



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Marek Žember

**MOŽNOSTI PŘEVOZU NÁKLADŮ EXTRÉMNÍCH
ROZMĚRŮ V ZAVAZADLOVÉM PROSTORU LETADLA**

Bakalářská práce

2016



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K621..... Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Marek Žember

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – PIL – Profesionální pilot

Název tématu (česky): **Možnosti převozu nákladu extrémních rozměrů
v zavazadlovém prostoru letadla**

Název tématu (anglicky): Assessing the Possibility of Transporting Cargo in the
Cargo Hold of Aircraft

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod do problematiky, provozní a předpisové podmínky
- Matematický model nákladového prostoru konkrétního letadla (Boeing 737, Dash 7, řada Embraer)
- Definování tvarů a typických rozměrů nákladu
- Návrh počítačového programu na vyhodnocování naložitelnosti a přepravitelnosti nákladu
- Praktické využití leteckou společností
- Závěr a celkové zhodnocení

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: <http://lis.rlp.cz/index.php>
<http://www.icao.int/Pages/default.aspx>
<http://www.iata.org/>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bc. Jakub Hospodka, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **24. října 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **28. srpna 2017**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

doc. Ing. Stanislav Szabo, PhD. MBA
vedoucí
Ústavu letecké dopravy

prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty



Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Marek Žember
jméno a podpis studenta

V Praze dne 24. října 2014

PodĎakovanie

Na tomto mieste by som sa chcel poĎakovať všetkým, ktorý mi poskytli podklady pre vypracovanie tejto práce. Predovšetkým Ďakujem Ing. Jakubu Hospodkovi za odborné vedenie a konzultovanie bakalárskej práce a za rady, ktoré mi poskytol po celú dobu môjho štúdia a Ďalej by som chcel poĎakovať Ing. Jiří Fryntovi za umožnenie prístupu k mnohým dôležitým informáciám a materiálom. V neposlednej rade je mojou povinnosťou poĎakovať svojim rodičom a blízkym za morálnu a materiálnu podporu, ktorá sa mi dostávala po celú dobu štúdia.

Prehlásenie

Predkladám týmto k posúdeniu a obhajobe bakalársku prácu, spracovanú na záver štúdia na ČVUT v Prahe Fakulte dopravnej.

Prehlasujem, že som predloženú prácu vypracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje v súlade s Metodickým pokynom o etickej príprave vysokoškolských záverečných prác.

Nemám závažný dôvod proti použitiu tohto školského diela v zmysle § 60 Zákona č.121/2000 Sb. o právu autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon).

V Prahe dňa 25.srpna 2016

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

MOŽNOSTI PŘEVOZU NÁKLADŮ EXTRÉMNÍCH ROZMĚRŮ
V ZAVAZADLOVÉM PROSTORU LETADLA

bakalárska práca

august 2016

Marek Žember

ABSTRAKT

Predmetom bakalárskej práce „ Možnosti převozu nákladů extrémních rozměrů v zavazadlovém prostoru letadla “ je vytvorenie počítačového softvéru, ktorý by umožnil zjednodušenie vyhodnocovania možnosti prepravy nadrozmernej batožiny pri odbavení na letisku, poprípade ako internetová aplikácia na stránkach dopravcu pre cestujúcich.

ABSTRACT

The thesis " The options of shipping extreme dimension luggage in the cargo compartment of an aircraft " focuses on creating computer software that would allow a simplification of scoring options for oversized luggage when checking in at the airport, or the possibility to be placed as a web application on the website for passengers.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Letecká doprava, počítačový softvér, batožina extrémnych rozmerov, nakladacie priestory, hmotnosť

KEYWORDS

Air transport, computer software, luggage with extreme dimensions, loading space, mass

Obsah

Obsah	6
Zoznam použitých skratiek	8
1 Úvod	9
2 Všeobecná charakteristika a základné pojmy	11
2.1 Základné pojmy	11
2.2 Poloha ťažiska.....	14
2.3 Pozdĺžna stabilita lietadla	15
2.4 Rozdelenie hmotností lietadla.....	16
2.5 Rozdelenie nákladu	18
2.6 Použiteľné palivo	18
2.7 Dokumentácia	19
3 Model nákladového priestoru lietadiel Boeing 737, Airbus 319 a ATR-72	21
3.1 Boeing B737-800.....	21
3.1.1 Charakteristika nákladového priestoru B 737 - 800.....	21
3.1.2 Tabuľky možnosti naloženia batožiny do nákladového priestoru.....	24
3.2 Airbus A 319-100.....	25
3.2.1 Charakteristika nákladového priestoru	25
3.2.2 Tabuľky možnosti naloženia batožiny do nákladového priestoru.....	27
3.3 Avions de Transport Régional ATR-72 500	29
3.3.1 Charakteristika nákladového priestoru ATR-72 500.....	29
3.3.2 Tabuľky možnosti naloženia batožiny do nákladového priestoru.....	31
3.4 Možnosti nakladania do nákladových priestorov v A 319 a B 737 a ATR 72.....	32
3.4.1 Prepravné kontajnery	33
3.4.2 Letecké palety	34
4 Definovanie tvarov a typických rozmerov batožiny	35
4.1 Základné rozdelenie druhov batožiny v dopravnom lietaní	36
4.2 Základné rozdelenie batožiny	37
4.3 Batožina extrémnych rozmerov a ich schematický popis	38
4.3.1 Športové náčinie	39
4.3.2 Umelecké predmety	41
4.3.3 Hudobné nástroje	41
5 Návrh počítačového programu na vyhodnotenie možnosti prepravenia a naloženia batožiny	44
5.1 Kostra programu.....	45
6 Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do nákladových priestorov lietadiel	47
7 Praktické využitie leteckou spoločnosťou	49

8 Záver	50
9 Použitá literatúra	51
10 Zoznam použitých obrázkov	52
11 Zoznam použitých tabuliek	53
12 Zoznam príloh	54

Zoznam použitých skratiek

Skratka	význam anglicky/slovensky
A.C.	aerodynamic center of airplane / aerodynamický stred lietadla, krídla
BA	balance arm / momentové rameno
MAC/SAT	Mean Aerodynamical Chord / Stredná aerodynamická tetiva
CG	Center of Gravity / Ťažisko
VL	Variable Load / Premennivý náklad
TL	Traffic Load / Prevádzková zaťaženie
PL	Payload / Obchodné zaťaženie
UL	Useful Load / Užitočné zaťaženie
EM	Empty Mass / Prázdna hmotnosť
BEM	Basic Empty Mass / Základná prázdna hmotnosť
OM	Operating Mass / Prevádzková hmotnosť
OEM	Operating Empty Mass / Prevádzková hmotnosť bez paliva
DOM	Dry Operating Mass / Prevádzková hmotnosť bez paliva
ZFM	Zero Fuel Mass / Hmotnosť bez paliva
MZFM	Maximum Zero Fuel Mass / Maximálna hmotnosť bez paliva
TM	Taxi Mass / Hmotnosť pre rolovanie
MTM	Maximum Taxi Mass / Maximálna hmotnosť pre rolovanie
TOM	Take off Mass / Vzletová hmotnosť
MTOM	Maximum Take off Mass / Maximálna vzletová hmotnosť
RM	Ramp Mass / Hmotnosť na odbavovacej ploche
LM	Landing Mass / Pristávacia hmotnosť
MLM	Maximum Landing Mass / Maximálna pristávacia hmotnosť
VCHP	Vodorovné Chvostové Plochy
ULD	Unit Load Device / Letecký prepravný kontajner

1 Úvod

Predletová príprava je dôležitá súčasť lietania, obzvlášť v obchodnej leteckej doprave. V dnešnej dobe predovšetkým z finančného hľadiska, ale aj z pohľadu bezpečnosti. Pred každým letom sa vypisujú dokumenty s nakladacími inštrukciami, ktoré nám určia rozmiestenie a spôsob naloženia nákladu. Vykonáva sa výpočet loadsheetu, ktorým sa uistíme, že neprekročíme žiadnu z limitných hmotností, dáta z neho následne použijeme v trimsheetu, ktorý nám určí či sa pohybuje ťažisko lietadla v povolenom rozmedzí. Vykoná sa celá rada úkonov aby bol celý proces systematický, efektívny a hlavne bezpečný.

Na začiatku tohto procesu však stojí samotný cestujúci, ktorý podá svoju batožinu, alebo náklad k doprave. Poukážem na možnosť zjednodušenia interakcie medzi spoločnosťami, dopravcami a cestujúcimi. Priblížiť leteckú dopravu ako rýchlu a efektívnu alternatívu pre transport nadrozmernej batožiny na väčšie vzdialenosti.

V letectve ukazuje trend znižovania nákladov v každej časti procesu prepravy a to nielen u nízko-nákladových spoločností ale aj u štátnych prepravcov. Preto nie je prekvapením, že aj v oblasti odbavovacích (handlingových) služieb môžeme pozorovať snahu o zvýšenie efektivity a kvality týchto služieb.

Spoločnosti ktoré zabezpečujú odbavovanie na letisku Václava Havla, pre spoločnosti ako Travel Service, Emirates alebo ČSA nemajú pri svojich odbavovacích priečkoch (tzv. check-inoch) žiadne doporučené postupy ani smernice pri primaní nadrozmernej batožiny. Akákoľvek batožina, ktorá prekračuje bežné rozmery je pracovníkmi odbavenia posielaná na oddelenie nákladnej dopravy, ktorá následne určí či je možné náklad prepraviť. Teda neexistuje, žiaden rýchly ani ľahký spôsob pre bežného užívateľa leteckých spoločností ako zistiť či je možné prepraviť jeho batožinu.

Práve jedným zo spôsobov zvýšenia zlepšenia kvality služieb a rýchlosti odbavenia je možnosť využitia počítačového programu pre zistenie možnosti naloženia batožiny. Softvér sa bude môcť inštalovať do počítačov v odbavovacích priečkoch, alebo sa ponúkne ako aplikácia na internetové stránky leteckého prepravcu a tak si bude môcť každý rýchlo a jednoducho skontrolovať či bude jeho náklad možné prepraviť.

V nasledujúcich kapitolách si uvedieme základné pojmy, ktoré budeme využívať. Definujeme si jednotlivé hmotnosti u lietadiel, ťažisko a jeho vplyv na samotný let. Popíšeme si dokumenty,

ktoré sú nenahraditeľné pri nakladaní nákladu do lietadla ako nákladový list (loadsheets), dokument o vyvážení lietadla (trimsheet) a nakladacie inštrukcie (loading instructions). Popíšem ich význam a informácie, ktoré obsahujú. Zadefinujem rozmery nákladových priestorov modelových lietadiel Boeingu B 737-800, Airbusu A 319-100, ATR-72 a podmienky pre naloženie nákladu, teda maximálne rozmery v jednotlivých smeroch. Predstavím modelové prípady batožiny extrémnych rozmerov, ktoré svojimi rozmermi predstavujú problém pri nakladaní.

Na záver práce navrhнем podobu programu, ktorý bude riešiť problematiku možnosti naloženia modelových predmetov do lietadiel Airbus a Boeing a ATR. Na základe parametrov prepravovaného nákladu a rozmerov nákladových priestorov a dverí by softvér určil možnosť prepravenia batožiny extrémnych rozmerov.

2 Všeobecná charakteristika a základné pojmy

Na začiatku uvediem niekoľko základných pojmov a definícií spojených s hmotnosťou a vyvážením lietadla. Popíšem význam ťažiska u lietadiel, jeho polohu voči lietadlu a vplyv na letové charakteristiky. Uvediem základné rozdelenie jednotlivých druhov hmotností, ktoré určujeme v letectve. Zhrniem základnú dokumentáciu potrebnú k vykonaniu pozemnej prípravy a správneho vyváženia lietadla pred letom.

2.1 Základné pojmy

Hmota (Mass)

Má mnoho fyzikálnych definícií. Pre nás však bude predstavovať množstvo, teda hmotnosť predmetu/nákladu (napríklad batožiny, pasažiera). Fyzikálnou jednotkou je kilogram (kg).

Ťažisko, CG (Center of gravity)

Myslený bod, v ktorom na lietadlo pôsobí gravitačná sila rovná súčinu celkovej hmotnosti a gravitačného zrýchlenia. Do ťažiska je sústredená celková hmotnosť lietadla, pričom smer pôsobenia je rovnobežný s gravitačnou silou. Je jednou z veľmi dôležitých charakteristík a jeho poloha voči neutrálnemu bodu lietadla má zásadný význam pre letové vlastnosti lietadla. Teda aby bolo správne kontrolovateľné a stabilné pri letu. Prípadné posúvanie ťažiska lietadla je dovolené len v malých medziach, ktoré sú určené výrobcom a sú v rozsahu tzv. centrží lietadla. Poloha ťažiska sa určuje vzhľadom k pozdĺžnej ose lietadla a vyjadruje sa v percentách dĺžky SAT (Stredná aerodynamická tetiva). Pri výpočtoch je nutné brať v úvahu aj rôzne konfigurácie lietadla (napr. plne naložené, alebo prázdne) a to či lietadlo stojí na zemi alebo sa pohybuje behom letu.

