

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra fyziky



Bakalářská práce

Letecká nákladní doprava

Lucie Rosypalová

© 2021 ČZU v Praze

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Lucie Rosypalová
Studijní program: Zemědělské inženýrství
Obor: Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu
Vedoucí práce: RNDr. Jan Sedláček, Ph.D.
Garantující pracoviště: Katedra fyziky
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Letecká nákladní doprava**

Název anglicky: **Air freight transport**

Cíle práce: Z dostupné literatury popsat fyzikální principy letecké nákladní dopravy, charakterizovat tento typ dopravy, porovnat s ostatními typy nákladní dopravy z hlediska soukromých a společenských nákladů a z hlediska soukromých a společenských přínosů. Uvést rovněž ekonomické a ekologické zhodnocení.

Metodika: Na základě studia dostupných materiálů vypracovat bakalářskou práci dle předložené osnovy. Předpokládá se řešeršní práce bez vlastních experimentů.

Doporučený rozsah práce: 25 – 30 stran

Klíčová slova: Nákladní doprava, letecká doprava, soukromé a společenské náklady, soukromé a společenské přínosy, ekonomické zhodnocení, ekologické zhodnocení.

Doporučené zdroje informací:

1. HALLIDAY, D. -- OBDRŽÁLEK, J. -- RESNICK, R. -- WALKER, J. -- VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Brno: Vutium, 2000. ISBN 80-214-1869-9.
2. HALPERN, A.: 3000 Solved Problems in Physics. McGraw-Hill, New York, 1988, 751 pp. ISBN 0-07-025734-5
3. JARDINE, J.: Physics through Applications. Oxford University Press, Oxford, 1991, 247 pp. ISBN 0-19-914280-7
4. MECHLOVÁ, E. -- KOŠTÁL, K. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz*. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-151-5.

Předběžný termín obhajoby: 2020/2021 LS – TF

Elektronicky schváleno: 19. 2. 2019

Prof. Ing. Martin Libra, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 14. 3. 2019

Doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Nákladní letecká doprava“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 5. 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu RNDr. Janu Sedláčkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

Letecká nákladní doprava

Letecká nákladní doprava

Abstrakt

Bakalářská práce se věnuje tématu letecké nákladní dopravy. V úvodní části se zabývá popisem fyzikálních principů aerodynamiky, dále zahrnuje všeobecnou charakteristiku letecké dopravy a zaměřuje se na kategorie letadel a druhy motorů. Práce se také zabývá popisem jednotlivých typů přepravy a jejími požadavky a podmínkami stanovení ceny za přepravu nákladu, leteckou poštou, nákladním prostorem letadla a porovnáním velkokapacitních nákladních letounů, včetně jejich technických údajů. Další část obsahuje porovnání letecké nákladní dopravy s jinými druhy nákladní dopravy, s přihlédnutím k jejich soukromým a společenským přínosům a soukromým a společenským nákladům. Poslední část se věnuje ekonomické a enviromentální oblasti spojené s provozem letectví.

Klíčová slova:

Nákladní doprava, letecká doprava, letecká přeprava, dopravci, soukromé a společenské náklady, soukromé a společenské přínosy, ekonomické zhodnocení, ekologické zhodnocení

Air freight transport

Abstract

This Bachelor thesis deals with the topic of air freight transport. The introductory part provides a description of the physical principles of aerodynamics, and it also describes the general characteristics of air transport, focusing on the categories of aircraft and types of engines. The thesis also provides a description of individual types of transport and their requirements and conditions for determining the price for cargo transport, air mail and aircraft cargo space, and a comparison of large-capacity cargo aircraft, including their technical data. The next part contains a comparison of air freight with other modes of freight, taking into account their private and social benefits and private and social costs. The final part deals with the economic and environmental areas associated with the operation of aviation.

Keywords

Freight transport, air transport, air freight, carriers, private and social costs, private and social benefits, economic evaluation, ecological evaluation.

