí, která kabinu s určitým odstupem obíhá. Plynulé navázání na trup je na rozdíl od noh součástí trupu, který postupně nabíhá k samotné kabině. To má svou logiku především kvůli funkci kabiny a použitých materiálů. Kabina je celá prosklená, a proto je vhodné aby její tvar zůstal jednoduchý a vypouklý pouze jedním směrem. Proto je tvarová integrace kabiny zajištěná náběhem z hlavní hmoty trupu. Kabina je napojena ve spodní části ne té hranici tvaru, kde je stále zajištěn potřebný výhled pro pilota, zároveň je však zajištěn výhled na vstup do nákladového prostoru, aby bylo možné z kabiny pohodlně ovládat nakládání a skládání nákladu a přímo ho vidět.

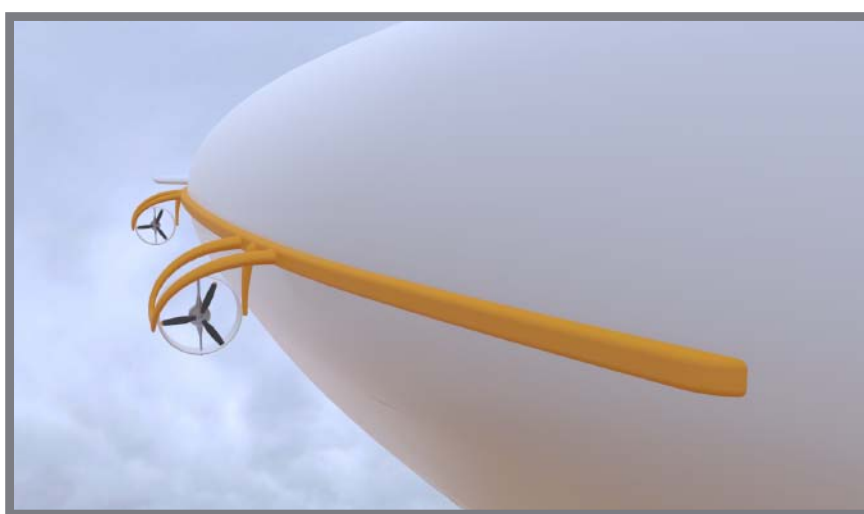


Obr. 4-4 Kabina

4.1.4 Motory a křídla

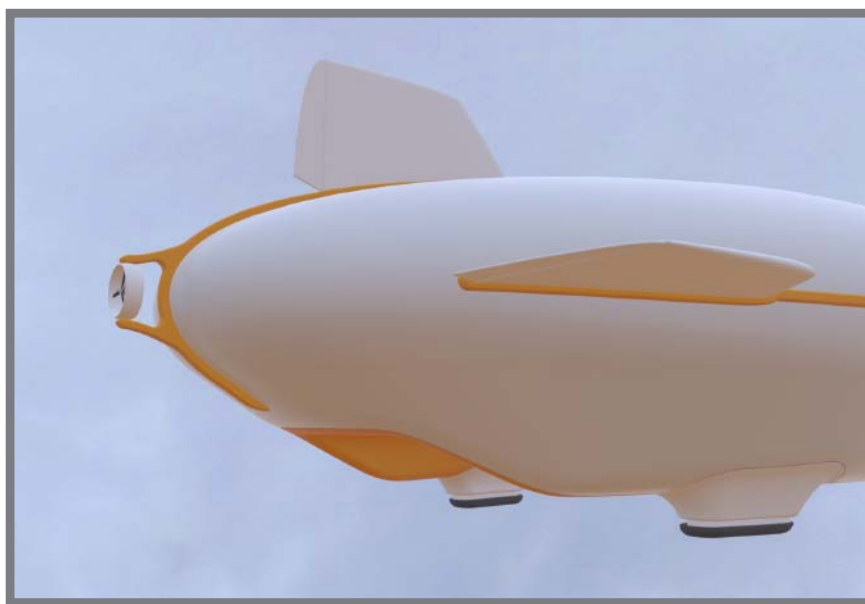
4.1.4

Motory i křídla jsou na trup napojeny pomocí výrazných lišt probíhajících místem, které určuje půdorysný tvar, tedy vrcholem jednotlivých příčných průřezů, a také podélnou středovou osou v půdorysu. Boční vodorovné lišty pomáhají integrovat dva páry motorů po stranách a ocasní křídla s výškovým kormidlem. Tyto lišty jsou v bočním pohledu nejvýraznější horizontálou a zdůrazňují přirozeně horizontální charakter celku. Také napomáhají tvarové směrovosti vzducholodě, obíhají napojení výškových křídel a pak pokračují vodorovně směrem dopředu.



Obr. 4-5 Napojení bočních motorů

Obdobné napojení je pak zopakováno u napojení svislého křídla, lišta pak pokračuje směrem dozadu a v zadní části výrazněji vybíhá z linie kopírující boční obrys trupu, aby zajistila napojení zadního motoru. Každý z bočních motorů je napojený pomocí stejné konzole vystupující z horizontální lišty. Konzole drží obruč pod hlavní linií a je tvarována tak, aby opticky nepřekážela motoru ve směru jeho tahu při vodorovném i svislém natočení. Křídla jsou přirozeně tvarována tak, aby splňovala svou funkci, jsou tvarována tradičně, odkazují na historii a výrazně napomáhají celkové směrovosti vzducholoďe. Výšková kormidla a směrové kormidlo pak vystupují ze zadní části ocasních ploch, jejich napojení přiznává, že se jedná o pohyblivou část.

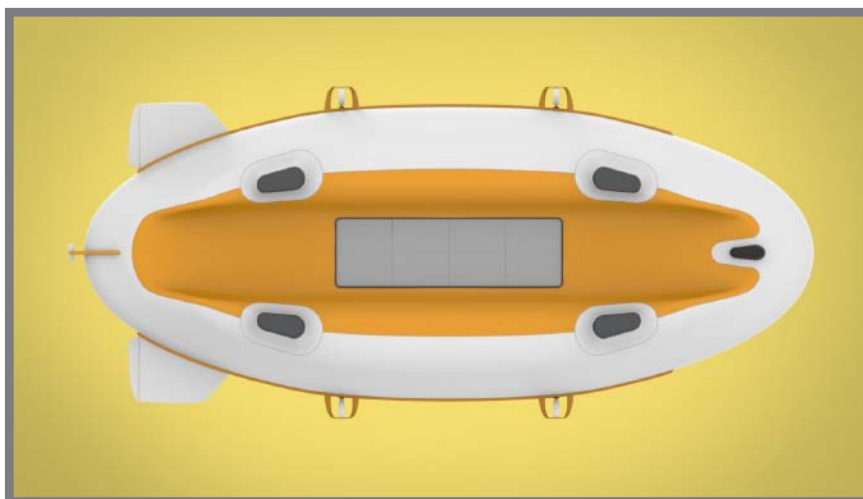


Obr. 4-6 Napojení zadního motoru a křídel

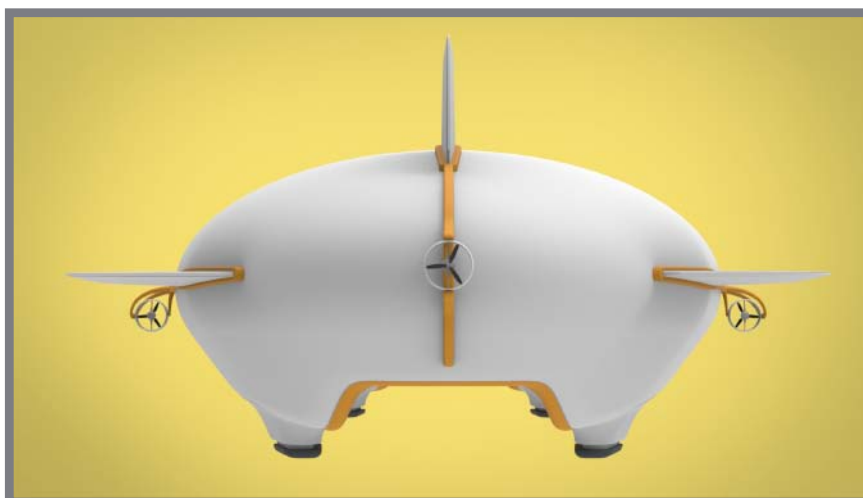
4.2 Kompoziční řešení

Kompoziční řešení vzducholoďe je prosté, základ je tvořen dominantní kompaktní hmotou velkých rozměrů, vůči které jsou rozmístěny již relativně malé hmoty. Tato hmota je rozdělena na dvě základní části – největší část tvoří pouze povrch většiny trupu, menší, ale výraznější část je výrazněji tvarována, působí tvrdším a pevnějším dojmem a její součástí je obdélníkový vstup do nákladového prostoru. Tento vstup je umístěn logicky v těžišti celého tělesa, tedy uprostřed. Vstup je po delší straně rozdělen na čtyři části, tohle rozdělení však není příliš výrazné. Nejvýraznějším prvkem doplňujícím hlavní hmotu jsou ocasní plochy. Ty jsou do základní hmoty nejméně integrovány, ale jejich umístění je zcela předvídatelné a logické. Vzhledem k tomu, že se jedná o plochá tělesa umístěná vždy kolmo k vypouklé ploše, doplňují zásadně siluetu vždy v jediném charakteristickém pohledu – horizontální ocasní plochy v půdorysu a vertikální plocha v bočním pohledu. Další prvky navazují na základní hmotu plynuleji. Čtyři dosedací nohy jsou rozmístěny ve stejné výšce, v půdoryse jsou rozmístěny souměrně podél obou hlavních os. Nohy jsou pak natočeny tím způsobem, že jejich nejdelší rozměr navazuje na křivku rozdělující vnitřní část trupu od vnější. Sice tedy vstupuje do této linie a narušuje její hladký průběh, ale vzhledem k tomu, že je každá