Určenie ťažiska

Pred samotným letom sa vypracujú dokumenty, kde sú uvedené správne hmotnosti, indexy a údaje o vyvážení (teda aj určenie polohy ťažiska) a to predovšetkým určenie polohy ťažiska naloženého lietadla. Jeho polohu si určíme za pomoci metód pre výpočet ťažiska. K výpočtom potrebujeme poznať hmotnosť prázdneho lietadla a polohu ťažiska pri tejto hmotnosti. Obidva údaje by sa mali nachádzať v technickej dokumentácii lietadla a sú určené výrobcom.

Vzťažná rovina (Datum)

Rovina relatívna k lietadlu, určená vzhľadom k ose lietadla. Je to teda vertikálna referenčná rovina. Sú od nej vzťahnuté momentové ramená jednotlivých položiek umiestnených v lietadle a ich pôsobenie na celkové vyváženie lietadla. Poloha ťažiska nezávisí na polohe vzťažnej roviny, môžeme ju stanoviť na pozdĺžnej ose lietadla aj mimo nej. Je uvedená v prevádzkovej dokumentácii lietadla.

Momentové rameno, BA (Balance arm)

Predstavuje vzdialenosť od vzťažnej roviny k ťažisku predmetu, teda vzdialenosť medzi kolmo pôsobiace silou na rameno voči danému bodu. Pokiaľ sily pôsobia na nerovnako dlhých ramenách, tak moment sily bude stále väčší na dlhšom ramene. To môže byť kladné aj záporné, čo závisí od polohy daného bodu k vzťažnej rovine

Moment

Ako fyzikálna veličina vyjadruje otáčavý účinok sily na dané teleso vzhľadom k určitej ose otáčania. Vypočítame ho ako súčin zaťaženia a momentového ramena. Podľa toho či bude rameno kladné, alebo záporne bude aj výsledný moment buď záporný (teda keď bude bod pred rovinou), alebo kladný, keď bude bod za rovinou. Na obrázku je ilustrácia, pre ktoré prípady bude mať aké znamienko. Celkový pôsobiaci moment určíme ako súčet všetkých momentov k danej vzťažnej rovine od všetkých zaťažení, ktoré na lietadlo pôsobia. Výsledná poloha ťažiska sa počíta z momentovej vety. Pričom jednotlivé znaky budú predstavovať G (tiaž), g (gravitačné zrýchlenie), m (hmotnosť), d (rameno), T (ťažisko), M (moment) a T_{CG} (poloha ťažiska).

Moment

$$M = G * d = g * m * d$$

Celkový moment

$$M_c = (m_1 * g * d_1) \pm (m_2 * g * d_2) \pm \dots \pm (m_x * g * d_x)$$

Poloha ťažiska

$$T_{CG} = \frac{m_1 d_1 \pm m_2 d_2 \pm \dots \pm m_x d_x}{m_1 + m_2 + \dots + m_x}$$

Stredná aerodynamická tetiva, SAT (Mean Aerodynamic Chord, MAC)

Stredná aerodynamická tetiva je tetiva prechádzajúca ťažiskom pôdorysu jednej z polovic nosnej plochy krídla. Využívame ju pri určovaní polohy ťažiska a pri vyjadrení zadného a predného limitu (centráže). Predstavuje takú hĺbku krídla ľubovoľného pôdorysu, ktorá je rovná hĺbke profilu takého obdĺžnikového krídla, ktoré má rovnakú plochu a rovnaké klonivé momenty ako dané krídlo.

Aerodynamický stred krídla a lietadla, AS (Aerodynamic centre, AC)

Aerodynamický stred krídla je bod, v ktorom je teoretické pôsobisko sústredených aerodynamických síl, pôsobiacich na krídlo. Teda je možné všetky výslednice vztlaku (ktoré nemajú pevné pôsobisko) nahradiť jednou silou pôsobiacou v AC a konštantným klonivým momentom M_{AC} , ktorý je rovný momentu pri nulovom vztlaku $M_Y = 0$. U väčšiny lichobežníkovitých profilov leží AS približne v 25% tetivy.

Neutrálny bod, NB

Pre lietadlo ako celok sa udáva neutrálny bod (NB), ktorý je veľmi podobný aerodynamickému strediu pre profil, krídlo. Jeho poloha vzhľadom k ťažisku lietadla má podstatný význam pre mieru prirodzenej pozdĺžnej stability a pre pozdĺžnu riaditeľnosť lietadla. Ovplyvňuje teda rozhodujúcim spôsobom letové vlastnosti lietadla. Jeho poloha sa zisťuje väčšinou experimentálne.

2.2 Poloha ťažiska

Polohu ťažiska vzhľadom k strednej aerodynamickej tetive SAT označujeme ako centráž. Má zásadný význam na pozdĺžnu stabilitu a riaditeľnosť lietadla a čiastočne aj na jeho výkonnosť. Poloha ťažiska sa musí stále nachádzať v povolenom rozmedzí, pričom výrobca v letovej príručke určuje povolený rozsah centráže, teda polohou prednej a zadnej centráže. Tieto povolené medze počas celého letu zaisťujú dostatočnú účinnosť výškového kormidla a stabilizátora. Napriek snahe leteckých prepravcov a ľudí zainteresovaných pri procese nakladania, u dopravných lietadiel môže dôjsť k posunutiu ťažiska mimo povolený rozsah. Jednak v dôsledku ľudskej chyby dôjde k nesprávnemu rozmiestneniu cestujúcich a nákladu, alebo dôjde k zlyhaniu vybavenia, napr. prasknú stabilizačné popruhy, ktoré fixujú náklad v lietadle a ten sa začne pohybovať. V danej situácii je následne potrebné dováženie lietadla alebo premiestnenie cestujúcich a nákladu tak, aby poloha ťažiska teda centráže spadala do limitov. Poloha centráže na SAT sa vyjadruje v % SAT.

Predná centráž

Ak leží ťažisko v blízkosti prednej krajnej centráže, lietadlo bude stabilnejšie. Negatívnym dôsledkom tejto zvýšenej stability je znížená riaditeľnosť, pretože pre klonenie lietadla je potrebné vyvinúť väčšiu silu na výškovom kormidle. Pre dosiahnutie vodorovného letu je nutná väčšia výchylka výškového kormidla, čo spôsobuje zvýšenie vztlaku na vodorovných chvostových plochách (VCHP), ale zároveň aj odporu VCHP. Toto aerodynamické zaťaženie VCHP musí byť kompenzované zvýšeným uhlom nábehu lietadla čo vedie k zvýšeniu indukovaného odporu a následne k zhoršeniu výkonnosti (vyššia spotreba, nižšia rýchlosť).

- Vplyv prednej centráže na lietadlo

- vyššia rýchlosť odpútania a predĺženie rozjazdu
- zmenšenie vertikálnej rýchlosti stúpania a uhla stúpania
- nižšia maximálnu výšku letu
- zníženie riaditeľnosti lietadla
- zhoršenie výkonnosti
- väčšie sily v riadení
- zvýšenie pádovej rýchlosti

Zadná centráž

Pokiaľ ťažisko leží v blízkosti zadnej krajnej centráže, lietadlo je všeobecne menej stabilné a pre dosiahnutie pozdĺžnej stability sú potrebné menšie sily v riadení na ovládanie VCHP.

To následne výrazne zvyšuje riaditeľnosť lietadla a lietadlo je výrazne citlivejšie na zásahy do výškového kormidla a to si vyžaduje menšie výchylky. Avšak zvýšená riaditeľnosť (citlivosť) lietadla si vyžaduje aj zvýšenú pozornosť zo strany pilota, čo môže viesť k zvýšeniu jeho pracovného zaťaženia a únavy. Zadná centráž má za následok zlepšenie výkonnostných parametrov lietadla. Let môže byť vykonaný na menšom uhle nábehu s menšou výchylkou výškového kormidla, čo vedie k nižšej spotrebe a vyššej rýchlosti letu.

- **Vplyv zadnej centráže na lietadlo**
 - o menšia stabilita
 - o zvýšené reakcie na zásah do riadenia
 - o zvýšené riziko pádu a vývrtky
 - o zložitejšie vyvedenie lietadla z preťaženia
 - o menšie sily v riadení
 - o zníženie pádovej rýchlosti

2.3 Pozdĺžna stabilita lietadla

K tomu aby bola dosiahnutá pozdĺžna stabilita lietadla, musí ťažisko vždy ležať pred neutrálnym bodom lietadla. Ak sa totiž lietadlo priblíži ku kritickému uhlu nábehu (napr. vplyvom okolitého prostredia, vzdušný stúpavý vertikálny poryv atď.), moment aerodynamickej sily krídla a vodorovných chvostových plôch vzhľadom k ťažisku spôsobí priaznivé klopenie v zmysle „ťažký na hlavu“ a lietadlo sa vráti na pôvodný uhol nábehu.

Pokiaľ by ťažisko ležalo za neutrálnym bodom, zvyšovanie uhla nábehu a následne zvýšenie vztlakovej sily by spôsobilo negatívne klopenie v zmysle „ťažký na chvost“, čo by ešte viac umocnilo podmienky preťaženia a režimy letu lietadla by boli pozdĺžne staticky labilné.

Pokiaľ by ťažisko ležalo presne v neutrálnom bode, režimy letu lietadla by boli pozdĺžne staticky indiferentné.

2.4 Rozdelenie hmotností lietadla

Základná prázdna hmotnosť, BEM (Basic Empty Mass)

Hodnotu dodáva výrobca lietadla, uvádza sa taktiež v letovej príručke k lietadlu (aircraft manual). Je teda hmotnosť samotného lietadla, trupu, motorov, navýšená o hmotnosť prevádzkových kvapalín, nevyčerpatel'ného paliva a iných kvapalín ako mazív a oleja v motore. Pridaná je aj hmotnosť systémov, ktoré predstavujú neoddeliteľnú súčasť vybavenia ako hasiace prístroje, pyrotechniku, núdzové dýchacie vybavenie a podobne.

Prázdna hmotnosť, EM (Empty Mass)

Predstavuje v podstate základnú prázdnu hmotnosť BEM navýšenú o dodatočné vybavenie prevádzkovateľa, ako napríklad vybavenie palubnej kuchyne. Zapisuje sa do aktuálneho protokolu diagramu o hmotnosti a vyvážení.

Prázdna prevádzková hmotnosť DOM, (Dry Operating Mass)

Predstavuje celkovú hmotnosť lietadla pripraveného k danému typu letu ale bez použiteľného paliva a dopravného zaťaženia. Do hmotnosti sa započítava:

- posádka a ich batožina
- vybavenie pre obsluhu cestujúcich (catering)
- náplne WC
- jedlo, pitná voda

Prevádzková hmotnosť, OM (Operating Mass)

Predstavuje prázdnu prevádzkovú hmotnosť navýšenú o palivo na vzlet ale bez dopravného zaťaženia. Dalo by sa povedať, že ide o tzv. Wet operating mass

Maximálna vzletová hmotnosť, MTOM (Maximum Takeoff Mass)

Predstavuje maximálnu hmotnosť lietadla pre vzlet, ovplyvnená konštrukčnými, výkonovými obmedzeniami (napr. sklon, stav dráhy, meteorologické podmienky) a požiadavkami na letovú spôsobilosť, je to teda maximálna hmotnosť lietadla na začiatku vzletu. Je jedným zo

základných návrhových parametrov lietadiel. Vymedzuje prevádzkovú kategóriu lietadla, dôležitejšie je však, že je východiskovým bodom pre výpočet letových výkonov a používa sa k analýze letových vlastností. Jej nárast negatívne ovplyvňuje všetky predpokladané výkony aj vlastnosti lietadla. Pri nedodržaní maximálnej návrhovej hmotnosti a pri zachovaní ostatných parametrov sa zníži jednak maximálna rýchlosť V_{max} , dostup H_{max} , aj dolet R_{max} . Následne vzletová hmotnosť **Take-Off Mass, (TOM)** je hmotnosť lietadla do ktorej je započítaná hmotnosť každého a všetkého čo sa v lietadle nachádza, spolu s hmotnosťou lietadla na začiatku vzletu.

Maximálna hmotnosť pred zahájením rolovania, MTM (Maximum Taxi Mass)

Predstavuje hmotnosť bez paliva (ZFM) navýšená o palivo pre daný let. Hmotnosť pred zahájením rolovania je väčšia než samotná vzletová hmotnosť a to z dôvodu, že ešte pred vzletom sa spotrebuje palivo na spúšťanie motorov a rolovanie na vyčkávacie miesto. Jej hodnota je predovšetkým ovplyvnená konštrukčnými obmedzeniami a to predovšetkým podvozkom. Teda **Taxi Mass, (TM)** je hmotnosť lietadla na začiatku rolovania (od pohnutia z loading gate), niekedy sa označuje ako **Ramp Mass, (RM)**.