Obsah

Úvod	1
1. Aerodynamika letadel	2
1.1 Základní pojmy	2
1.2 Proudění	3
1.3 Obtékání profilu křídla.....	6
1.4 Základy aerodynamiky vrtule	9
1.5 Vzlet a přistání letadla	10
2 Mezinárodní letecké organizace a sdružení a jejich základní principy a regulace	13
3 Charakteristika letecké nákladní dopravy a nákladních letadel	14
3.1 Kategorie letadel	14
3.2 Druhy letadlových motorů	16
3.3 Druhy letecké přepravy	17
3.4 Nákladní letecká doprava.....	18
3.5 Nákladní prostor letadla	20
3.5.1 Požadavky na přepravu nákladu.....	21
3.5.2 Letecké přepravní jednotky (ULD).....	21
3.6 Forma poskytování služeb při přepravě nákladu:	23
3.7 Letecká pošta	23
3.8 Dokumenty nákladní přepravy.....	24
3.9 Nákladní letadla	24
4 Soukromé a společenské přínosy a náklady jednotlivých druhů nákladní dopravy	35
4.1 Letecká nákladní doprava	36
4.2 Silniční nákladní doprava	37
4.3 Vodní nákladní doprava.....	37
4.4 Železniční nákladní doprava	38
5 Ekonomické zhodnocení	39
5.1 Ceny v letecké přepravě nákladu	39
5.1.1 Cena.....	39

5.1.2 Cena u přepravy pošty	40
5.2 Krize v letecké dopravě	40
5.3 Přestavba letounů	41
5.4 Nákladní letecká doprava a mezinárodní obchod	42
6. Ekologické zhodnocení	44
6.1 Systém pro ochranu životního prostředí	44
6.2 Emise	45
6.3 Kondenzační čáry	46
6.4 Znečištění hlukem	49
6.5 Znečištění provozními kapalinami	50
6.6 Ekologické hodnocení letadel, tzv. „ekoznačka“	50
6.7 Celková emisní situace ve světě	50
Závěr	52
Seznam obrázků	53
Seznam grafů	55
Seznam tabulek	56
Seznam použitých zdrojů	57
Přílohy	66

Úvod

Bakalářská práce se věnuje tématu letecké nákladní dopravy. V úvodní části se zabývá popisem fyzikálních principů aerodynamiky, dále zahrnuje všeobecnou charakteristiku letecké dopravy a zaměřuje se na kategorie letadel a druhy motorů. Práce seznamuje s jednotlivými typy přepravy, jejími požadavky a podmínkami stanovení cen za přepravu nákladu, dále zahrnuje téma letecké pošty, nákladního prostoru letadla a porovnání velkokapacitních nákladních letounů, včetně jejich technických údajů. Další část obsahuje porovnání letecké nákladní dopravy s jinými druhy nákladní dopravy, s přihlédnutím k jejich soukromým a společenským přínosům a soukromým a společenským nákladům. Poslední část je věnována ekonomické a enviromentální oblasti spojené s provozem letectví.

Cílem bakalářské práce je seznámit s vývojem v letecké nákladní dopravě. Letecká doprava za posledních sto let prošla velmi dynamickým vývojem, od prvních letadel až po letadla současné doby s přihlédnutím k rozvoji letišť a nabízeným službám souvisejícím s provozem letectví, to vše je důvodem, proč jsem si toto zajímavé téma zvolila.

1. Aerodynamika letadel

Aerodynamika se zařazuje do části fyziky s názvem mechanika tekutin. Zabývá se vlastnostmi tekutin a působením aerodynamických sil na tělesa.