noha také ohraničena spárou, tak se díky vhodnému natočení spára opticky rozdělí na dvě linie, které nohu obtékají po hlavní hmotě a opět se setkají. S obdobnou souměrností jako u noh jsou umístěny i konzoly na kterých jsou upevněné motory. Kabina je umístěna přirozeně na podélné ose, podle které je v půdoryse celá vzducholod' souměrná. Tato souměrnost je zvýrazněna lištou probíhající po podélné ose a okolo svislé ocasní plochy. V bočním pohledu pak tato lišta mění své prohnutí opačným směrem, aby mohla přejít v prvek držící zadní motor. To pak protáhne boční siluetu a významně to napomůže optické směrovosti. Výrazným kompozičním prvkem jsou boční lišty, které probíhají středem dominantní hmoty, opticky ji dělí na poloviny a zdůrazňují horizontální charakter a směrovost celku. Konzole držící boční motory směřují do dolní poloviny, opticky tím přiznávají, že celé těžiště je ve spodní polovině, ve které je umístěný náklad, a odlehčují horní polovinu, která slouží převážně k umístění nosného plynu, který celou hmotu nadnáší. Až na vertikální ocasní plochu tedy zůstává horní polovina čistá a přiznává tedy čistě nadlehčující funkci, vše ostatní se pak odehrává v dolní polovině.



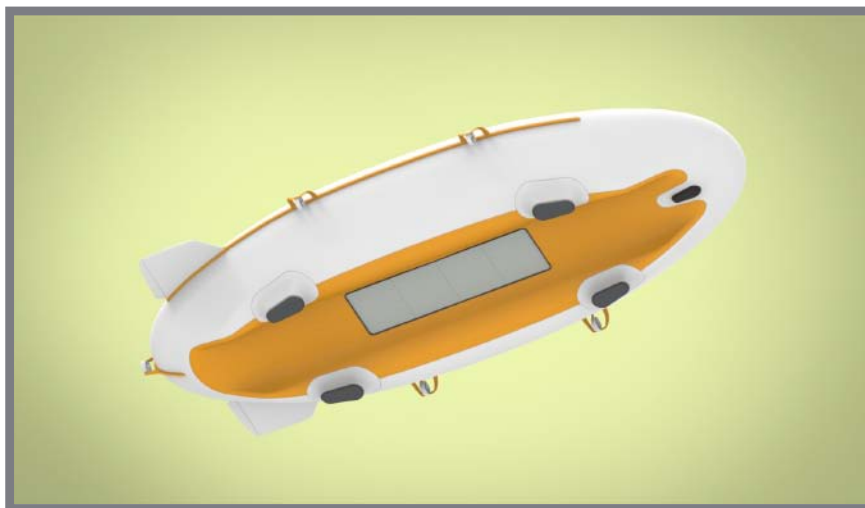
Obr. 4-7 Pohled zespodu



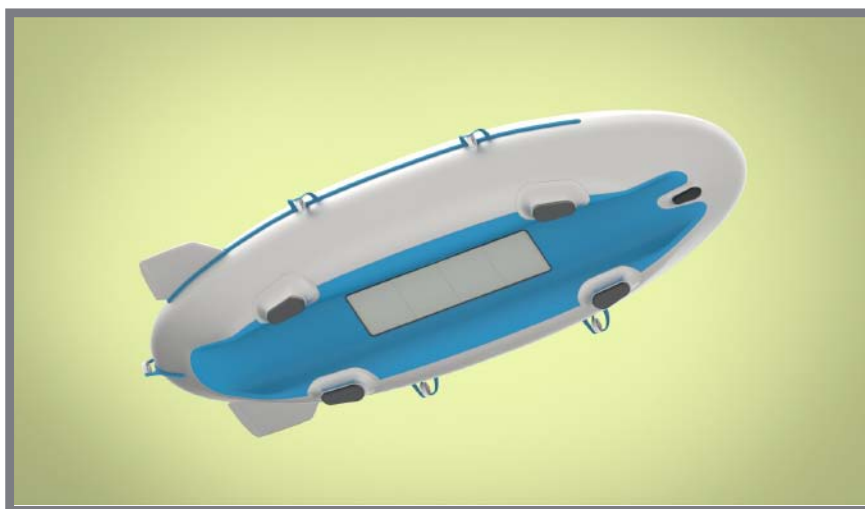
Obr. 4-8 Pohled zezadu

4.3 Barevné a grafické řešení

Vzhledem k velkému objemu, který je však celkově lehčí než vzduch je nutné vybrat barvy, které budou adekvátní vůči těmto skutečnostem. Pro můj návrh je nutné zvolit dvě základní barvy, které je možné doplnit o další doplňkové barvy pro použití na detailech, avšak není to nutné. Většinou bude vždy barva použitá na trup, nejvýraznější však bude barva použitá ve spodní části vymezující tvarové vybrání trupu. Na lištu zvýrazňující boční linii a uchycení motorů pak může být použita stejná barva jako na vnitřní část, nebo barva jiná, která ji bude vhodně doplňovat. Další plochou, kterou je možné barevně odlišit je plocha dveří zavírajících nákladový prostor. Dále budou barevně odlišeny dosedací polštáře, pro ty jediné se nabízí použití neutrální tmavé barvy, nejlépe černé, nebo tmavě šedé. Vzducholoď může být doplněna o libovolnou grafiku, pravděpodobné je, že by grafika vycházela z vizuálního stylu společnosti, která by tuto vzducholoď používala. Tomu by pak bylo možné přizpůsobit celé barevné řešení vzducholodě.



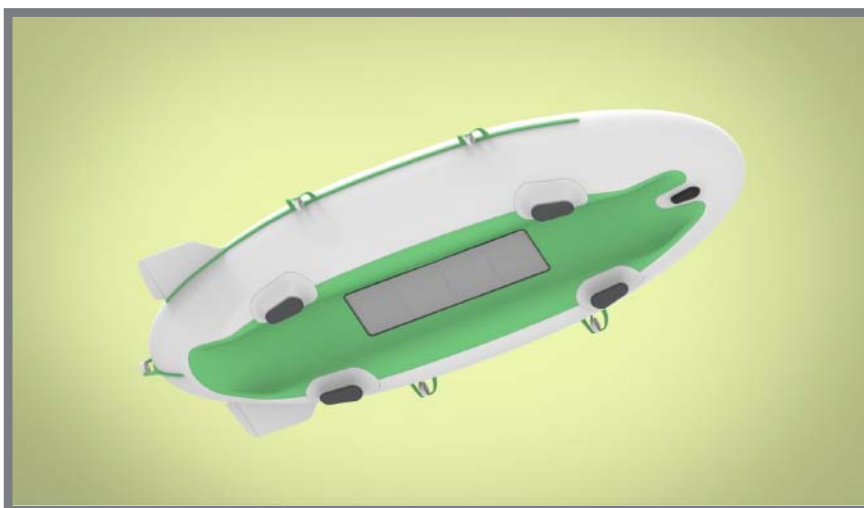
Obr. 4-9 Bílo-oranžová varianta



Obr. 4-10 Stříbrno-šedá varianta

Pro základní hmotu je vždy vhodné zvolit světlé barvy. Téměř jedinou možností, která zachová čistotu a lehkost tak velkého objemu je použití bílé, nebo stříbrné barvy. Stříbrná barva odkazuje na historii vzducholodí, bílá je barvou tradičně využívanou v letectví. Většina velkých letounů má základní barvu bílou, tak pak bývá doplněna barevnou grafikou. Bílá má také tu výhodu, že je možné ji doplnit téměř libovolnou barvou. Doplnující barva pak tedy může být jednoduše zvolena tak, aby odpovídala korporátní barevnosti společnosti, která bude vzducholod' provozovat. Tmavší plocha ve spodní části zdůrazní těžiště celé hmoty a bude dalším prvkem, který přizná logické rozmístění jednotlivých součástí dopomůže ke zdůraznění faktu, že většina hmoty slouží k tomu, aby tuto část s nákladem nadnášela.