Pristávacia hmotnosť, LM (Landing Mass)

Predstavuje vzletovú hmotnosť lietadla bez hmotnosti paliva spotrebovaného behom letu (trip fuel). Je obmedzená konštrukčnými a výkonovými parametrami lietadla. Samotné konštrukčné obmedzenie pristávacej hmotnosti je vyjadrené pomocou maximálnej pristávacej hmotnosti teda **Maximum landing mass (MLM)**. Limitným faktorom je predovšetkým konštrukčné obmedzenie podvozku. Na výkony lietadla následne vplýva aj sklon a dĺžka dráhy, meteorologické podmienky a podobne.

Maximálna hmotnosť bez paliva, MZFM (Maximum Zero Fuel Mass)

Maximálna povolená hmotnosť lietadla ešte pred naplnením použiteľného paliva a ďalších špecifických využiteľných látok, ktoré musia byť vložené do vymedzených častí lietadiel a je obmedzená požiadavkami na odolnosť a letovú spôsobilosť.

Prevádzková hmotnosť bez paliva, OEM (Operating Empty Mass)

Predstavuje hmotnosť konštrukcie , pohonnej jednotky , systémov vybavenia, nepoužiteľných pohonných látok a iných prvkov zariadenia , ktoré sú považované za neoddeliteľnú súčasť

určitej danej konfigurácii lietadla . Zahrnuté sú aj niektoré štandardné položky, ako personál, vybavenie a zásoby potrebné k úplnej operačnej schopnosti , s výnimkou využiteľného paliva a užitočného zaťaženia .

2.5 Rozdelenie nákladu

Prevádzkový náklad, TL (Traffic Load)

Predstavuje celkovú hmotnosť pasažierov, batožiny, carga a nespokatneného nákladu (napr. náhradných dielov).

Užitočný náklad, UL (Useful Load)

Predstavuje celkovú hmotnosť pasažierov, batožiny a carga spolu s nespokatneným nákladom a použiteľným palivom. Je to teda rozdiel medzi prázdnu prevádzkovou hmotnosťou (DOM) a vzletovou hmotnosťou (TOM).

Obchodní náklad, PL (Payload)

Náklad, u ktorého je doprava spokatnená. Patrí sem hmotnosť cestujúcich a ich batožiny, nákladu a pošty.

Premenlivý náklad VL (Variable Load)

Predstavuje hmotnosť posádky ich batožiny a akéhokoľvek odstrániteľného vybavenia, ktoré je potrebné na vykonanie daného letu. Patria sem napríklad vozíky s občerstvením pre pasažierov, prenosná voda, chemikálie do WC.

2.6 Použiteľné palivo

V letectve predstavuje rizikóvu oblasť aj jednoduché plnenie paliva, preto sú postupy určovanie množstva paliva prísne a riadia sa pravidlami. Samotný let nesmie byť zahájený, pokiaľ lietadlo nemá vzhľadom k meteorologickým podmienkam, všetkým očakávaným zdržaniam za letu a k nepredvídaným okolnostiam, dostatočné množstvo paliva, ktoré zaisť bezpečné dokončenie plánovaného letu.

Stanovenie množstva sa preto odvíja od predom daných hodnôt vzťahujúcich sa k cieľovej destinácii. V úvahu musí byť braná vzdialenosť alternatívneho letiska, potencionálne vyčkávanie vďaka ATC, rozmrazovanie, rolovanie, vyhýbanie sa búrkam a turbulenciám a taktiež rezervné palivo pre nepredvídateľné okolnosti. Výpočet množstva paliva pre konkrétny let je v kompetencii veliteľa lietadla.

Palivo, jeho množstvo a konečná hmotnosť teda predstavujú dôležité faktory v plánovaní letu a pri konečnom vyvážení lietadla. V priebehu letu sa sleduje palivo spotrebované na každom úseku a porovnáva sa s odhadnutým množstvom a spotrebou pre let. Môžeme ho kategoricky rozdeliť podľa fázy letu, v ktorej sa lietadlo nachádza.

2.7 Dokumentácia

Nákladový list (Loadsheet)

Predstavuje základný letový dokument. Je individuálny pre každý typ lietadla a zostavuje sa pred každým letom. Obsahuje informácie o letu, nákladu, množstve paliva, počtu cestujúcich, batožine, pošte, informácie o hmotnostiach a výpočty, ktoré zároveň potvrdia, že lietadlo je naložené v medziach bezpečnostných limitov. Je možné ho pripraviť elektronicky pomocou počítača alebo manuálne, ručne do predom stanovených formulárov. Vyhotovuje sa v troch kópiách (pre veliteľa lietadla, vedúceho kabíny a do archívu). Súčasťou loadsheetu je formulár s nakladacími inštrukciami a nákladným listom (tzv. cargo manifestom).

Nakladacie inštrukcie (Loading instructions)

Dokument o rozložení nákladu a spôsobu jeho naloženia. Pripravuje sa na základe informácií o type lietadla, počtu odbavených cestujúcich a batožiny, nákladu a spôsobe ukladania. Pripravuje sa 90 až 120 minút pred odletom (doba prípravy sa odvíja od typu konkrétneho lietadla). Jedna kópia sa stále pridáva k nákladovému listu. Pozostáva z jednotlivých častí:

- inštrukcie pre tranzitný náklad
- počet kusov poštovných uzáverov
- hmotnosť batožiny
- hmotnosť carga
- pošta
- celkový zoznam špeciálneho nákladu

- presné informácie o rozmiestnení v nákladovom priestore lietadla
- špeciálne informácie a upozornenia

Dokument o vyvážení lietadla (Trimsheet)

Dokument o vyvážení lietadla, umiestnení cestujúcich, rozložení nákladu spolu s grafickým znázornením polohy ťažiska v letovej obálke. Rozloženie nákladu a umiestnenie cestujúcich sa robí buď na základe grafického znázornenia alebo zapisovaním do tabuliek. Pri výpočtoch sú dôležité hmotnosti, indexy, verzia a konfigurácia lietadla. Pozostáva z dvoch častí. V prvej si určíme konfiguráciu lietadla, a na základe vyplneného loadsheetu (kde sú obsiahnuté informácie o množstve batožiny, pasažierov, pošty, carga atď.) vyplňujeme daný trimsheet. Zapisujeme počty pasažierov a nákladu a podľa ich umiestnenia buď graficky alebo pomocou tabuliek určujeme indexy, ktoré sa buď pripočítavajú alebo odpočítavajú podľa polohy voči ťažisku. Druhá časť býva obvykle grafická a vyznačuje sa tu poloha ťažiska na strednej aerodynamickej tetive. Teda v grafe vystupujú dve hodnoty a to rôzne hmotnosti lietadla a indexy (určené teda napr. množstvom paliva, cestujúcich, nákladu a ich rozmiestnením). Všetky priesečníky hmotností a indexov v grafe musia ležať v obálke grafu. Čím bude hmotnosť lietadla väčšia tým bude poloha jeho ťažiska stabilnejšia.

3 Model nákladového priestoru lietadiel Boeing 737, Airbus 319 a ATR-72

Charakterizujem nákladový priestor modelových lietadiel, spolu s charakteristikami potrebnými k určeniu možnosti naloženia batožiny do nákladových priestorov. Zobrazím na schematických obrázkoch nákladové dvere, ich umiestnenie voči nákladovému priestoru a ich rozmery.

Samotné dvere potrebujú na svoje otváranie a fungovanie priestor preto sa dajú rozlíšiť dva prípady nákladového priestoru. Teda pri zatvorených nákladových dverách, a priestor pri otvorených dverách, čím sa znižuje celkový využiteľný objem a zhorší logistika pri nakladaní batožiny. Ďalším dôležitým faktorom bude rozmer nakladacích dverí a to konkrétne otvor, ktorý následne po otvorení ponúknu. Pre niektoré hraničné hodnoty rozmerov batožiny bude určujúcim faktorom práve veľkosť rozmerov nakladacích dverí a jeho umiestnenie voči nákladovému priestoru lietadla. Podstatná bude aj hmotnosť prepravovanej batožiny a to, či neprekročí limity stanovené pre konkrétne lietadlá.

Na základe týchto predpokladov a pre každé modelové lietadlo určím v tabuľkách maximálne možné rozmery batožiny v troch hlavných osiach a (dĺžku), b (šírku), c (výšku). O batožine budem predpokladať, že má prevažne tvar kvádra, pretože väčšina leteckých dopravcov vyžaduje aby bola zabalená v adekvátnom obale vhodnom pre leteckú dopravu.

Na záver popíšem alternatívne možnosti prepravy nákladu v prepravných kontajneroch (ULD) a leteckých paletách. Ktoré predstavujú bezpečnejšiu a efektívnejšiu variantu prepravy ale do značnej miery obmedzujú možnosti prepravy nadrozmernej batožiny.

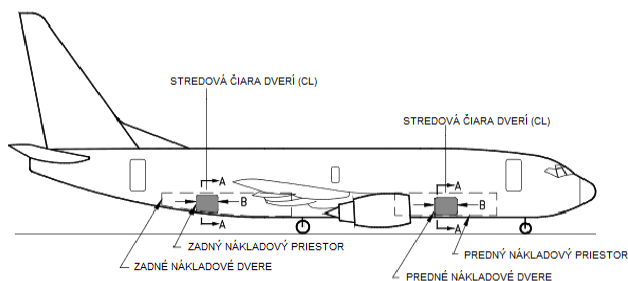
3.1 Boeing B737-800

Boeing 737-800, druhý v poradí v sérii B 737 Next generation, je dvojmotorové, dvojprúdové, úzko-trupe dopravné lietadlo pre krátke a stredné vzdialenosti. V Českej republike je prevádzkovaný prevažne spoločnosťami Travel Service a Smart Wings.

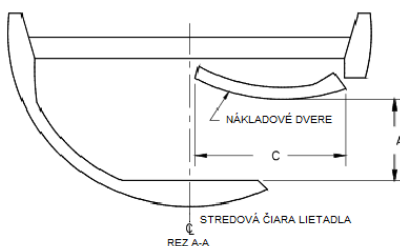
3.1.1 Charakteristika nákladového priestoru B 737 - 800

Nákladový priestor lietadla pozostáva z dvoch oddelených častí a každá z nich z dvoch segmentov (compartments), ktoré sa nachádzajú pred a za krídlom. Menšia v prednej časti trupu (FWD cargo) o celkovom objeme $19,6 \text{ m}^3$ a väčšia z zadnej časti trupu (AFT cargo)

o celkovom objeme $25,5 \text{ m}^3$. Pre obidve časti nákladového priestoru sú zavedené limity pre maximálne zaťaženie podlahy a to 732 kg/m^2 . Vyobrazenie priestorov vzhľadom k lietadlu je na obrázku 1 a rez nákladového priestoru, spolu s nákladovými dverami je vyobrazený na obrázku 2.



Obr 1. Umiestnenie nákladového priestoru lietadla Boeing.
(foto. Boeing aircraft characteristics manual)



Obr. 2 Rez nákladového priestoru Boeingu.
(foto. Boeing aircraft characteristics manual)

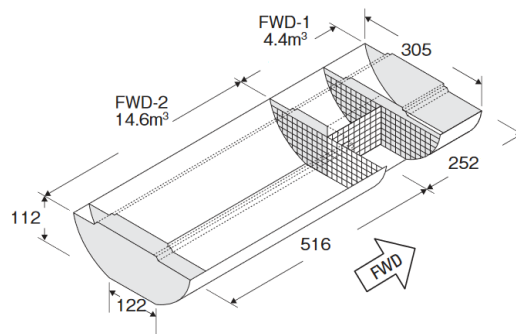
V nasledujúcich tabuľkách 1 a 2 uvediem základné charakteristiky nákladového priestoru Boeingu pre jednotlivé segmenty a veľkosti nákladových dverí prislúchajúcich jednotlivým priestorom spolu s veľkosťou otvoru, ktorý vznikne pri otvorení nakladacích dverí pre nakladanie batožiny. Na obrázkoch 3 a 4 ilustrujem schematické zobrazenie častí nákladového priestoru lietadla, vrátane ich rozmerov a objemov batožiny, ktoré sú schopné pojať a nevyužitý priestor okolo dverí.