1.1 Základní pojmy

Aerodynamika se dělí na: 1) aerodynamiku nízkých rychlostí do 600 km/h;

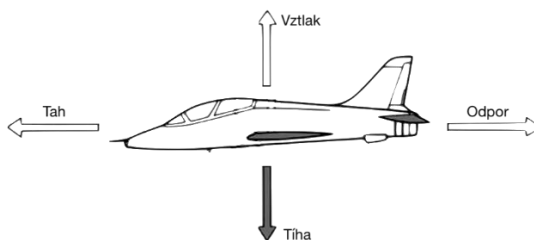
2) aerodynamiku vysokých rychlostí nad 600 km/h. [1]

Jednou ze základních vlastností letadla je říditelnost. Umožňuje pilotovi přecházet z jednoho režimu letu do druhého a měnit tak parametry letu dle vlastní vůle. [1]

Říditelnost se dělí na:

1. ovladatelnost – přecházení z jednoho režimu letu do druhého;
2. obratnost – schopnost letadla co nejrychleji provádět přesně zadané obraty;
3. vyvažitelnost – definuje se jako eliminace omezujících sil na řídicích;
4. tíživost – je přírůstek řídicí síly vzhledem k vyváženému stavu, např. vysunutí podvozku, výchylky vztlakových klapek, změna režimu pohonné jednotky. [1]

Důvodem, proč letadlo létá, jsou čtyři hlavní síly, které na něj působí. Jsou jimi vztlak, tíha, tah a aerodynamický odpor (obr. 1). [2]



Obrázek 1 - Čtyři hlavní síly působící na letadlo [3]

Letadlo nadnáší rozdíl mezi tlakem vzduchu pod a nad křídlem, tato síla je nazývána vztlak. Vztlak musí překonat tíhu, aby mohlo letadlo vzlít. Tah představuje sílu, která pohání letoun vpřed. Obvykle jsou činiteli této síly motor a vrtule, které musí překonat odpor vzduchu, působící při pohybu letadla. Pokud letoun letí rovně konstantní rychlostí a výškou, jsou tyto čtyři síly v rovnováze. Vztlak se rovná tíze, tyto mají vůči sobě opačný směr a tah se rovná odporu, také mají vzájemně mezi sebou opačný směr. [2]

Neméně významným pojmem v aerodynamice je rychlost. Rychlost zvuku představuje hodnotu 340 m/s při standardní teplotě 15 °C. Pokud letadlo tuto hodnotu překoná, říkáme tomu nadzvuková rychlost. V technické praxi se využívá tzv. Machovo číslo, což je poměr rychlosti tělesa V a rychlosti zvuku a v tomto prostředí, tj. 340 m/s. [1]

$$M = \frac{V}{a}$$

Machovo číslo je bezrozměrná hodnota a vyjadřuje vliv stlačitelnosti vzduchu. Pokud je hodnota menší než jedna, jedná se o podzvukovou rychlost, a je-li větší než jedna, jedná se o nadzvukovou rychlost. Nadzvuková rychlost provádí tzv. aerodynamický třesk, který je slyšitelný jako mohutné prásknutí zvukových vln. [1]

1.2 Proudění

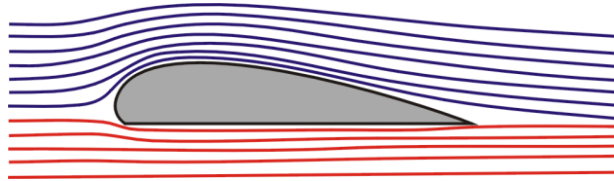
Proudění se v mechanice tekutin týká kapalin a plynů. Základní rozdíl mezi kapalinou a plynem je, že kapalina je nestlačitelná a plyn je stlačitelný, což vede ke složitějším výpočtům v aerodynamice letadel. [4] Dalším pojmem v oblasti proudění je proudnice. Ta je definována jako trajektorie, po které se pohybuje malá část tekutiny, jež nazýváme částicí tekutiny. Za předpokladu, že se částice pohybuje, může měnit směr i velikost rychlosti. Vektor rychlosti částice je vždy tečnou k proudnici. [5]