Jako základní barvu jsem tedy z výše zmíněných důvodu zvolil bílou. V základní prezentační variantě jsem jako doplňující barvu zvolil oranžovou barvu, která je výrazná, příjemně doplňuje bílou a vzhledem k velikosti a tvaru vnitřního dílu, který postupně



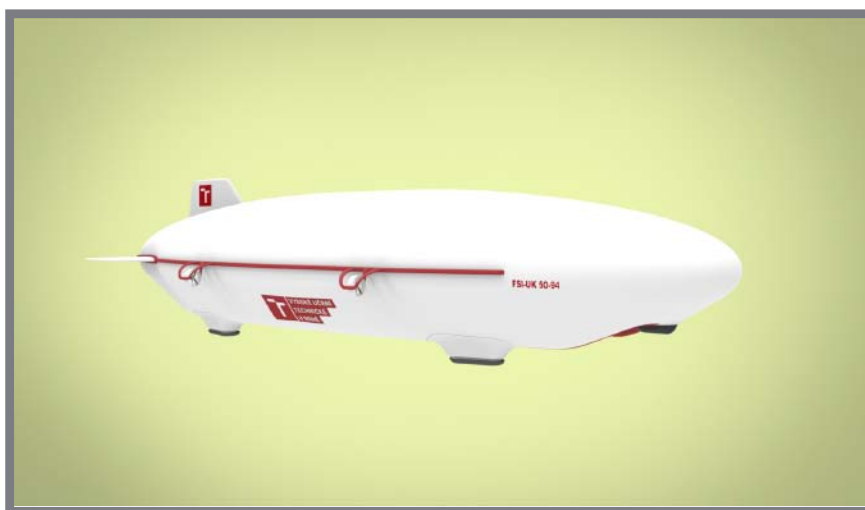
Obr. 4-11 Bílo-zelená varianta



Obr. 4-12 Varianta v barvách VUT

obíhá hned pět těles rozmístěných okolo něj nehrozí, že by použití oranžové v tomto kontextu působilo osaměle. Jako doplňkové varianty byla zvolena stříbrno-šedá a dále bílo-zelená kombinace.

Vzducholoď může být potištěna grafikou odpovídající jejímu provozovateli, vhodné plochy pro umístění grafických prvků jsou především strany svislého křídla a prostor pod středovou linkou mezi motory. Na přídi za koncem barevné lišty je vhodné místo k uvedení názvu vzducholoď. Jako příklad barevného a grafického provedení odpovídajícího vizuálnímu stylu konkrétní instituce jsem zvolil vzducholoď v barvách vizuální identity Vysokého Učení Technického v Brně za využití neschváleného návrhu nového loga.



Obr. 4-13 Varianta v barvách VUT

5 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

5

5.1 Konstrukčně-technologické řešení

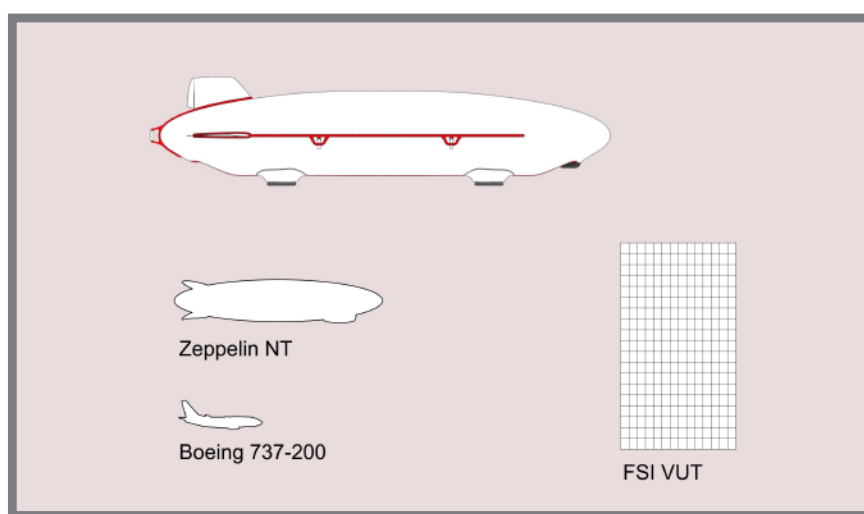
5.1

Konstrukční řešení nákladní vzducholodě je technicky náročné a u plavidla s nosností a velikostí zvolenou pro tuto práci není možné ani vycházet ze zkušenosti používaných vzducholodí. Vyřešení všech konstrukčních problémů by značně přesahovalo rámec této práce. Přesto je však nutné znát alespoň základní technické předpoklady, na základě kterých bylo možné navrhnout design. Některé základní předpoklady byly určeny již v kapitole 2.

5.1.1 Základní rozměry

5.1.1

Trup je dlouhý 160 m, široký 64 m a 34 m vysoký. Včetně vyčnívajících motorů a křidel jsou pak největší rozměry následovné: délka 163,4 m, šířka 72,7 a výška 38,9 m. Vzhledem k tomu, že je těžké udělat si podle těchto čísel představu o dopravním prostředku této velikosti, přikládám obrázek s velikostním srovnáním s Zeppelinem NT, Boeingem 737-200 a budovou A1 Fakulty strojíního inženýrství VUT v Brně.

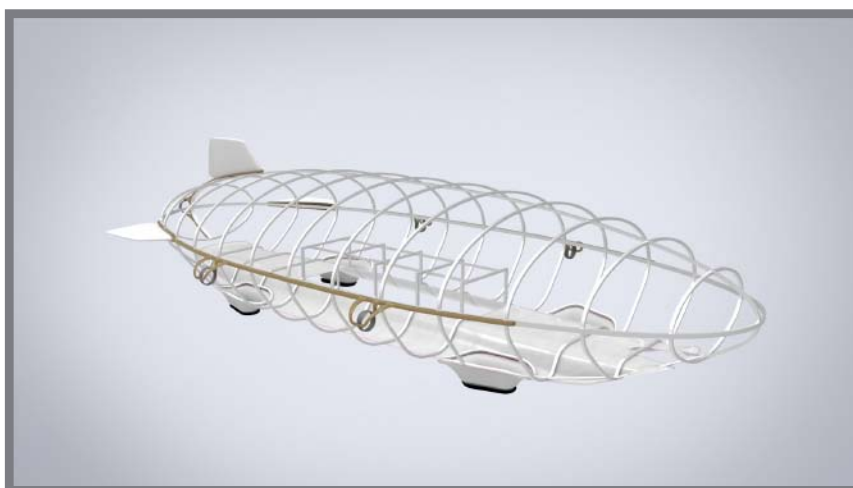


Obr. 5-1 Velikostní srovnání

5.1.2 Konstrukce

5.1.2

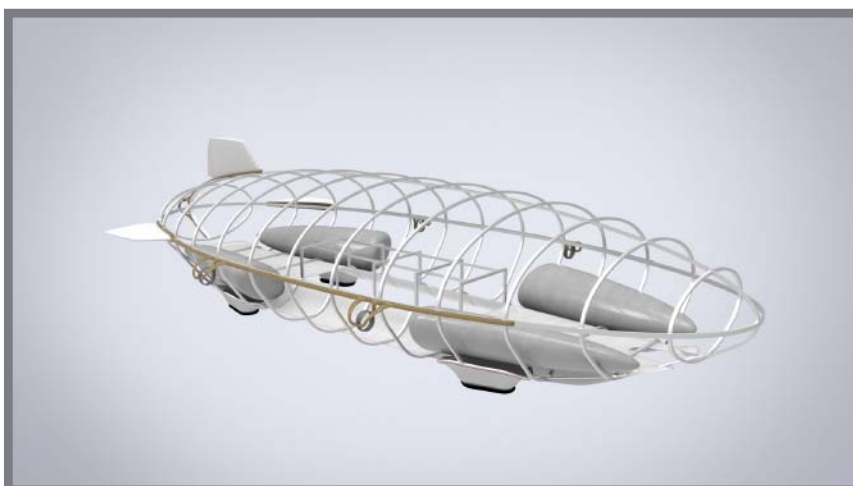
Je zvolena kompletně ztužená konstrukce, skládající se z rámu v příčných průřezích, které jsou podélně pospojovány. Důležitý rám je také v místě největšího obvodu, na ten jsou ukotveny motory a vodorovné ocasní plochy. Základní konstrukce vymezuje i nákladový prostor a jsou na ní umístěny pojezdy, pomocí kterých je náklad v podvěšené poloze převážen. Skelet je navržen z duralu.