Tabuľka 1. Charakteristika a rozmery nákladového priestoru

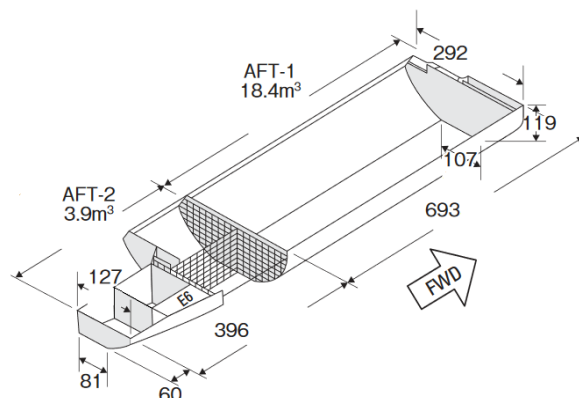
Číslo segmentu	Fwd 1	Fwd 2	Aft 1	Aft 2
Max. zaťaženie podlahy (kg/m^2)	732			
Využitelný objem (m^3)	4,4	14,6	18,4	3,9
Max. nosnosť segmentu (kg)	887	2670	4086 (3777)	763 (667)

Tabuľka 2. Rozmery nákladových dverí a otvorov

Predné nákladové dvere		Zadné nákladové dvere	
Veľkosť dverí (Cx B)	Veľkosť otvoru (Ax B)	Veľkosť dverí (Cx B)	Veľkosť otvoru (Ax B)
1,30 x 1,22 m	0,89 x 1,22 m	1,22 x 1,22 m	0,84 x 1,22 m



Obrázok 3. Ilustrácia prednej časti (FWD) nákladového priestoru, rozmery sú v cm.
(foto. ANA cargo dimension guide)



Obrázok 4. Ilustrácia zadnej časti (AFT) nákladového priestoru, rozmery sú v cm.
(foto. ANA cargo dimension guide)

Predný (FWD) nákladový priestor

Celková veľkosť využiteľného nákladového priestoru FWD 1 ($14,6 m^3$) a FWD 2 ($4,4 m^3$) je $19 m^3$. Priestor zabraný dverami predstavuje kváder o objeme $1,5 m^3$ a teda zostatkový využiteľný priestor bude $17,49 m^3$.

Zadný (AFT) nákladový priestor

Celková veľkosť využiteľného nákladového priestoru AFT 1 ($18,4 m^3$) a AFT 2 ($3,9 m^3$) je $22,3 m^3$. Priestor zabraný dverami predstavuje kváder o objeme $1,2 m^3$ a teda zostatkový využiteľný priestor bude $21,1 m^3$.

3.1.2 Tabuľky možnosti naloženia batožiny do nákladového priestoru

V nasledujúcich tabuľkách 3 a 4 sú publikované tabuľky (cargo loading charts) pre typ B737, niekoľkých leteckých prepravcov, v ktorých sú uvedené rozmery jednotlivých nákladov, ktoré sa podľa rozmerov vojdú do priestorov lietadla a hlavne prejdú cez nákladové dvere. Dĺžka balíka je obmedzená vnútornou krivkou nákladového priestoru vymedzenou bočnicou nachádzajúcou sa oproti nákladovým dverám. Náklad sa rozdeľuje aj podľa hmotnosti, hranica je stanovená na 70kg. Od tejto hmotnosti nákladu vyššie už bude najskôr potrebné využiť nakladací vozík a tabuľky maximálnych rozmerov sa budú líšiť. Maximálna hmotnosť jedného kusu batožiny je stanovená na 250 kg. Teda tabuľky budú obsahovať údaje o maximálnej dĺžke, výške a šírke predmetu. Tabuľky pre ťažší náklad existujú ale v tejto práci sa nimi nebudem zaoberať.

Tabuľka 3. Maximálne rozmery batožiny pre FWD časť priestoru

Šírka (cm)										
Výška (cm)	12	25	38	51	64	76	89	102	114	122
	Dĺžka (cm)									
12	396	304	267	239	213	188	163	137	127	114
25	332	294	264	239	213	188	163	137	127	114
30	327	292	264	239	213	188	163	137	127	114
35	322	290	264	239	213	188	163	137	127	114
40	320	289	264	239	213	188	163	137	127	114
45	318	289	264	239	213	188	163	137	127	114
50	318	289	264	239	213	188	163	137	127	114
55	314	289	264	239	213	188	163	137	127	114
60	314	289	264	239	213	188	163	137	127	114
66	314	289	264	239	213	188	163	137	127	114
71	314	289	264	239	213	188	163	137	127	114
76	314	289	264	239	213	188	163	137	127	114
81	314	289	264	239	213	188	163	137	127	114
87	314	289	264	239	213	188	163	137	127	114

Tabuľka 4. Maximálne rozmery batožiny pre AFT časť priestoru

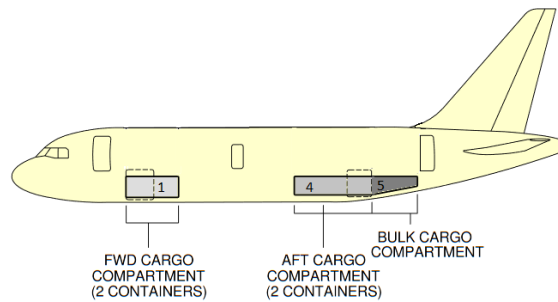
		Šírka (cm)								
Výška (cm)	12	25	38	51	64	76	89	102	114	122
		Dĺžka (cm)								
12	417	330	274	234	208	183	157	132	109	109
25	351	297	262	234	208	183	157	132	109	109
30	328	286	260	234	208	183	157	132	109	109
35	323	284	260	234	208	183	157	132	109	109
40	318	284	260	234	208	183	157	132	109	109
45	315	284	260	234	208	183	157	132	109	109
50	312	284	260	234	208	183	157	132	109	109
55	310	284	260	234	208	183	157	132	109	109
60	310	284	260	234	208	183	157	132	109	109
66	310	284	260	234	208	183	157	132	109	109
71	310	284	260	234	208	183	157	132	109	109
76	310	284	260	234	208	183	157	132	109	109
81	251	226	201	178	152	124	-	-	-	-
84	178	152	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2 Airbus A 319-100

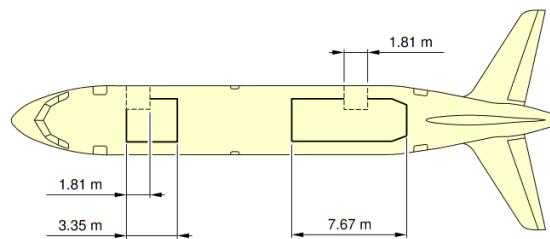
Airbus A319 je členom rodiny A320. Jedná sa o skrátenú verziu modelu A320, určenú pre prevádzku na krátkych a stredných tratiach. Konštrukčne vychádza z A320. Prevádzkovateľmi sú České aerolinie, Travel Service a Armáda Českej republiky.

3.2.1 Charakteristika nákladového priestoru

Nákladový priestor lietadla sa delí na dve hlavné časti, menšiu prednú (FWD) a väčšiu zadnú časť (AFT). Priestor FWD o celkovom objeme $8,5 m^3$, predstavuje segment 1 (bulk 1) a nákladový priestor AFT o celkovom objeme $19,1 m^3$, ktorý sa delí na dva samostatné segmenty 4 a 5 (bulk 4 a bulk 5). Vyobrazenie priestorov a nákladových dverí vzhľadom k lietadlu je na obrázku 5 a ich základné rozmery sú vyobrazené na obrázku 6. U tohto typu lietadla si môže sám prevádzkovateľ určiť spôsob ako bude využívať nákladový priestor. Buď ho nechá otvorený bez špeciálnych leteckých kontajnerov ULD, alebo využije na prepravu práve ULD kontajnery alebo prepravné palety. Pri použití kontajnerov sa však maximálne rozmery nákladu, ktorý je možný ešte prepraviť, obmedzujú práve rozmermi kontajneru a jeho vlastných nákladových dverí. Tento systém do značnej miery obmedzuje prepravu batožiny extrémnych rozmerov a preto sa nim v tejto práci zaoberať nebudem.



Obr. 5 Umiestnenie nákladových priestorov a dverí u Airbusu.
(foto. Airbus aircraft characteristics manual)



Obr. 6 Základné rozmery nákladových priestorov u Airbusu.
(foto. Airbus aircraft characteristics manual)

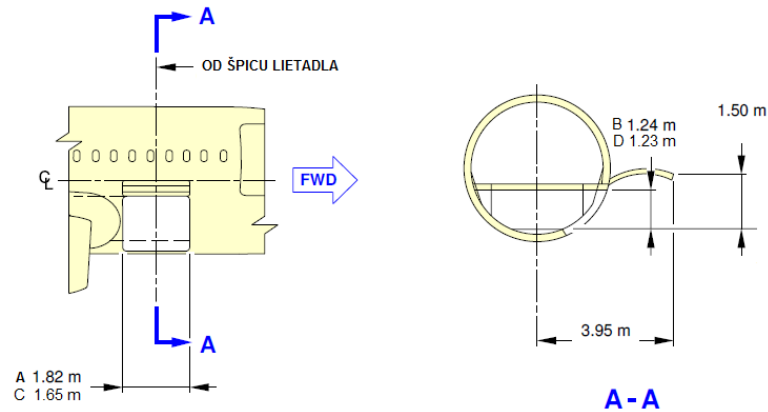
V nasledujúcich tabuľkách 5 a 6 uvediem základné charakteristiky nákladového priestoru Airbusu, pre jednotlivé segmenty a rozmery nákladových dverí prislúchajúcich jednotlivým priestorom. Spolu s veľkosťou otvoru, ktorý vznikne pri otvorení nakladacích dverí, pre batožinu. Na obrázkoch 7 a 8 je schematické zobrazenie rezov nákladového priestoru spolu s rozmermi a ilustráciou prislúchajúcich nákladových dverí.

Tabuľka 5. Charakteristika a rozmery nákladových priestorov

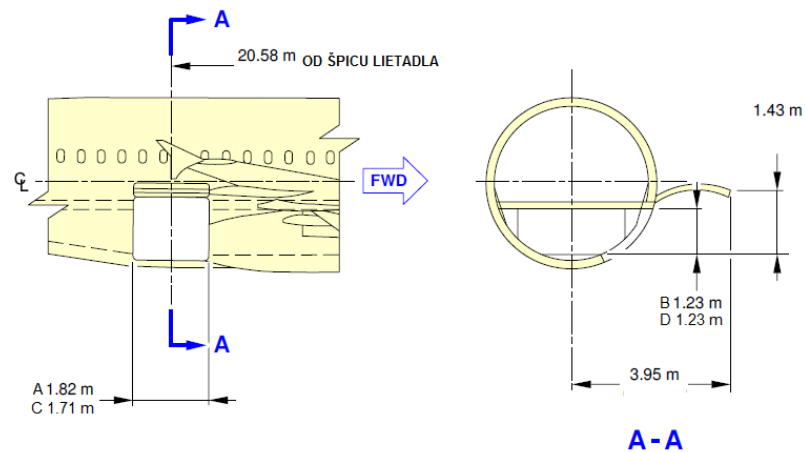
číslo segmentu	Fwd 1	Aft 4	Aft 5
max. zaťaženie podlahy (kg/m^2)	488	488	732
využitelný objem (m^3)	8,16	11,38	7,22
max nosnosť segmentu (kg)	2268	3021	1497

Tabuľka 6. Rozmery nákladových dverí a otvorov

Predné nákladové dvere		Zadné nákladové dvere	
Veľkosť dverí (AxB)	Veľkosť otvoru (CxD)	Veľkosť dverí (AxB)	Veľkosť otvoru (CxD)
1,82 x 1,24 m	1,65 x 1,23 m	1,82 x 1,23 m	1,71 x 1,23 m



Obr. 7 Rez prednej (FWD) časti nákladového priestoru s ilustráciou a rozmermi dverí.
(foto. Airbus aircraft characteristics manual)



Obr. 8 Rez zadnej (AFT) časti nákladového priestoru s ilustráciou a rozmermi dverí.
(foto. Airbus aircraft characteristics manual)

3.2.2 Tabuľky možnosti naloženia batožiny do nákladového priestoru

V nasledujúcich tabuľkách 7, 8 a 9 sú publikované tabuľky (cargo loading charts) pre typ A-319, niekoľkých leteckých prepravcov, v ktorých sú uvedené rozmery jednotlivých nákladov, ktoré sa podľa rozmerov vojdú do priestorov lietadla a prejdú cez nákladové dvere. Maximálna hmotnosť jedného kusu batožiny je stanovená na 250 kg a maximálne zaťaženie podlahovej plochy je 732 kg/m^2 . Kvôli veľkému obmedzeniu možnosti prepravy nadrozmernej batožiny, ktorý systém ULD predstavuje nebudem pre neho uvádzať tabuľky možnosti naloženia.