Základní rozdělení proudění:

a) Laminární proudění

- je soustava vzájemně rovnoběžných proudnic, které se neproplétají (obr. 2);

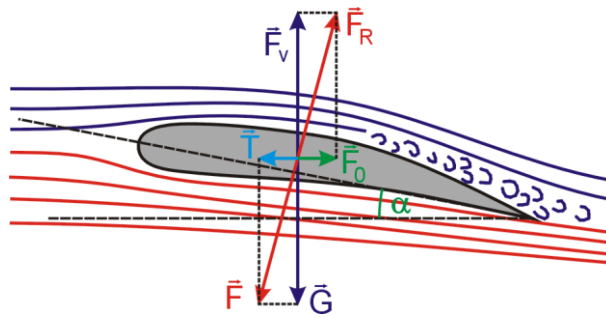
- vzniká při malých rychlostech. [6]



Obrázek 2 - Laminární proudění [7]

b) Turbulentní proudění

- je soustava prolétajících se proudnic, jejímž následkem vznikají turbulentní víry (obr. 3);
- vzniká při velkých rychlostech a vychýlením profilu křídla o úhel α . [6]



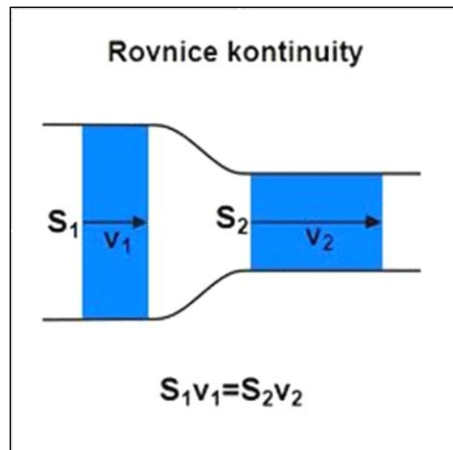
Obrázek 3 - Turbulentní proudění [7]

Proudění kapalin a plynů definují především dvě základní rovnice:

a) Rovnice kontinuity (obr. 4):

- rovnice vychází z předpokladu, že při proudění musí být zachována hmotnost tekutiny v širším průřezu S_1 i v užším průřezu S_2 ;
- vyjadřuje vztah mezi rychlostí proudění a obsahem uzavřené trubice;

- zmenšujícím se průřezem narůstá rychlost proudění, zvětšujícím se průřezem tak rychlost klesá;
- průtok je v obou průřezech konstantní. [8]

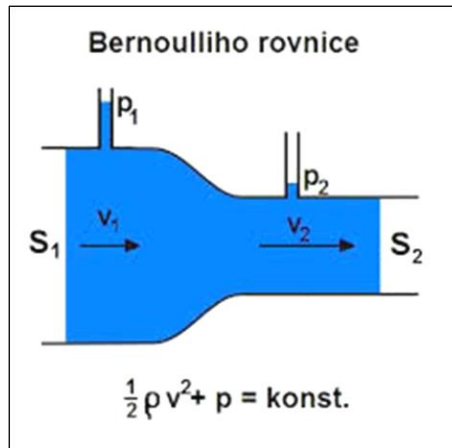


Obrázek 4 - Rovnice kontinuity [9]

b) Bernoulliho rovnice (obr. 5):

- z rovnice vyplývá, že při větším průřezu má tekutina větší statický tlak p_1 a menší rychlost, naopak u menšího průřezu má tekutina menší statický tlak p_2 a větší rychlost; [10]
- důsledkem této rovnice je fakt, že při velkém zúžení trubice rychlost tekutiny značně vzroste a tlak klesne pod hodnotu atmosférického tlaku, vzniká tím podtlak a do manometrické trubice je nasáván vzduch, tento jev je nazýván hydrodynamickým paradoxem, má řadu využití v praxi (rozprašovače, natěračské stříkací pistole, karburátor); [11] [10]
- Bernoulliho rovnice má dvě složky – statický a dynamický tlak (obr. 6). [12]