Obr. 5-2 Schéma nosné konstrukce

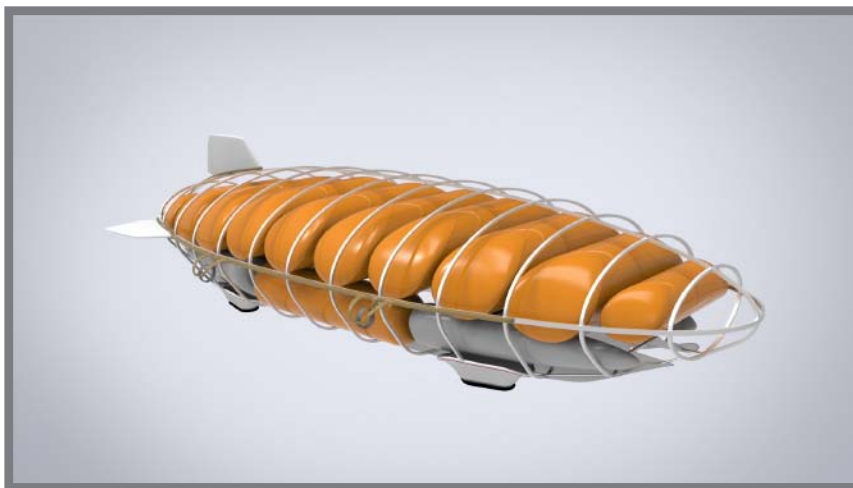
5.1.3 Vnitřní uspořádání

Největší část hmoty zaberou nádrže s nosným plynem. Nosný plyn je umístěn ve více samostatných komorách rozmístěných převážně v horní polovině trupu. Další zásadní objem tvoří nádrže na stlačený vzduch. Vzduch je do těchto nádrží nabírán jako zátěž, která dorovná změnu vztlaču při složení nákladu. Proto je vhodné rozmístění ve spodní části, aby byla zajištěna dostatečná stabilita vzducholodi. Tyto nádrže jsou umístěny v podlouhlých výstupcích ve spodní části trupu - jedná se o čtyři nádrže po jednom kusu nad každou z dosedacích noh. Nádrže jsou tedy umístěny ještě níže, než je nákladový prostor a tak, aby bylo možné nejen nabrat potřebné množství vzduchové zátěže, ale případně i pomocí různého množství v jednotlivých nádržích dorovnat vyvážení vzducholodě.



Obr. 5-3 Umístění nádrží na vzduchovou zátěž

Další dílčí objemy jsou již oproti plynovým komorám relativně malé. Nákladový prostor je umístěn přirozeně uprostřed, vnitřní prostory pro posádku jsou v místech nad pilotní kabinou. Palivové nádrže jsou umístěny ve spodní části mezi nádržemi na stlačený vzduch.

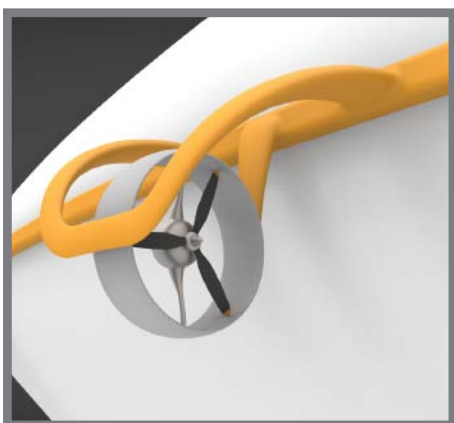


Obr. 5-4 Umístění nádrží s nosným plynem

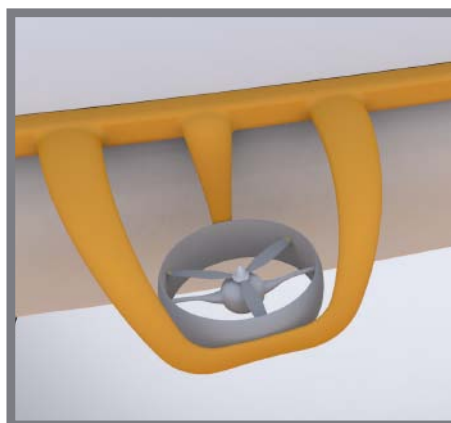
5.1.4 Motory

5.1.4

Motory jsou uchyceny pomocí držáku napojeného na nosný skelet. Tyto držáky ob-
jímají motor tím způsobem, aby byl uchycen pod středovou lištou a bylo jej možné
natočit směrem vzhůru. Zároveň se motor může natáčet vůči obruči samotné. Díky
možnostem natočení, které zajistí jednoduchou změnu směru tahu motoru, je možné
vzducholoď lépe ovládat při nižších rychlostech, především při manipulaci na letišti.
Klapky na křídlech jsou účinné až při vyšších rychlostech. Natočení motoru zároveň
usnadní kolmý start a případné okamžité vyvážení jak v podélném, tak v příčném
směru.



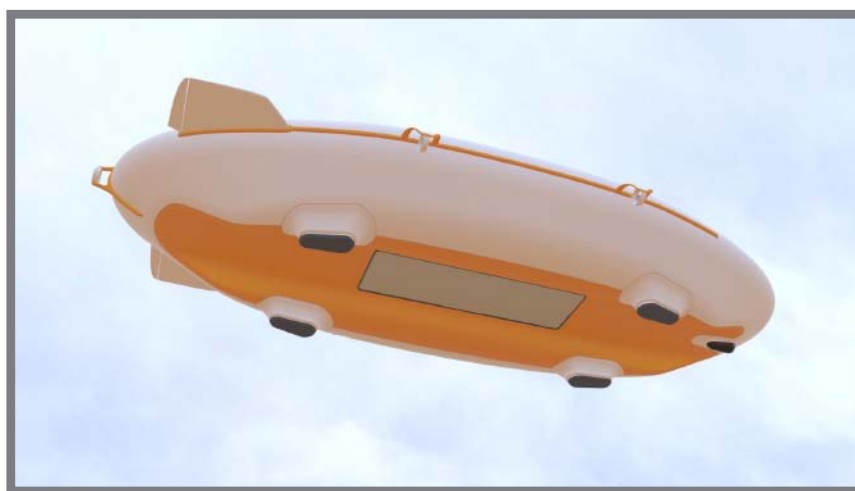
Obr. 5-5a Horizontální natočení motorů



Obr. 5-5b Vertikální natočení motorů

5.1.5 Práce s nákladem

Náklad je zavěšen v nákladovém prostoru na pevných lanech. Způsob zavěšení nákladu odpovídá charakteru nákladu samotného, je ukotven buď pomocí závěsných ok, kontejnerového manipulátoru, nebo jiným způsobem. V horní části nákladového prostoru jsou k hlavnímu nosnému skeletu připevněny pojezdy řešené podobným způsobem, jako pojezdy v portálových jeřábech v nákladových překladištích. K dispozici jsou čtyři navijáky, je možné naložit náklad ve čtyřech čtyřicetistopových kontejnerech uložených v rastru 2 x 2. Díky vhodnému rozmístění nádrží na vzduchovou zátěž a díky použití samostatného závěsu pro každý z kontejnerů není nutné vyložit všechny kontejnery najednou. Možnost změnit polohu jednotlivých závěsů pak může být užitečná u velkých nákladů, které nejsou uloženy v kontejnerech a je nutné je zavěsit na více ze samostatných míst zavěšení.



Obr. 5-6 Práce s nákladem ze vzduchu



Obr. 5-7 Práce s nákladem na zemi

Za příznivých povětrnostních podmínek je možné náklad s velkou přesností složit bez nutnosti přistát na zemi. Někdy je však vhodné, když je možné náklad naložit a složit ze země. To je umožněno díky vybrání a čtyřem nohám, které celou vzducholod' zvedají to výšky. Výška je dostatečná na to, aby pod vzducholod' mohl najet kamion s nákladem a ten byl naložen přímo z něj do vzducholodě. Obdobným způsobem je samozřejmě možné náklad i složit.