Tabuľka 7. Rozmery batožiny pre FWD časť priestoru, segment 1

Výška (cm)			
Šírka	0 – 70	71 - 97	98 – 110
(cm)	Dĺžka (cm)		
1	404	373	342
10	394	364	335
20	384	355	328
30	375	347	323
40	365	338	317
50	356	330	313
60	346	323	299
70	337	316	279
80	328	309	259
90	319	304	239
100	310	299	218
110	302	298	198
120	295	273	177
130	288	253	165
140	282	232	156
150	275	211	-
160	253	200	-

Tabuľka 8. Rozmery batožiny pre AFT časť priestoru, segment 4

Výška (cm)			
Šírka	0 – 70	71 - 97	98 - 110
(cm)	Dĺžka (cm)		
1	500	476	429
10	492	468	409
20	483	461	389
30	475	454	369
40	467	448	349
50	459	424	329
60	452	404	309
70	444	384	288
80	438	364	268
90	414	344	248
100	393	324	227
110	373	304	207
120	352	284	186
130	331	263	172
140	310	243	172
150	288	223	-
160	266	202	-
170	253	200	-

Tabuľka 9. Rozmery batožiny pre AFT časť priestoru, segment 5

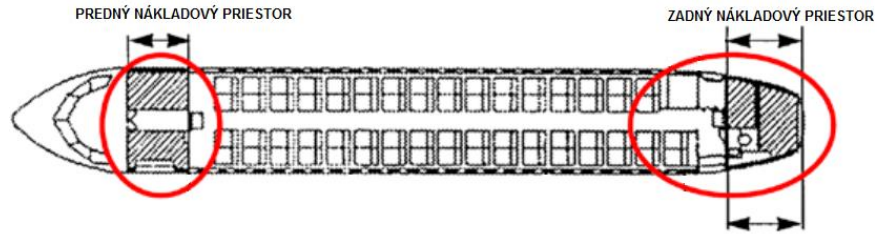
Výška (cm)						
Šírka	1 - 45	46 - 55	56 - 65	66 - 82	83 - 95	96 - 97
(cm)	Dĺžka (cm)					
1	372	365	358	329	233	191
10	365	357	350	324	224	181
20	357	349	343	319	216	171
30	349	342	335	315	209	162
40	342	334	328	312	203	153
50	334	327	322	294	197	150
60	327	320	315	276	194	150
70	320	313	310	258	190	150
80	314	307	305	238	186	150
90	306	302	300	217	180	150
100	300	297	297	195	176	150
110	294	294	294	172	171	150
120	290	290	283	172	171	150
130	285	285	263	-	-	-
140	280	275	243	-	-	-
150	269	254	222	-	-	-
160	252	232	202	-	-	-
170	252	224	199	-	-	-

3.3 Avions de Transport Régional ATR-72 500

Lietadlo ATR-72 je dvojmotorové turbopropové dopravné lietadlo určené na kratšie regionálne trate. Prevádzkovateľom v Čechách sú predovšetkým ČSA.

3.3.1 Charakteristika nákladového priestoru ATR-72 500

Lietadlo ATR-72 má dva nákladové priestory, predný (FWD), pozostávajúci z dvoch segmentov a to FWD 1L (ľavého) a FWD 1R (pravého). A zadný (AFT), taktiež pozostávajúci z dvoch segmentov AFT 3F a 4A, pričom obidva segmenty sú spojené. AFT 3F predstavuje jeho vonkajšiu časť (smerom do kabíny lietadla) a AFT 4A vnútornú (smerom k chvostu lietadla). Prístup do AFT 4 je teda možný len skrz AFT 3 a pri jeho nakladaní a vykladaní musí byť vonkajšia časť prázdna. Časť AFT 3 je od zvyšku lietadla oddelená iba jednoduchou plachtou alebo sieťovaným popruhom. Jednotlivé nákladové časti sú zobrazené na obrázku 9. Maximálna hmotnosť jedného kusu batožiny je 150 kg a maximálne zaťaženie podlahy je stanovené na 450 kg/m².



Obr. 9 Umiestnenia nákladových priestorov a dverí v ATR-72 500
(foto. Dokument BEA)

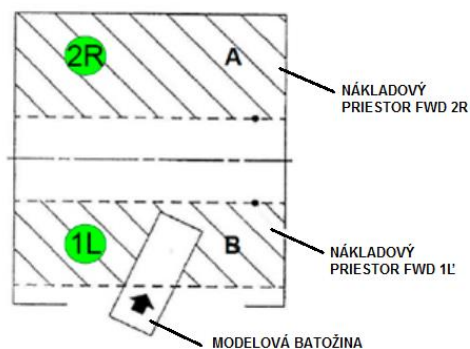
V nasledujúcich tabuľkách 10 a 11 uvediem základné charakteristiky nákladového priestoru ATR pre jednotlivé časti a veľkosti nákladových dverí prislúchajúcich priestorom. Spolu s veľkosťou otvoru, ktorý vznikne pri otvorení nakladacích dverí, pre nakladanie batožiny. Na obrázkoch 10 a 11 ilustrujem schematické zobrazenie nákladového priestoru spolu s ilustráciou prislúchajúcich nákladových dverí.

Tabuľka 10. Charakteristika a rozmery nákladových priestorov

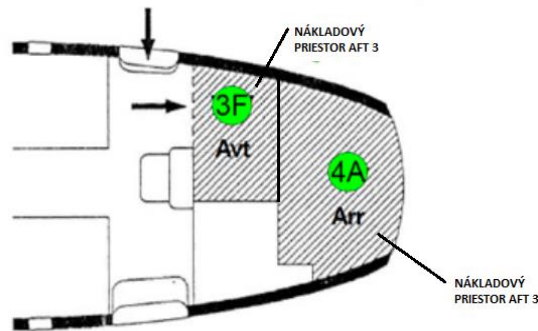
Číslo segmentu	Fwd 1 (L)	Fwd 1 (R)	Aft 1	Aft 2
Max. zaťaženie podlahy (kg/m ²)	450			
Využitelný objem (m ³)	2,8	3	4,8	
Max. nosnosť segmentu (kg)	480	448	442	442

Tabuľka 11. Rozmery nákladových dverí a otvorov

Predné nákladové dvere		Zadné nákladové dvere	
Veľkosť dverí (Cx B)	Veľkosť otvoru (Ax B)	Veľkosť dverí (Cx B)	Veľkosť otvoru (Ax B)
1,30 x 1,60 m	1,29 x 1,57 m	0,69 x 1,27 m	0,65 x 1,22 m



Obr. 10 Schématické zobrazenie predného nakladacieho priestoru FWD 1 L a R
(foto. Dokument BEA)



Obr. 11 Schématické zobrazenie zadného nakladacieho priestoru AFT 3F a 4A
(foto. Dokument BEA)

3.3.2 Tabuľky možnosti naloženia batožiny do nákladového priestoru

V nasledujúcich tabuľkách 12, 13 a 14 sú publikované tabuľky pre ATR-72 (cargo loading charts), niekoľkých leteckých prepravcov, v ktorých sú uvedené rozmery jednotlivých nákladov, ktoré sa podľa rozmerov vojdú do priestorov lietadla a prejdú cez nákladové dvere. Do zadných priestorov (AFT) sa dá batožina nakladať cez nákladové (servisné dvere), alebo alternatívne z opačnej strany skrz dvere pre cestujúcich. Tabuľky pre možnosť naloženia do AFT priestoru nebudem rozdeľovať podľa segmentov. Maximálna hmotnosť jedného kusu batožiny je teda 150 kg a maximálne zaťaženie podlahy je 450 kg/m^2 .

Tabuľka 12. Rozmery batožiny pre FWD 1L časť priestoru

výška (cm)	
šírka	5 -143
(cm)	dĺžka (cm)
5 - 35	160
40 - 50	150

Tabuľka 13. Rozmery batožiny pre FWD 1R časť priestoru

výška (cm)				
Šírka	5 -143	150	155	165
(cm)	dĺžka(cm)			
5	190	185	185	180
10 - 20	185	185	185	180
25 - 35	180	180	180	-
40	180	-	-	-
45 - 70	170	-	-	-

Tabuľka 14. Rozmery batožiny pre AFT časť priestoru

výška (cm)				
Šírka	5 - 50	51 - 80	81 - 100	101 - 110
(cm)	dĺžka(cm)			
5	170	160	80	80
10 - 20	150	150	80	80
25 - 35	150	150	80	80
40	130	130	80	80
45 - 70	60	60	60	50

3.4 Možnosti nakladania do nákladových priestorov v A 319 a B 737 a ATR 72

Práve nakladanie batožiny a nákladu patrí k časovo najnáročnejším úlohám pozemnej obsluhy lietadla. K najbežnejším lietadlám ako Boeing 737 a k menším strojom ako ATR 72, je batožina odvážaná obyčajnými ťahačmi s vozíkmi v závesu, ktorých môže byť pripojených maximálne päť. U lietadla potom zväčša skupina troch až štyroch nakladačov batožinu manuálne prekladá na pásové dopravníky. Tie sú schopné uniesť až 250 kg nákladu, čo je maximálna hmotnosť jedného kusu nákladu pre B737-800 aj Airbus A319, pre ATR to je 150 kg. Pri vyšších hmotnostiach batožiny je možnosť prepravy, najprv potrebné konzultovať s príslušnou sekciou leteckej spoločnosti (napr. oddelenie carga).

Do väčších lietadiel ako Boeing 767, 777, 747 atď., a do Airbusov A320, teda aj A319, sa batožina zväčša nakladá už v prepravných kontajneroch. Tie sú špecifické podľa druhu lietadla. Spoločnosti zvyknú mať pripravenú na destinácie určitú zásobu kontajnerov, aby nedochádzalo k zdržovaniu odbavenia. Batožina sa teda naloží do kontajnerov ešte pred samotným priletom lietadla a po pristání sa iba vymenia kontajnery. Kontajnery sa tiež prevážajú na vozíkoch, ale do lietadiel ich nakladá nakladač so zdvižnými plošinami. Kontajner alebo paleta sa naloží na spodnú plošinu a tá ju vyzdvihne k hornej plošine. Tá sa dá upravovať podľa typu lietadla a podľa výšky nákladového priestoru.

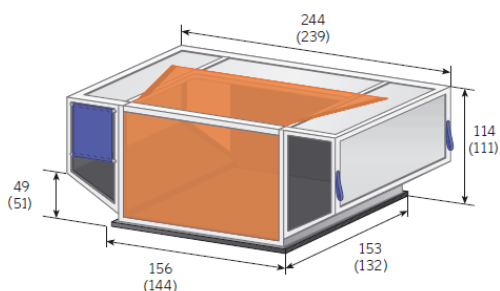
Pre veľmi veľké a objemné náklady, ktoré sa nezmestia do kontajnerov sa používajú palety, na ktoré sa náklad upevní. Na plošinách a v nákladovom priestore lietadla sa ťažké kontajnery a palety premiestňujú po valčekových dráhach. Batožina alebo náklad sa na svojom mieste zaisťujú zámkom a popruhmi aby sa behom letu neposúval. Spoločnosti vydávajú niekoľkostranové manuály pre svojich pracovníkov ako správne zachádzať a upevňovať tieto náklady tak aby nedošlo k poškodeniu.

3.4.1 Prepravné kontajnery

Zavedenie kontajnerov spôsobilo v letectve revolúciu, ktorá výrazne ovplyvnila prepravu zásielok a systém manipulácie s nákladom. Unifikácia kontajnerových jednotiek uľahčila a umožnila využitie iného druhu dopravy bez nutnosti zdĺhavej prekládky nákladu, avšak s určitými limitáciami. Kontajnery sa začali využívať v leteckej doprave v druhej polovici 50. rokov, jednou z prvých spoločností boli American Airlines a onedlho sa pridali ďalšie. Avšak absencia akéhokoľvek regulačného orgánu, zapríčinila výrobu kontajnerov všemožných rozmerov a tvarov, bez vzájomnej kompatibility. V prvej polovici 60. rokov prevzala dohľad nad štandardizáciou organizácia IATA, následkom čoho bolo vydanie množstva smerníc a doporučení pre rozmery a tvary kontajnerov. Zároveň museli byť nové kontajnery schválené a registrované. Zaviedlo sa aj odborné označenie takejto kontajnerovej jednotky a to Unit Load Device (ULD).

Letecké kontajnery (ULD) predstavujú úplne zvláštny druh prepravných jednotiek, pretože sú určené predovšetkým pre prepravu v lietadlách a to predurčuje ich technické parametre a vlastnosti. Vyznačujú sa hlavne ľahkou konštrukciou a celou radou typov. Rôznorodosť je daná skutočnosťou, že nákladné priestory lietadiel nemajú pravouhlé tvary a teda je potrebné týmto tvarom prispôbiť aj kontajnery. Ich tvar teda nie je jednotný, pretože je potrebné aby bol nákladový priestor konkrétneho lietadla využitý na maximum. Podľa IATA existuje približne 17 normalizovaných typov. Ich celkové rozmery musia odpovedať tvaru a rozmerom konkrétneho lietadla a nákladových dverí. Na obrázku 12 je ilustrácia a rozmery (cm) kontajneru AKH spolu s tabuľkou 15 kde sú uvedené základné parametre. Tento typ kontajnera sa zvykne využívať práve v Airbusu A-319.

Vyrábané sú predovšetkým z hliníku, ten je relatívne ľahký, pevný a z pohľadu nákladov vhodný materiál pre leteckú prepravu. Zároveň musí byť konštrukcia dostatočne pevná a tuhá, aby sa pri manipulácii pri nakladaní nedeformovala a dostatočne chránila prepravovaný obsah nákladu. Čím je však lietadlo menšie, tým je využívanie kontajnerových jednotiek menej výhodné. Dochádza k tomu, že sa zväčšuje rozdiel v podiele váhy prázdnych ULD na užitočnom zaťažení a zároveň teda klesá výhodnosť používania leteckých kontajnerov na danom type lietadla.



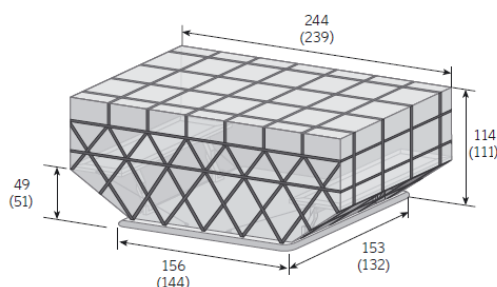
Obr. 12 Štandardizovaný kontajner AKH pre Airbus A319, rozmery v zátvorkách sú vnútorné.
(foto. Aircraft & ULDs)

Tabuľka 15. Charakteristika kontajneru AKH

Vonkajší objem	Vnútorný objem	Maximálna nosnosť	Prázdna hmotnosť	Hmotnosť nákladu	Rozmer predných dverí	Rozmer horných dverí
3,9 m ³	3,6 m ³	1587 kg	82 kg	1505 kg	146 x 74 cm	142 x 105 cm

3.4.2 Letecké palety

Obdobne ako letecké kontajnery, aj letecké palety predstavujú zvláštne prepravné jednotky. Je to dané možnosťami ložného priestoru lietadiel. Tieto palety sa podstatne líšia od bežných paliet používaných pre manipuláciu a skladovanie materiálu. Okrem rozmerov sa od bežných paliet líšia aj tým, že sú vybavené sieťou alebo plachtou pre zaistenie nákladu proti pohybu. Tým splňujú dôležitú podmienku v leteckej doprave a to zamedzenie pohybu nákladu, predovšetkým pri vzletoch a pristávaní. Pohyb by totiž mohol spôsobiť nerovnomerné zaťaženie lietadla a s tým spojené ohrozenie bezpečnosti letu. Ďalej ale aj samotné poškodenie prepravovaného nákladu alebo konštrukcie lietadla. Materiálom použitým na výrobu leteckých paliet je najčastejšie hliník a drevo, práve preto, že jednou z vlastností leteckej palety je nízka hmotnosť a odolnosť. Na obrázku 13 uvediem paletu, ktorá sa zvykne využívať v Airbusu 319 a v tabuľke 16 základnú charakteristiku a vlastnosti.



Obr. 13 Štandardizovaná paleta PKC pre Airbus A319, vnútorné rozmery sú v zátvorkách v cm.
(foto. Aircraft & ULDs)

Tabuľka 16. Charakteristika palety PKC

Využitelná štvorcová ložná plocha	Vnútorný objem	Maximálna nosnosť	Prázdna hmotnosť	Hmotnosť nákladu
144 x 143 cm	2,5 m ³	1587 kg	40 kg	1547 kg

4 Definovanie tvarov a typických rozmerov batožiny

Definujem problematiku pre menšie dopravné prúdové lietadlá ako Boeing 737-800, Airbus A319-100 a turbovrtuľové ATR-72 kde by mohli byť prepravované batožiny typu historického nábytku, umenia ako sochy a obrazy, historických alebo múzejných artefaktov, ktoré by svojimi rozmermi mohli spôsobiť problém pri nakladaní. Taktiež preprava súčiastok ako motory alebo súčasti a diely pre autá a iné priemyselné výrobky, kde by bol problém nielen s rozmermi ale aj celkovou hmotnosťou takéhoto nákladu (čo by mohlo zasiahnuť do celkového vyváženia lietadla). Okrem toho pri tomto menšom type dopravného lietadla by mohlo dôjsť k problému pri preprave športového náčinia ako skokanské tyče, oštepky, surfboardy alebo väčších hudobných nástrojov ako harfy, violončela, piana. Svojimi veľkosťami spôsobujú problém pri nakladaní skrz nákladové dvere.

Popíšem veľkosti a rozmery jednotlivých modelových kusov batožiny spolu s ich hmotnosťou. K týmto predmetom následne určím adekvátne obaly, vyhovujúce na prepravu lietadlom, ktoré sa bežne vyskytujú na trhu. Samotné letecké spoločnosti, vyžadujú aby bola batožina pri prijímaní riadne zabalená, vzhľadom na svoju povahu. Aby behom prepravy bolo maximálne zamedzené tomu aby došlo k poškodeniu batožiny, prípadne poškodeniu lietadla. Spôsob vhodného zabalenia je možné konzultovať s prepravcom samotným, alebo spoločnosťou, ktorá sa zaoberá prepravou leteckého nákladu pre konkrétneho dopravcu.

Pri preprave budú tieto predmety štandardne zabalené do prepravných boxov, takže tvar batožiny s ktorým budem pracovať bude kváder, u ktorého budú zadefinované jeho strany a (dĺžka), b (šírka), c (výška) a jeho hmotnosť m. Určím skupinu parametrov a podmienok (ako práve maximálne rozmery jednotlivých strán), ktoré by stanovili či bude možné predmet dostať do lietadla skrz nákladové dvere a či sa svojimi rozmermi bude zmestiť do nákladového priestoru lietadla.

Najskôr definujem základné rozdelenie druhov prepravovanej batožiny v lietadle. Môžeme ju rozdeliť na niekoľko druhov podľa situácie.

4.1 Základné rozdelenie druhov batožiny v dopravnom letaní

Nezapísaná batožina (príručná batožina)

Batožina, ktorú si zo sebou berieme na palubu lietadla. Platia pre ňu veľmi prísne bezpečnostné pravidlá a prechádza kontrolou pred naložením. Cestujúci má právo si vziať na palubu lietadla jednu nezapísanú batožinu a tá môže mať iba určité rozmery (zväčša 55x45x25 cm) a hmotnosť (zväčša 5 kg). Tieto rozmery a hmotnosť sa môžu u rôznych leteckých spoločností líšiť. Okrem toho sem patria aj predmety osobného užitia ako napr. jedlo, oblečenie alebo knihy.

Zapísaná batožina

Zapísaná batožina sa prepravuje v nákladovom priestore lietadla a spravidla tým istým lietadlom ako cestujúci. Batožina musí byť zabalená v kufroch alebo iných obaloch vhodných pre bezpečnú dopravu, pokiaľ nie, prepravca sa zbavuje zodpovednosti za bezúhonnú prepravu. Cestujúci s nárokom na sedadlo v lietadle má nárok na bezplatnú prepravu zapísanej batožiny o určitej maximálnej celkovej hmotnosti (zväčša 15-20kg).

Nadrozmerná batožina

Patrí sem batožina, ktorá prekračuje bezplatný váhový limit, alebo pokiaľ prekračuje maximálne stanovené rozmery pre zapísanú batožinu. Prepravcovia zväčša vyžadujú nahlásiť takúto batožinu vopred a následne rozhodujú o vydaní povolenia k preprave. Jedná sa prevažne o športové vybavenie a hudobné nástroje.

Preprava živých zvierat

Živé zvieratá je povolené prepravovať iba s predchádzajúcim súhlasom dopravcu, za podmienok, ktoré si určí, na vlastnú zodpovednosť cestujúceho a do destinácii kde je to za platných predpisov povolené. V kabíne pre cestujúcich smú byť prepravované len malé zvieratá (napr. psy, mačky) a to iba v príslušných klietkach. V ostatných prípadoch sa prepravujú iba v nákladovom priestore lietadla ako zapísaná batožina.

Batožina prepravovaná za zvláštnych podmienok

Patria sem strelné zbrane, munícia, historické zbrane, nože ktoré sú prijímané k preprave ako zapísaná batožina v súlade s podmienkami a predpismi prepravcu a za jeho súhlasu.

Náklad (Air Cargo)

Náklad alebo cargo označujeme predmety, ktoré sa prenášajú lietadlami buď v nákladovom priestore alebo na palube, bez svojho majiteľa ako cestujúceho. Osobné dopravné lietadlá zvyknú nevyužitý nákladový priestor zaplňať práve cargom buď od samotného prepravcu (oddelenie carga), alebo ho ponúkajú ostatným spoločnostiam na prepravu.

4.2 Základné rozdelenie batožiny

Rozdelenie podľa dĺžok strán

Zadefinované strany batožiny a (dĺžka), b (šírka), c (výška).

1) $a \gg b, c$

- prípad kedy je predmet výrazne dlhší v jednom rozmere
- napríklad skokanské tyče alebo oštep
- problém by mohol nastať vtedy ak by bol dlhší ako nákladový priestor lietadla a v prípade centrálneho umiestnenia dverí voči nákladovému priestoru sa táto dĺžka skrakuje podľa ich umiestnenia

2) $\pm a = \pm b \gg c$

- prípady kedy je predmet približne rovnako veľký v dvoch rozmeroch
- napr. obrazy, umelecké predmety (sochy), hudobné nástroje (harfy)
- problém nastáva pri snahe dostať predmet skrz dvere, takže by bol rozhodujúci rozmer nákladových dverí

3) $\pm a = \pm b = \pm c$

- prípad v ktorom je predmet približne rovnako veľký v každej zo svojich strán
- napr. modelové piano
- problematické budú teda rozmery nákladových dverí a celková veľkosť nákladového priestoru

Rozdelenie batožiny podľa hmotnosti

- A) Hmotnosť, ktorá ovplyvní stabilitu lietadla (teda pomerovo druh nákladu k druhu lietadla) tj. hlavne pri menšom type lietadla ako ATR 72.
- B) Hmotnosti, ktorá si vyžiada použitie nakladacích mechanizmov, ktoré majú menšiu kapacitu a sú schopné pojať menšie náklady čo má za následok zmenšenie maximálnych rozmerov batožiny, ktorú je možné prepraviť.

Objemová hmotnosť

Známa ako cenová technika v komerčnej nákladnej doprave. Využíva odhadovanú váhu, ktorá sa vypočíta z dĺžky, šírky a výšky balíka. Princíp tejto váhy spočíva v tom, že keby náklady za prepravu boli počítane len na základe hrubej hmotnosti nákladu, ceny za ľahké a veľkoobjemové balíky alebo batožinu by boli nerentabilné. V súčasnosti sa objavuje trend (napr. Fedex aj UPS od roku 2015), že poplatky za prevoz budú rátane podľa väčšej z váh (teda celkovej alebo objemovej).

4.3 Batožina extrémnych rozmerov a ich schematický popis

Pri posudzovaní rozmerov batožiny a to či ich bude nakoniec možné prepraviť posudzujeme jednak samotné rozmery a hmotnosť, ale aj rozmery a hmotnosť jeho ochranného obalu. Prepravovaná batožina musí byť adekvátne zabalená v ochrannom obale pred naložením do lietadla a to buď v mäkkých látkových obaloch, ktoré významne nemenia tvar, hmotnosť ani objem nákladu. Alebo v tvrdých obaloch (flyghtbox), ktoré sa zväčša vyrábajú z hliníku a zväčšujú siluetu aj hmotnosť prepravovanej batožiny. Teda pri batožine prepravovanej v takomto pevnom puzdre budem brať ako limitné rozmery práve rozmery obalu. Letecký prevádzkovatelia, sú schopný preniesť batožinu bez ochranných obalov, avšak následne sa zbavia akejkoľvek zodpovednosti za stav zásielky po prevezení. Predmety, pre ktoré sa na trhu nevyskytujú špecifické obaly, som si cez internetovú aplikáciu firmy Thomman nechal

navrhnuť ochranné letecké obaly. Poukážem na batožinu s extrémnymi rozmermi pre leteckú dopravu, ktoré sa relatívne bežne vyskytujú v našom okolí a ktorých letecká preprava na väčšie vzdialenosti má zmysel. Uvediem modelových predstaviteľov spolu s rozmermi a ich schematickým tvarom.

4.3.1 Športové náčinie

Vybral som jednak profesionálne športové náčinie ako oštep, skokanské tyče pre športovcov cestujúcich na preteky alebo sústredenia a na druhej strane surfboardy a kajaky pre rekreačných športovcov jazdiacich na dovolenky za zábavou. V oboch prípadoch je náčinie prispôbené užívateľovi, teda vyrábané na mieru pre konkrétneho zákazníka a tým pádom má zmysel ho nosiť sebou a nesnažiť sa ho poprípade prenajať vo finálnej destinácii.