5.2 Ergonomické řešení

5.2

Vzhledem k velikosti a charakteru nákladní vzducholodě není mnoho skutečností z oblasti vztahu člověka k tomuto stroji, které by mohly výrazně ovlivnit design. Mnohé vizionářské koncepty a vyvíjené projekty nákladních vzducholodí dokonce uvažují bezpilotní provoz. Můj návrh počítá s pilotní kabinou, interiér však v této práci nebyl detailně a designérsky zpracován. Samotné řešení všech ovládacích prvků v kabině by pak značně přesahovalo rámec této práce. Interiér v této práci není podrobně řešen a je naznačen pouze schematicky a ergonomické problémy se tak omezí pouze na způsob nastupování a vystupování a nástin řešení interiéru kabiny. Nákladní vzducholod' spadá do ergonomické kategorie F, tedy člověk je v bezprostředním kontaktu se strojem, kontakt je pracovní pomocí ovladačů a sdělovačů, činnost je nevýrobní a kontakt je především rukou.

5.2.1 Ergonomické řešení kabiny

5.2.1

Přístup do kabiny byl zvolen pomocí výtahu, který se spustí z míst vedle kabiny. Kabina výtahu má kruhový půdorys o průměru 110 cm. Z bezpečnostních důvod do kabiny zároveň vede chodba ústící dveřmi ve vnitřní straně jedné z předních noh. V kabině je jen to nejnutnější k obsluze vzducholodě - sedadla pro piloty, řídicí panel, sedadlo pro obsluhu nákladového prostoru s ovládacím panelem. Další prostory jsou pak schované v trupu v místech nad kabinou - do těchto prostor vede i výtah a bezpečnostní chodba.



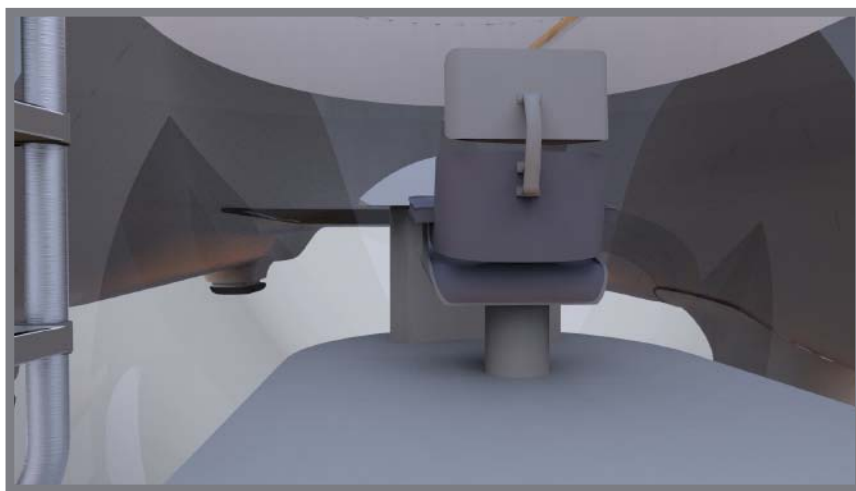
Obr. 5-8 Interiér



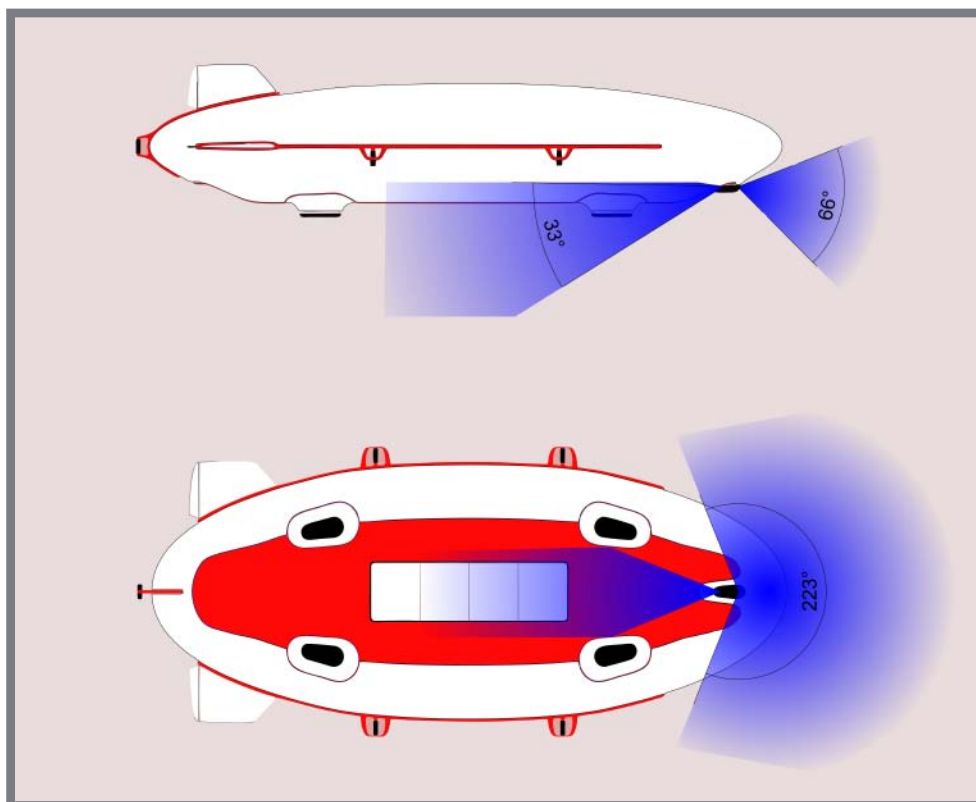
Obr. 5-9 Přístupový výtah

5.2.2 Umístění kabiny a výhled

Kabina je umístěna a tvarována tak, aby byl zajištěn dobrý výhled pro piloty a zároveň bylo možné vidět dozadu na vstup do nákladového prostoru a při obsluze nakládání nákladu mít přímou vizuální kontrolu. Výhledové úhly v jednotlivých směrech jsou znázorněny na schématu.



Obr. 5-10 Pohled z kabiny do nákladového prostoru



Obr. 5-11 Výhledové úhly

6 DISKUSE

6.1 Psychologická funkce

Návrh designu nákladní vzducholodě by měl odpovídat charakteru tohoto dopravního prostředku, měl by být tvarován adekvátně k měřítku a funkci. Základním faktem pro zohlednění je kontrast obrovského objemu s nízkou hmotností, mělo by být tedy zřejmé, že i přes své rozměry je vzducholod' stále letadlem lehčím než vzduch. Je tedy vhodné rozlišit základní části tím způsobem, že je zřejmé, která část slouží k uložení těžkého nákladu a která část tento náklad nadnáší. Dále je vhodné oddělit funkční části, které tyto hmoty doplňují. Výše popsaného efektu bylo dosaženo pomocí vhodného tvarování v kombinaci s vhodným barevným řešením. Světlá základní hmota s tmavým nákladovým prostorem a jednoduchý čistý a oblý tvar, který je výrazněji tvarován pouze ve spodní části pomáhají dosažení odpovídajícího efektu.

Dále je vhodné aby z tvaru bylo zřejmé, že se jedná o dopravní prostředek, který se dynamicky pohybuje z místa na místo a přepravuje náklad. Nákladní doprava je technického charakteru a z designu by mělo být zřejmé, že tato vzducholod' neslouží k vyhlídkovým letům jako atrakce, ale jedná se o seriózní pracovní stroj.

Také je možné rozlišit dvě rozdílné vyznění designu odpovídající dvěma základním stavům - stavu vzducholodě letící ve vzduchu a stavu vzducholodě stojící na zemi. Když vzducholod' letí vzduchem a je lehčí než vzduch, vidíme její základní tvarování tak, jak bylo popsáno výše, tedy jako lehké pohybující se těleso. Přistane-li vzducholod' na zemi, stane se těžší než vzduch. Vzducholod' je usazena na čtyřech nosných nohách a působí spíše jako budova, tedy staticky a těžce. Obzvláště díky vybrání ve spodní části a tím vyvýšenému vstupu do nákladového prostoru pak na zemi tato část působí až architektonickým dojmem, kdy je možné rozlišit vymezený vnitřní prostor a vnější část hmoty.

6.2 Ekonomická funkce

Cenu navržené vzducholodě není možné jednoduše určit, jedná se o vizionářský návrh, jehož smyslem není přinést řešení vhodné pro samotnou výrobu, ale ukázkou chápání problematiky nákladních vzducholodí a možného řešení jednotlivých problémů. Je však jisté, že cena na vývoj takového dopravního prostředku by byla velice vysoká. Mnoho projektů vývoje nákladních vzducholodí bylo zastaveno nebo zrušeno právě kvůli finanční náročnosti. Pokud by však došlo k úspěšnému rozmachu nákladních vzducholodí, byl by pak provoz relativně levný.