Kajak

Rozmery modelového kajaku : Wilderness Systems Pungo 120 Kayak

Dĺžka $a = 365$ cm, šírka $b = 74$ cm, výška $c = 33$ cm o hmotnosti $m = 25$ kg.

Obal na kajak

Na trhu sa nenachádzajú žiadne špecifické obaly pre kajaky. Zvyknú sa prepravovať v mäkkých, látkových obaloch odpovedajúcich rozmerov.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom kváder o rozmeroch $a = 365$ cm, $b = 74$ cm $c = 33$ cm a hmotnosťou 26kg.

Skokanské tyče

Tyč samotná je vyrábaná zo sklolaminátu alebo kombinácie sklolaminátu a uhlíkových vlákien, teda jej hmotnosť je veľmi malá a to 4-5 kg. Jej dĺžka sa pohybuje medzi 5 až 5,2 m u mužov a 4,3 až 4,5 m u žien. Neexistuje však žiadny maximálny limit dĺžky tyče.

Rozmery modelovej tyče : Mondo

Dĺžka $a = 320/520$ cm, šírka $b = 3$ cm, výška $c = 3$ cm o hmotnosti $m = 5$ kg.

Rozmery obalu : Jipast

Dĺžka $a = 600$ cm, šírka $b = 18$ cm, výška $c = 18$ cm o hmotnosti $m = 5$ kg.

Obaly predstavujú len mäkké puzdra, ktoré kopírujú tvar a veľkosť tyčí. Zvyknú byť niekoľkonásobne hrubšie ako tyče samotné, aby ich mohli pojať viac (toľko koľko ich športovec pre svoj výkon potrebuje).

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom valec o priemere $r = 18$ cm a dĺžkou $a = 600$ cm o hmotnosti $m = 50$ kg.

Oštep

Rozmery modelového oštepu: Mondo

Dĺžka $a = 270 - 280$ cm, šírka $b = 2,5$ cm, výška $c = 2,5$ cm o hmotnosti $m = 0.8$ kg.

Rozmery obalu: Vello 280/50

Dĺžka $a = 280$ cm, šírka $b = 50$ cm, výška $c = 50$ cm o hmotnosti $m = 5$ kg.

Obal opäť predstavuje len mäkké puzdro, ktoré je na svojich koncoch zosilnené aby nedošlo k prepichnutiu a kopíruje tvar a veľkosť oštepu. Pre praktickosť sa do obalu dáva zväčša 5 až 10 oštepov, teda zvyknú byť niekoľkonásobne hrubšie ako tyče samotné, aby ich mohli pojať viac.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom valec o priemer $r = 50$ cm a dĺžkou $a = 280$ cm o hmotnosti do $m = 15$ kg.

Surfovacia doska (Surfboard)

Rozmery modelového Surfboardu : Longboard

Dĺžka $a = 300$ cm, šírka $b = 60$ cm, výška $c = 5$ cm o hmotnosti $m = 15$ kg.

Rozmery obalu: Daylight Surf - Noserider Surfboard Bag

Dĺžka $a = 314$ cm, šírka $b = 71$ cm, výška $c = 10$ cm o hmotnosti $m = 5$ kg.

Obal predstavuje mäkké látkové puzdro vystlané penou, ktorá chráni dosku pred poškodením a kopíruje tvar dosky.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom, kváder o rozmeroch $a = 314$ cm, $b = 71$ cm, $c = 10$ cm o hmotnosti $m = 20$ kg.

4.3.2 Umelecké predmety

Pri umeleckých predmetoch vyberiem dvoch modelových zástupcov a to obrazy a sochy. Ich transport prebieha napr. pri výmene exponátov medzi múzeami, alebo ako napr. transport po aukcii súkromnou osobou. Jedná sa o veľmi chýlostivý náklad, často o vysokej hodnote a to nielen finančnej. Existuje tu obrovská rozmanitosť tvarov a veľkostí, preto som zvolil ako obaly pre modelový náklad zákazkové puzdra od firmy Thomann.

Obrazy

Rozmery modelového obrazu: Jarné kvety

Dĺžka $a = 170$ cm, šírka $b = 135$ cm, výška $c = 1,8$ cm o hmotnosti $m = 6$ kg.

Rozmery obalu: Profi flight case Thomann

Dĺžka $a = 175$ cm, šírka $b = 141$ cm, výška $c = 5$ cm o hmotnosti $m = 21$ kg.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom, tvar kvádra o stranách $a = 175$ cm, $b = 141$ cm, $c = 5$ cm a hmotnosti $m = 27$ kg.

Sochy

Rozmery modelovej sochy: Zrození říční víly

Dĺžka $a = 235$ cm, šírka $b = 50$ cm, výška $c = 50$ cm o hmotnosti $m = 10$ kg.

Rozmery obalu: Profi flight case Thomann

Dĺžka $a = 240$ cm, šírka $b = 53$ cm, výška $c = 53$ cm o hmotnosti $m = 41$ kg.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom, kváder o stranách $a = 240$ cm, $b = 53$ cm, $c = 53$ cm o hmotnosti $m = 51$ kg.

4.3.3 Hudobné nástroje

Preprava hudobných nástrojov je relatívne bežná. Malé hudobné nástroje ako gitary, husle alebo trubky, je povolené dokonca prenášať ako príručnú batožinu v úložných skrinkách v lietadle, ale len so súhlasom kapitána. Pri presune väčších orchestrálnych nástrojov ako violončelo, harfa alebo piano ale nastáva problém. Obmedzenie vyplýva predovšetkým z

rozmerov nákladových dverí, veľkosťou a tvaru ochranného obalu, s ktorým pri hudobných nástrojoch musíme počítať. Keďže sa jedná o krehký a chýlostivý náklad sú obaly prevažne z pevného materiálu. Niektoré spoločnosti zvyknú napríklad ponúkať možnosť vziať violončelo (v látkovom obale) do kabíny lietadla, pokiaľ si pre hudobný nástroj dokúpime sedadlo navyše. Violončelo sa pri preprave položí na sedadlo pasažiera a zabezpečí bezpečnostným pásom.

Harfa

Rozmery modelovej harfy : Salvi ARION SG

Dĺžka $a = 93$ cm, šírka $b = 45$ cm, výška $c = 178$ cm o hmotnosti $m = 37$ kg.

Rozmery obalu: Kolberg flight case harfe

Dĺžka $a = 210$ cm, šírka $b = 117$ cm, výška $c = 60$ cm o hmotnosti $m = 78$ kg, obal je vybavený kolieskami pre ľahšiu manipuláciu, čo ale znemožňuje natáčanie batožiny.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom, kváder o stranách $a = 210$ cm, $b = 117$ cm, $c = 60$ cm o hmotnosti $m = 115$ kg.

Violončelo

Rozmery modelového Violončela : Dimavery Cello 4/4

Dĺžka $a = 121$ cm, šírka $b = 47$ cm, výška $c = 20,5$ cm o hmotnosti $m = 14$ kg.

Rozmery obalu : Crossrock CRA860CEFBL ABS

Dĺžka $a = 138$ cm, šírka $b = 50$ cm, výška $c = 31$ cm o hmotnosti $m = 9,8$ kg.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom, kváder o stranách $a = 138$ cm, $b = 50$ cm, $c = 31$ cm o hmotnosti $m = 23,8$ kg.

Piano

Rozmery modelového elektrické piana : Yamaha YDP-162 C

Dĺžka $a = 136$ cm, šírka $b = 42$ cm, výška $c = 84,5$ cm o hmotnosti $m = 42$ kg.

Rozmery obalu: Profi flight case Thomann

Dĺžka $a = 139$ cm, šírka $b = 45,5$ cm, výška $c = 87$ cm o hmotnosti $m = 36$ kg, obal je vybavený kolieskami pre ľahšiu manipuláciu, čo znemožňuje natáčanie batožiny.

Schematický tvar prepravovaného nákladu

S obalom, kváder o stranách $a = 139$ cm, $b = 45,5$ cm, $c = 87$ cm o hmotnosti $m = 78$ kg.

5 Návrh počítačového programu na vyhodnotenie možnosti prepravenia a naloženia batožiny

Návrh počítačového programu (softvéru), ktorý je schopný poskytnúť riešenie problému možnosti naloženia nákladu extrémnych rozmerov do lietadla pre jednotlivé druhy lietadiel. Pre štátnych prepravcov, nízko-nákladové spoločnosti, regionálnych dopravcov a ich pozemný personál a obsluhu. Hlavne však aj pre cestujúcich, ktorý by sa dostali ľahko a rýchlo k potrebným informáciám.

Verzia programu, ktorý som vytvoril je overovacia a skúšobná, nie je pripravená na skutočnú prevádzku. Finálna verzia bude vyžadovať komplexnejšiu analýzu rôznych možností rozmerov a hmotností batožiny. Taktiež by zahrňovala širšiu ponuku lietadiel, ktorá bude odpovedať lietadlovému parku konkrétneho dopravcu.

Program vyhodnocuje možnosť naloženia na základe týchto podmienok :

- 1) Podľa údajov o hmotnosti batožiny a na základe hmotnostných limitoch daných modelových lietadiel určí, či hmotnosť predmetov nepresahuje povolené limity lietadiel.
- 2) Na základe rozmerov batožiny a otvorov nakladacích priestorov určí či predmet prejde skrz nákladové dvere lietadla.
- 3) Určí samotnú možnosť naloženia batožiny na základe jeho rozmerov v hlavných osách a porovná s tabuľkami maximálnych rozmerov batožiny (cargo-loading charts) jednotlivých nákladových priestorov lietadla.
- 4) Pokiaľ sú splnené všetky podmienky pre prepravu a batožinu je teda možné naložiť do zvoleného lietadla, program vypíše časti nákladového priestoru daného lietadla kde sa bude dať batožina naložiť.

5.1 Kostra programu

Program, ktorý som navrhol ponúkne užívateľovi na začiatku jednoduché menu, kde si môže zvoliť z výberu konkrétny typ modelovej batožiny. Tá je charakterizovaná svojou hmotnosťou a rozmermi. Okrem toho má možnosť si zvoliť ľubovoľnú batožinu, u ktorej následne zadáme požadované údaje. Ponuku programu ilustrujem na obrázku 14.

```
Zvolte pozadovany druh batoziny k preprave:
a) kajak
b) skokanska tyc
c) ostep
d) surfboard
e) obraz
f) socha
g) harfa
h) violoncelo
i) piano
j) zadat vlastne rozмеры
j
Zadajte hmotnost: 156
Zadajte dlzku: 54
Zadajte sirku: 78
Zadajte vysku: 22
```

Obr. 14 Úvodná ponuka programu pre batožinu.

Pri ďalšom kroku nám program ponúkne na výber z modelových lietadiel. Užívateľ následne zvolí typ lietadla, v ktorom by sme chceli daný predmet prepraviť. Výber ilustrujem na obrázku 15.

```
Zvolte pozadovany druh batoziny k preprave:
a) kajak
b) skokanska tyc
c) ostep
d) surfboard
e) obraz
f) socha
g) harfa
h) violoncelo
i) piano
j) zadat vlastne rozмеры
j
Zadajte hmotnost: 156
Zadajte dlzku: 54
Zadajte sirku: 78
Zadajte vysku: 22
Zvolte lietadlo:
a) Airbus
b) ATR
c) Boeing
```

Obr. 15 Voľba typu lietadla.

Po výbere lietadla nám program určí a vypíše, nákladové priestory a segmenty v danom lietadle kde by bolo možné batožinu prepraviť. Riešenie programu a výber nákladových priestorov ilustrujem na obrázku 16.

```
a) kajak
b) skokanska tyč
c) oštep
d) surfboard
e) obraz
f) socha
g) harfa
h) violoncelo
i) piano
j) zadať vlastné rozmery
j
Zadajte hmotnosť: 156
Zadajte dĺžku: 54
Zadajte šírku: 78
Zadajte výšku: 22
Zvoľte lietadlo:
a) Airbus
b) ATR
c) Boeing
a
Batožina sa vojde do nasledujúcich nákladových priestorov:
Airbus predný nákladový priestor
Airbus zadný nákladový priestor segment AFT
Airbus zadný nákladový priestor segment FWD
Press any key to continue . . .
```

Obr. 16 Výsledok riešenia problematiky pomocou programu.

6 Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do nákladových priestorov lietadiel

Na základe údajov a parametrov získaných o modelovej batožine a nákladových priestorov lietadiel, v tabuľke 17, 18 a 19 vyhodnotím možnosť naloženia batožiny pre lietadlá uvedené v poradí tabuliek a to Boeing, Airbus a ATR. Podmienky pre naloženie som uviedol v predchádzajúcich kapitolách. Pôjde teda o podmienky maximálnej prípustnej hmotnosti batožiny, či sa zmestí skrz otvor batožinového priestoru a či sa následne predmet vojde do nakladacieho priestoru. Aby bolo možné batožinu prepraviť musia byť pre každý segment priestoru zároveň splnené všetky tri podmienky a aspoň pre jeden segment nákladového priestoru lietadla.