6.3 Sociální funkce

Nákladní vzducholodě jsou schopny konkurovat jiným způsobům nákladní dopravy, významnou roli zde hraje ekologický faktor. Velká část dnešního nesmyslného spotřebovávání nenahraditelných fosilních paliv a jiných trvale neudržitelných zdrojů energie je způsobená právě nákladní dopravou. Prvotní pozitivní dopad použití vzducholodní dopravy je zmírnění produkce znečištění naší planety nahrazením méně ekologických způsobů dopravy vzducholoděmi. Druhotným a důležitějším efektem ale může být pomoc k otevření diskuse o samotném smyslu některých částí nákladní dopravy a případné možnosti úplné eliminace zbytečné části nákladní dopravy díky změně myšlení

společnosti a uvědomění si důležitosti trvale udržitelného způsobu života. Tedy i použití vzducholodí k přepravě velkých nákladů může pozitivně ovlivnit život jedince.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo provést analýzu problematiky nákladních vzducholodí. Na základě vývojové, technické a designérské analýzy byly určeny parametry, které by měl designérský návrh splňovat.

V druhé části práce je řešen vlastní návrh designu nákladní vzducholodi s důrazem na vhodné možnosti složení nákladu. Návrh přináší inovativní řešení právě ve způsobu nakládání a skládání nákladu. Díky řešení zahrnujícím nohy a vhodné umístění nákladového prostoru je možné náklad jednoduše skládat, bez potřeby pozemního personálu nebo další techniky. Designérské řešení svým charakterem reaguje na vytyčené cíle a přináší vizi designu nákladní vzducholodě.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] VRCHOVECKÝ, Karel. *Lehčí než vzduch: kapitoly z malých dějin vzduchoplavby*. Praha: Panorama, 1979.
- [2] NOVÁK, Jan. *Smrt vzdušných obrů*. 1. vyd. Praha: Naše vojsko, 1994, 170 p. ISBN 80-206-0217-8.
- [3] STREJČEK, Jaromír. *Léta létání*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1979, 337 s.
- [4] Innovative projects - Nazca: The extraordinary nazca prehistoric balloon. WOODMAN, Jim a Julian NOTT. *Http://www.nott.com/* [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://www.nott.com/Pages/projects.php*
- [5] NEEDHAM, Joseph a Wang LING. Science and civilisation in China: Physics and physical technology. *Interaeroleague*. Dostupné z: *http://www.interaeroleague.com/library/needhamWM.pdf*
- [6] PACOVSKÝ, Jaroslav. *Vzduchoplavci, aviatci a piloti*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 1974.
- [7] GUPTA, Kanchan. Charles Renard. *Encyclopedia Britannica* [online]. [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://www.britannica.com/EBchecked/topic/498008/Charles-Renard*
- [8] NĚMEČEK, Václav. *Civilní letadla*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1981, 358 s.
- [9] Paul Jaray. In: *Wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Jaray*
- [10] Blau gas. In: *Wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://en.wikipedia.org/wiki/Blau_gas*
- [11] Hermann Blau. In: *Wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://de.wikipedia.org/wiki/Hermann_Blau*
- [12] NĚMEČEK, V. *Vojenská letadla 2.: Mezi dvěma světovými válkami*. Praha: Naše vojsko, 1975, 237 s. ISBN 80-206-0116-3.
- [13] Helium. In: *Wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://cs.wikipedia.org/wiki/Helium*
- [14] Vodík. In: *Wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://cs.wikipedia.org/wiki/Vod%C3%ADk*
- [15] DOUCEK, Aleš. Výroba vodíku z biomasy. *ČESKÁ VODÍKOVÁ TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA* [online]. 2008 [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: *http://zbrdoch.muzikus.cz/hytep03/vodik/informace-o-vodiku/vyroba-vodiku/492-vyroba-vodiku-z-biomasy*
- [16] Nosné plyny používané ve vzducholodích. NOVÁK, Jan. *Vzducholodě* [online]. 2008 [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: *http://vzduchol.sweb.cz/nosne.html*
- [17] Svítiplyn. In: *Wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: *http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C3%ADtiplyn*
- [18] THOMPSON, Kalee. This Is What's Inside an Airship. *Popular Mechanics* [online]. 2014 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: *http://www.popularmechanics.com/technology/aviation/airships/this-is-whats-inside-an-airship-16292688*
- [19] Francesco Lana-Terzi, S.J. (1631 - 1687) *The Father of Aeronautics*. [online]. 2010 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z: *http://www.faculty.fairfield.edu/jmac/sj/scientists/lana.htm*

- [20] Vzducholod'. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vzducholo%C4%8F>
- [21] Luftschiff. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://de.wikipedia.org/wiki/Luftschiff>
- [22] STRIA, Radek. Historie vzducholodí. *Historie a současnost letectví* [online]. 2004 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.historieletectvi.xf.cz/vzducholode.htm>
- [23] HYAN, Tomáš. Opět vzducholodi?. *Letectví a kosmonautika: příloha*. 1981.
- [24] Airships: green, slow air cargo. *Low-tech Magazine* [online]. 2007 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.lowtechmagazine.com/2007/06/green-slow-air.html>
- [25] DORMINEY, Bruce. Is There a Future for Airships?. *Scientific American* [online]. 2011 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=is-there-a-future-for-airships>
- [26] WANG, Brian. Pentagon funded Aeros working on Rigid Aeroshell Cargo Airship. *Next Big Future* [online]. 2011 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://nextbigfuture.com/2011/05/pentagon-funded-aeros-working-on-rigid.html>
- [27] Rada pro výzkum, vývoj a inovace. Definice druhů výsledků výzkumu, experimentálního vývoje a inovací [online]. c2013 [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=29415>
- [28] HILDEBRANDT, Alfred. *Airship past and present*. London: London, A. Constable & Co. ltd., [online]. 2008 [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://ballooninghistory.com/whoswho/who%27swho-n.html>
- [29] Airship One - a hybrid between an airplane and a semi-rigid airship. [online]. [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.tuvie.com/airship-one-a-hybrid-between-an-airplane-and-a-semi-rigid-airship/>
- [30] Turtle Airships the brainchild of Darrell Campbell. [online]. 2008 [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://airshipworld.blogspot.cz/2008/08/turtle-airships-brainchild-of-darrell.html>
- [31] GAY, Jean-Lucien a Michael BROWN. STRATOCRUISER, a Lifestyle Zeppelin by NAU. *Morfae* [online]. [cit. 2013-06-07]. Dostupné z: <http://www.morfae.com/1128-stratocruiser-by-nau/>
- [32] ETHERINGTON, Rose. Manned Cloud by Jean-Marie Massaud. *Dezeen* [online]. [cit. 2013-06-07]. Dostupné z: <http://www.dezeen.com/2008/01/10/manned-cloud-by-jean-marie-massaud/>
- [33] The Aeolus Extruder Concept. [online]. [cit. 2013-06-07]. Dostupné z: <http://airshipworld.blogspot.cz/2009/02/aeolus-airship-concept.html>
- [34] BARROS, Tiago. Passing Cloud. [online]. [cit. 2013-06-07]. Dostupné z: <http://cargocollective.com/tiagobarros/Passing-Cloud>
- [35] BURNS, Chris. Floating on Clean Air. Yanko Design [online]. [cit. 2013-06-07]. Dostupné z: <http://www.yankodesign.com/2010/08/02/floating-on-clean-air/>
- [36] GROSSMAN, Dan. Hydrogen vs Helium in Rigid Airship Operations. [online]. [cit. 2013-06-08]. Dostupné z: <http://www.airships.net/helium-hydrogen-airships>