Tabuľka 17. Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do Boeingu

Modelová batožina	Maximálna Hmotnosť	Nákladové dvere FWD	FWD Priestor	Nákladové dvere AFT	AFT Priestor	Možnosť prepravenia
Kajak	✓	✓	X	✓	X	Nie
Skok. Tyč	✓	✓	X	✓	X	Nie
Oštep	✓	✓	X	✓	X	Nie
Surfboard	✓	✓	X	✓	X	Nie
Obraz	✓	X	X	X	X	Nie
Socha	✓	✓	X	✓	X	Nie
Harfa	✓	X	X	X	X	Nie
Violončelo	✓	✓	✓	✓	✓	Áno
Piano	✓	✓	✓	X	X	Áno

Podľa výsledkov z tabuľky 17, môžeme súdiť, že Boeing 737 nie je veľmi vhodným lietadlom na prepravu tohto druhu batožiny. Obmedzenia vyplývajú jednak z relatívne malých nákladových dverí predných aj zadných a ich umiestnenia voči nákladovému priestoru.

Tabuľka 18. Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do Airbusu

Modelová batožina	Max. hmotnosť	Nákladové dvere FWD	FWD 1 Priestor	Nákladové dvere AFT	AFT 1 (FWD) priestor	AFT 2 (AFT) priestor	Možnosť prepravenia
Kajak	✓	✓	X	✓	✓	X	Áno
Skok. Tyč	✓	✓	X	✓	X	X	Nie
Oštep	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Áno
Surfboard	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Áno
Obraz	✓	X	X	X	✓	✓	Nie
Socha	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Áno
Harfa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Áno
Violončelo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Áno
Piano	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Áno

Podľa výsledkov z tabuľky 18, môžeme usúdiť, že Airbus 319 je relatívne vhodným lietadlom na prepravu batožiny extrémnych rozmerov, čo vyplýva jednak z rozmerných nákladových dverí predných aj zadných a ich umiestneniu voči nákladovému priestoru. Obmedzenie u toho lietadla predstavuje práve systém kontajnerov (ULD), ktorý značne redukuje možnosti prepravy rozmernej batožiny. Teda preprava u niektorých dopravcov by bola možná iba po predchádzajúcej dohode a s predpokladaným príplatkom.

Tabuľka 19. Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do ATR

Modelová batožina	Max. hmotnosť	Nákladové dvere FWD	FWD 1L Priestor	FWD 1R Priestor	Nákladové dvere AFT	AFT priestor	Možnosť prepravenia
Kajak	✓	✓	X	X	X	X	Nie
Skok. Tyč	✓	✓	X	X	✓	X	Nie
Oštep	✓	✓	X	X	✓	X	Nie
Surfboard	✓	✓	X	X	X	X	Nie
Obraz	✓	X	X	X	X	X	Nie
Socha	✓	✓	X	X	✓	X	Nie
Harfa	✓	✓	X	X	X	X	Nie
Violončelo	✓	✓	✓	✓	✓	X	Áno
Piano	✓	✓	✓	✓	✓	X	Áno

Podľa výsledkov z tabuľky 19, môžeme súdiť, že ATR-72 ako najmenšie z troch modelových lietadiel, bez oddeleného nákladového priestoru nie je vhodné lietadlo na prepravu tohto druhu batožiny. Je schopné pojať iba menšie predmety a to hlavne vďaka rozmerným predným nákladovým dverám a atypickému prednému (FWD) nákladovému priestoru.

7 Praktické využitie leteckou spoločnosťou

V tejto kapitole zhrniem pozitíva, ktoré program potencionálne prinesie pre leteckého dopravcu. Jednak ak by program využíval sám, prevažne ako softvér inštalovaný do počítačov v odbavovacích priečkoch. Alebo ak sa umiestni na internetové stránky dopravcu a tým sa sprístupní užívateľom, teda cestujúcim. Využitie navrhnutého programu by bolo nasledovné:

- 1) Pri primaní batožiny extrémnych rozmerov by bolo možné hneď pri odbavovacích priečkoch (check-inu) možné zistiť či svojimi rozmermi neprekračuje maximálne rozmery dverí a či teda bude vôbec batožinu možné prepraviť.
- 2) V prípade, že by program pri svojich výpočtoch narazil na medzné hranice rozmerov batožiny alebo nákladového priestoru, poskytol by možnosti kontaktu (telefónne číslo, mail) na oddelenie leteckého dopravcu, ktorý sa touto problematikou zaoberá.
- 3) Pri tomto spôsobe odbavenia by dopravca mohol získavať dopredu údaje o batožine extrémnych rozmerov. Teda či dôjde k transportu takejto batožiny, poprípade množstvo a ich rozmery. Následne pri niektorých typoch lietadiel, ako napríklad Airbus 319, ktorý využíva jednak systém kontajnerov a paliet a jednak otvorený priestor, by dopravca mohol dopredu nachystať konfiguráciu lietadla potrebnú na dopravu takejto batožiny.
- 4) Program samotný sa umiestni na internetovú stránku, kde bude prístupný samotnému užívateľovi (teda cestujúcemu), kde by si mohol sám zistiť možnosť prepravenia svojej batožiny. Potreboval by len poznať maximálne rozmery predmetu v troch hlavných osách, jeho hmotnosť a program by na základe týchto údajov určil či a poprípade v ktorom lietadle by ho bolo možné preniesť. Teda aj či spoločnosť nasadzuje daný typ lietadla do požadovanej destinácie a jeho let bude vôbec možné uskutočniť.
- 5) Uľahčenie a celkové urýchlenie nakladania batožiny do lietadla čo vedie k úspore času a finančných prostriedkov.

8 Záver

Postupne by sa dal program rozširovať o ďalšie možnosti a funkcie. Jednak by sa prispôbil aktuálnemu leteckému parku danej spoločnosti. Teda došlo by k vypracovaniu tabuliek možnosti naloženia (cargo loading charts), pre jednotlivé typy lietadiel na základe rozmerov nákladových priestorov, rozmerov dverí a či lietadlo je napríklad schopné využívať ULD alebo nie. Pre program pripravovaný pre konkrétnu spoločnosť, by sa mohla navrhnúť kalkulačka ceny za prepravu batožiny. Tá by na základe typu lietadla, hmotnosti, rozmerov a povahy nákladu (prepravu nebezpečného nákladu, zvierat) mohla spočítať výslednú cenu prepravy.

Program by mohlo byť rozšírený do komplexnejšej podoby, kde by sa k nemu pridalo grafické rozhranie s vyobrazeným modelovým priestorom, konkrétneho lietadla. Užívateľ (v tomto prípade už nie samotný cestujúci, ale napr. pracovník za odbavovacou priehradkou), by videl aktuálny stav naloženia lietadla a mohol by teda na základe výstupov z programu už dopredu určiť či bude batožinu možné prepraviť a umiestniť ju do čo najvhodnejšej polohy v nákladovom priestore lietadla. Pre cestujúcich by bol naopak dostačujúci iba jednoduchý výstup, kde by program určil či bude možné batožinu prepraviť a v sporných situáciách by poskytol odkaz na kontakty s oddelením dopravnej spoločnosti, ktorá sa danou problematikou zaoberá. V tomto prípade by sa program ideálne rozšíril na podobu mobilnej aplikácie, aby sa čo najviac priblížil zákazníkom dopravnej spoločnosti.

Výsledok mojej práce ukázal, že preprava batožiny extrémnych rozmerov vyžaduje prípravu s časovým predstihom, ako na strane cestujúceho tak aj na strane prepravcu. Preto by bolo napríklad vhodné doplniť zmluvy s cestovnými kancelárkami poprípade internetové portály ponúkajúce letenky, textami o podrobnom obmedzení typov a rozmerov batožiny. Poskytnúť odkazy na internetové stránky dopravcov ponúkajúce softvér na riešenie možnosti prepravy batožiny, alebo priamo jednoduchú aplikáciu na stiahnutie do mobilného telefónu. Dať cestujúcemu možnosť overiť si, či je jeho batožinu možné prepraviť a pokiaľ nie tak uviesť kontakty, kde by mohol cestujúci dopravu a naloženie svojej batožiny vyriešiť.

Verím, že poznatky a navrhnuté riešenia z tejto práce by mohli byť použité v ďalšej práci, ktorá by nadviazala na problematiku dopravy batožiny extrémnych rozmerov.

9 Použitá literatura

1) *A 319 aircraft characteristics airport and maintenance planning* (online) 2016. Dostupné z WWW: <https://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/tech_data/AC/Airbus-AC_A319_01_May_2015.pdf>

2) *737 airplane characteristics for airport planning* (online) 2016. Dostupné z WWW: <http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/737.pdf>

3) *BEA Rapport incident survenu le 2 mai 2009 sur l'aérodrome de Manihi à l'ATR 72-212 immatriculé F-OIQR exploité par Air Tahiti* (online) 2016. Dostupné z WWW: <<https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2009/f-qr090502/pdf/f-qr090502.pdf>>

4) *SAS Cargo manual* (online) 2016. Dostupné z WWW: <<http://www.sascargo.com/~media/Stationfile/Referencedocs/Loading/ATR72-600%2014jun16.ashx?la=en>>

5) *České aerolinie Cargo* (online) 2016. Dostupné z WWW: <<http://www.csacargo.cz/>>

6) *Air France cargo* (online) 2016. Dostupné z WWW: <https://afklcargo.com/DK/en/common/about_us/boeing.jsp>

7) *ANA Cargo dimensions guide* (online) 2016. Dostupné z WWW: <http://www.anacargo.jp/ja/int/catalog/pdf/ana_dimension_guide.pdf>

8) *United Cargo* (online) 2016. Dostupné z WWW: <<http://www.unitedcargo.com/shipping/productsAndShipping.jsp?name=Aircraft&type=ShippingGuide>>

9) *Aircraft & ULDs SAS cargo* (online) 2016. Dostupné z WWW: <http://www.sascargo.com/sascargo/~media/Files/Pdf/ULDs/SAS_ULD_2008_v07.ashx>

10 Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 1.	Umiestnenie nákladového priestoru lietadla Boeing
Obrázok 2.	Rez nákladového priestoru
Obrázok 3.	Ilustrácia prednej časti (FWD) nákladového priestoru
Obrázok 4.	Ilustrácia zadnej časti (AFT) nákladového priestoru
Obrázok 5.	Umiestnenie nákladových priestorov a dverí u Airbusu
Obrázok 6.	Základné rozmery nákladových priestorov u Airbusu
Obrázok 7.	Rez prednej (FWD) časti nákladového priestoru s ilustráciou a rozmermi dverí
Obrázok 8.	8 Rez zadnej (AFT) časti nákladového priestoru s ilustráciou a rozmermi dverí
Obrázok 9.	Umiestnenia nákladových priestorov a dverí v ATR-72 500
Obrázok 10.	Schématické zobrazenie predného nakladacieho priestoru FWD 1 L R
Obrázok 11.	Schématické zobrazenie zadného nakladacieho priestoru AFT 3 a 4
Obrázok 12.	Štandardizovaný kontajner AKH pre Airbus A319
Obrázok 13.	Štandardizovaná paleta PKC pre Airbus A319
Obrázok 14.	Úvodná ponuka programu pre batožinu
Obrázok 15.	Voľba typu lietadla
Obrázok 16.	Výsledok riešenia problematiky pomocou programu

11 Zoznam použitých tabuliek

Tabuľka 1.	Charakteristika a rozmery nákladového priestoru
Tabuľka 2.	Rozmery nákladových dverí a otvorov
Tabuľka 3.	Maximálne rozmery batožiny pre FWD časť priestoru
Tabuľka 4.	Maximálne rozmery batožiny pre AFT časť priestoru
Tabuľka 5.	Charakteristika a rozmery nákladových priestorov
Tabuľka 6.	Rozmery nákladových dverí a otvorov
Tabuľka 7.	Rozmery batožiny pre FWD časť priestoru, segment 1
Tabuľka 8.	Rozmery batožiny pre AFT časť priestoru, segment 4
Tabuľka 9.	Rozmery batožiny pre AFT časť priestoru, segment 5
Tabuľka 10.	Charakteristika a rozmery nákladových priestorov
Tabuľka 11.	Rozmery nákladových dverí a otvorov
Tabuľka 12.	Rozmery batožiny pre FWD 1L časť priestoru
Tabuľka 13.	Rozmery batožiny pre FWD 1R časť priestoru
Tabuľka 14.	Rozmery batožiny pre AFT časť priestoru
Tabuľka 15.	Charakteristika kontajneru AKH
Tabuľka 16.	Charakteristika palety PKC
Tabuľka 17.	Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do Boeingu
Tabuľka 18.	Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do Airbusu
Tabuľka 19.	Vyhodnotenie možnosti naloženia batožiny do ATR

12 Zoznam príloh

- 1) CD, Program na určenie možnosti prepravy batožiny extrémnych rozmerov