- [37] MCLAREN, Warren. Turtle Airships: Not Slow, But Hardshelled. *Treehugger* [online]. 2007 [cit. 2013-06-06]. Dostupné z: <http://www.treehugger.com/aviation/turtle-airships-not-slow-but-hardshelled.html>
- [38] FAIRS, Marcus. Strato Cruiser airship concept by Tino Schaedler and Michael J Brown. *Dezeen* [online]. 2007 [cit. 2013-06-07]. Dostupné z: <http://www.dezeen.com/2007/10/08/strato-cruiser-airship-concept-by-tino-schaedler-and-michael-j-brown/>
- [39] LIAO, Lin a Igor PASTERNAK. A review of airship structural research and development. *Progress in Aerospace Sciences*. 2009, vol. 45, 4-5, s. 83-96.
- [40] Proudový motor. In: *Wikipedia.org* [online]. [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Proudov%C3%BD_motor
- [41] KUSSIOR, Zdeněk. Teorie leteckých motorů. [online]. [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://www.leteckemotory.cz/teorie/teorie-02.php>
- [42] Turboprop. In: *Wikipedia.org* [online]. [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Turboprop>
- [43] MINAŘÍK, Daniel. Palivové články. 2010. Dostupné z: http://mostech.vsb.cz/source/dokumenty/2_Palivove%20clanky.pdf
- [44] GOODEY, Thomas. *Non-flammable lifting medium for LTA craft, and LTA craft buoyed thereby* [patent]. US20050224638. Uděleno 2005-10-13.
- [45] Duralumin. In: *Wikipedia.org* [online]. [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Duralumin>
- [46] KIETZMANN, Cristian. Woraus besteht die Hülle des Zeppelins?. In: <http://www.zeppelinflug.de> [online]. 2011 [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://www.zeppelinflug.de/faq-antworten-30/items/woraus-besteht-die-huelle-deszeppelins.html>
- [47] BONSOR, Kevin. How CargoLifter's Airship Will Work. *How stuff works*. 2000. [online]. [cit. 2013-11-13]. Dostupné z: <http://www.howstuffworks.com/cargolifter3.htm>
- [48] LEWIS, Page. Massive new US spy airship ,could be used to carry big cargoes'. *The Extruder* [online]. 2010 [cit. 2013-11-13]. Dostupné z: http://www.theregister.co.uk/Print/2010/12/23/lemv_cargo_potential/
- [49] Aeroscraft - Key technology. *Aeros* [online]. 2012 [cit. 2013-11-14]. Dostupné z: <http://aeroscraft.com/technology-copy/4580412172>
- [50] HENNIGAN, B. W. Entrepreneur out to prove his zeppelin idea is more than hot air. *Los Angeles Times* [online]. 2013 [cit. 2013-11-13]. Dostupné z: <http://www.latimes.com/business/la-fi-c1-blimp-maker-20130905-dto,0,7511364.htmlstory#axzz2khvkGupp>
- [51] RAÑO, Raoul a B. HENNINGAN. Aeroscraft: An airplane, zeppelin and helicopter all in one. *Los Angeles Times* [online]. 2013 [cit. 2013-11-13]. Dostupné z: <http://graphics.latimes.com/storyboard-aeroscraft-launches/>
- [52] Airship Wiki. *Lifting Gases* [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/airshipwiki/the-team>

ZDROJE POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- [53] http://www.nott.com/images/projects/Nazca_Large.jpg
- [54] <http://www.christianninot.com/wp-content/uploads/2013/09/Blanchard-1784.jpeg>
- [55] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Lana_airship.jpg
- [56] http://www.wright-brothers.org/History_Wing/History_of_the_Airplane/Doers_and_Dreamers/Doers_and_Dreamers_images/Krebs/LaFrance_1884.jpg
- [57] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/LZ7_passenger_zeppelin_mod.jpg
- [58] <http://top1walls.com/walls/girls/uss-akron-zrs-4-airship-navy-1734351-2560x1600.jpg>
- [59] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Nobile_norge.jpg
- [60] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Goodyear_Blimp.jpg
- [61] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Zeppelin_NT_amk.JPG
- [62] http://www.pvhfilm.nl/user_files/image/zeppelin_gerard_nijssen.jpg
- [63] <http://npm.si.edu/fireandice/images/G.2011-49.jpg>
- [64] <http://www.containersfirst.com.au/wp-content/uploads/2013/08/40ft-HC-A-Grade-Shipping-Container-BLUE-copy.jpg>
- [65] http://2.bp.blogspot.com/-vRsuhlU-Z1A/UIFBJO9k1sI/AAAAAAAAANA/zazLs_PNsX8/s1600/luftfahrt-geschichte-207-luftschiff-von-paul-haenlein-1835-1905-luftschiff-aeolus-von-1872-.jpg
- [66] <http://i.space.com/images/i/000/019/591/i02/giffard-airship.jpg?1342546759>
- [67] <http://aboutfacts.net/History/History13/Dumonts9.jpg>
- [68] <http://img.gawkerassets.com/img/191552pwukopujpg/original.jpg>
- [69] <http://www.clas.ufl.edu/users/tharpold/images/900-999/956.jpg>
- [70] <http://wilburcross.files.wordpress.com/2010/01/no-3366-dph-vv.jpg>
- [71] <http://www.tuvie.com/wp-content/uploads/airship-one1.jpg>
- [72] <http://www.hybrid.cz/obrazky/vzducholode/turtle-airships-solarni-vzducholod-2.jpg>
- [73] <http://www.morfae.com/data/1128/00.jpg>
- [74] http://www.worldalldetails.com/article_image/futuristic_hotels_047907.jpg
- [75] <http://media.treehugger.com/assets/images/2011/10/20090115-aeolus-airship-concept.jpg>
- [76] http://www.yankodesign.com/images/design_news/2010/08/01/eunoia01.jpg
- [77] http://www.archello.com/sites/default/files/imagecache/media_image/story/media/TB_Passing%20Cloud_Sky%20View_HQ.jpg

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr.

Obr. 1-1 Projekt Nazca	15
Obr. 1-2 Blanchardův pokus	16
Obr. 1-3 Terziho vzducholod'	17
Obr. 1-4 La France	18
Obr. 1-5 Zeppelin LZ-7	19
Obr. 1-6 Akron	20
Obr. 1-7 N1	21
Obr. 1-8 Goodyer blimp	22
Obr. 1-9 Zeppelin NT	22
Obr. 1-10 Graf Zeppelin	23
Obr. 1-11 Duralová konstrukce	26
Obr. 1-12 Čtyřicetistopý přepravní kontejner	27
Obr. 1-13 Haenleinova vzducholod'	28
Obr. 1-15 Sanos-Dumontova vzducholod'	29
Obr. 1-14 Giffardova vzducholod'	29
Obr. 1-16 La France	30
Obr. 1-17 LZ 10 Schwaben	31
Obr. 1-18 Nobileho Italia	31
Obr. 1-19 Airship One	32
Obr. 1-20 Turtle Airship	33
Obr. 1-21 Stratocruiser	34
Obr. 1-22 Manned Cloud	34
Obr. 1-23 Aeolus	35
Obr. 1-24 Eunoia	35
Obr. 1-25 Passing Cloud	36
Obr. 3-1 Varianta A	39
Obr. 3-2 Varianta B	40
Obr. 3-3 Varianta B	41
Obr. 3-4 Varianta C	42
Obr. 3-5 Varianta C	42
Obr. 4-1 Finální varianta	43
Obr. 4-2 Finální varianta	43
Obr. 4-3 Detail nohy	44
Obr. 4-4 Kabina	45
Obr. 4-5 Napojení bočních motorů	45
Obr. 4-6 Napojení zadního motoru a křidel	46
Obr. 4-7 Pohled zespodu	47
Obr. 4-8 Pohled zezadu	47
Obr. 4-9 Bílo-oranžová varianta	48
Obr. 4-10 Stříbrno-šedá varianta	48
Obr. 4-11 Bílo-zelená varianta	49
Obr. 4-12 Varianta v barvách VUT	49
Obr. 4-13 Varianta v barvách VUT	50
Obr. 5-1 Velikostní srovnání	51
Obr. 5-2 Schéma nosné konstrukce	52

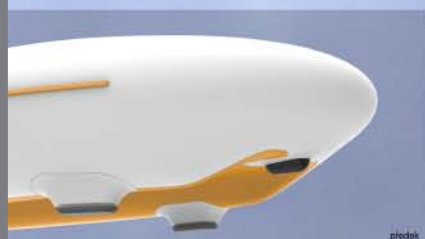
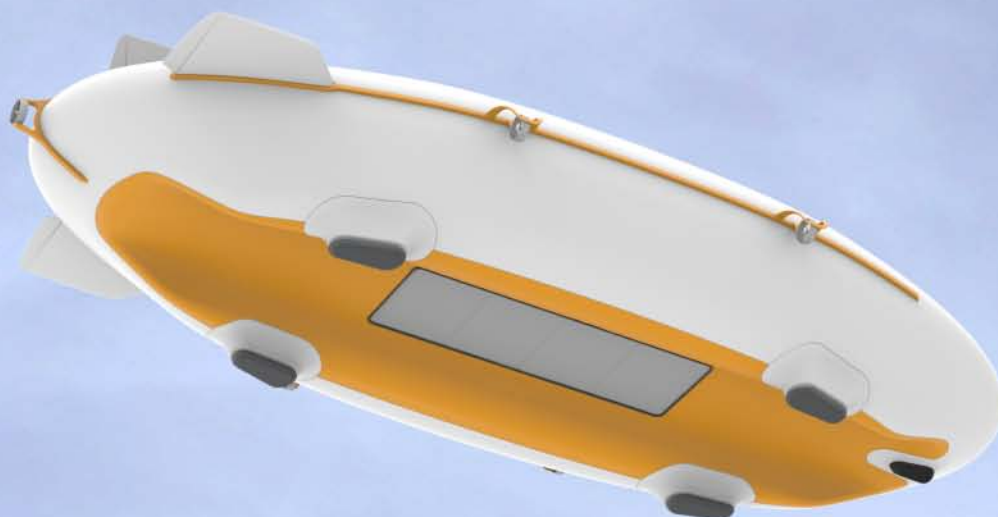
Obr. 5-3 Umístění nádrží na vzduchovou zátěž	52
Obr. 5-5a Horizontální natočení motorů	53
Obr. 5-4 Umístění nádrží s nosným plynem	53
Obr. 5-5b Vertikální natočení motorů	53
Obr. 5-6 Práce s nákladem ze vzduchu	54
Obr. 5-7 Práce s nákladem na zemi	54
Obr. 5-8 Interiér	55
Obr. 5-9 Přístupový výtah	56
Obr. 5-10 Pohled z kabiny do nákladového prostoru	56
Obr. 5-11 Výhledové úhly	57

SEZNAM PŘÍLOH

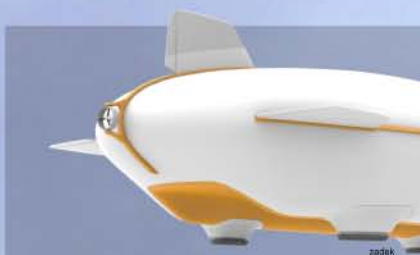
zmenšené postery (4 x A4)
designérský poster A1
ergonomický poster A1
technický poster A1
sumarizační poster A1
model M 1:200

DESIGN NÁKLADNÍ VZDUCHOLODĚ

designérský poster



průhled



zadek



pohled zepředu



střízmo-modrá varianta



VUT varianta



pohled zezadu

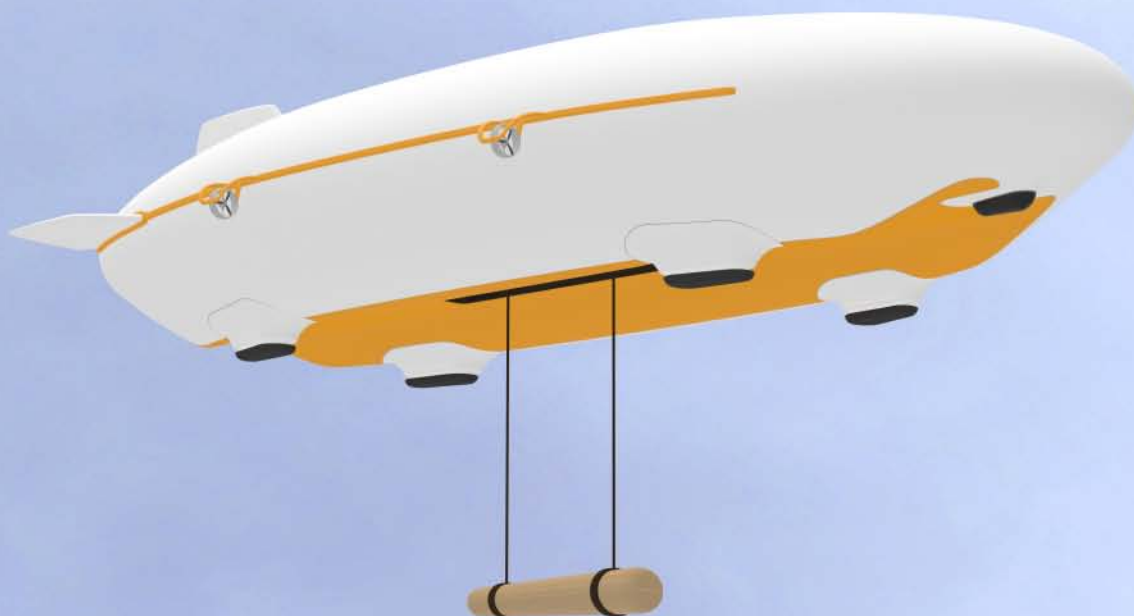
Pavel Klvaňa
vedoucí práce: doc. akad. soch Ladislav Křenek, ArtD.
datum obhajoby: červen 2014

Odbor průmyslového designu
Ústav konstruování
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

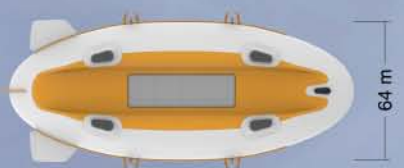
ústav
konstruování

DESIGN NÁKLADNÍ VZDUCHOLODĚ

technický poster



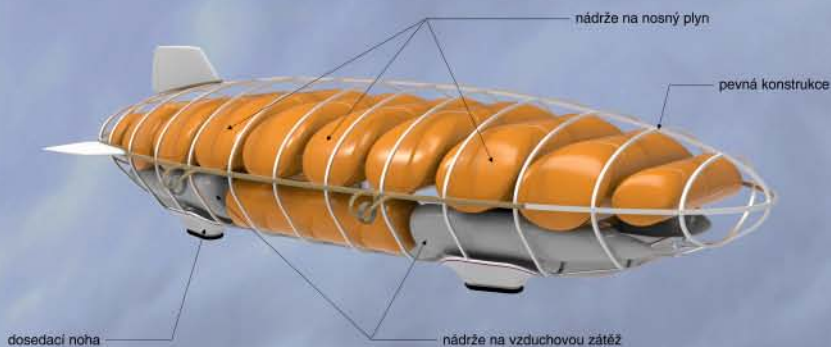
délka



šířka



výška



vnitřní uspořádání



Zeppelin NT

Boeing 737-200



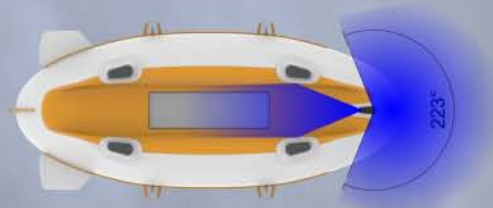
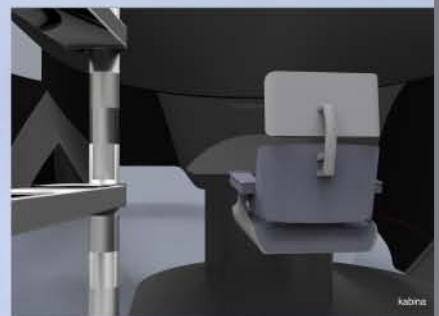
FSI VUT

velikosti srovnání

Pavel Klvaňa
vedoucí práce: doc. akad. soch Ladislav Křenek, ArtD.
datum obhajoby: červen 2014

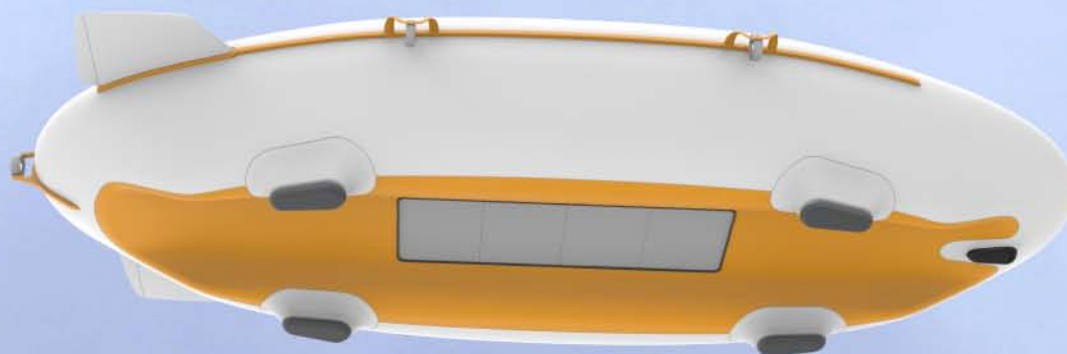
Odbor průmyslového designu
Ústav konstruování
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

ústav
konstruování



DESIGN NÁKLADNÍ VZDUCHOLODĚ

sumarizační poster



VUT varianta



pohled zezadu



vnitřní uspořádání



160 m



64 m



34 m



práce z nůžkadem



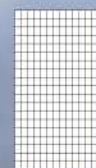
práce z nůžkadem



Zeppelin NT



Boeing 737-200



FSI VUT

velikostní srovnání

Pavel Klvaňa
vedoucí práce: doc. akad. soch Ladislav Křenek, ArtD.
datum obhajoby: červen 2014

Odbor průmyslového designu
Ústav konstruování
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

 **ústav
konstruování**