Bernoulliho rovnice:
$$\frac{1}{2} \rho v_2^2 + p_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 + p_1$$



Obrázek 5 - Bernoulliho rovnice [13]

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + p = \text{konst.}$$

↓
↘
dynamický tlak
statický tlak

Obrázek 6 - Dvě hlavní složky Bernoulliho rovnice [12]

1.3 Obtékání profilu křídla

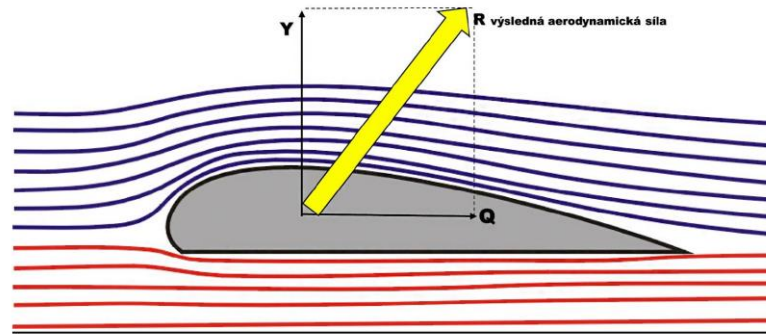
Profil křídla se navrhuje tak, aby vztlak dosahoval velké hodnoty a odpor hodnoty nízké. Tento stav se ovšem dosahuje za podmínek vyšších rychlostí. Třecí síly jsou u profilů křídel nežádoucí proto, aby byly jejich hodnoty co nejmenší, musí být profily křídel velmi hladké. [14]

Pro létající, ale i nelétající tělesa je důležité tzv. Reynoldsovo číslo, což je bezrozměrný údaj, který vyjadřuje vztah mezi setrvačnými silami a viskozitou. Čím vyšší číslo je, tím nižší je vliv třecích sil na celkový odpor. [15]

Pro profil křídla platí vztah:

$$Re = v \times l \times \frac{1}{\nu},$$

příčměž l je hloubka profilu, v je rychlost letu a ρ je kinematická viskozita vzduchu. [16] Viskozita vyjadřuje, do jaké míry se tekutina brání tečení. Při viskózním proudění se kinetická energie přeměňuje na teplo. [5]



Obrázek 7 - Síly působící na křídlo [17]

Na obr. 7 je znázorněn profil křídla a jednotlivé síly, které na něj působí. Písmeno Y znázorňuje vztlakovou sílu a písmeno Q odporovou sílu. Vektorový součet sil R představuje výslednou aerodynamickou sílu. [17]

Pro výpočet vztlakové síly Y platí vztah:

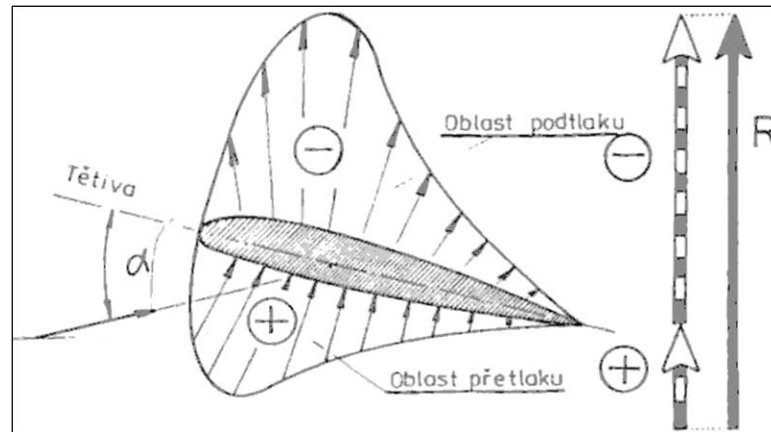
$$Y = C_y \times \frac{\rho \cdot V^2}{2} \times S,$$

C_y součinitel vztlaku

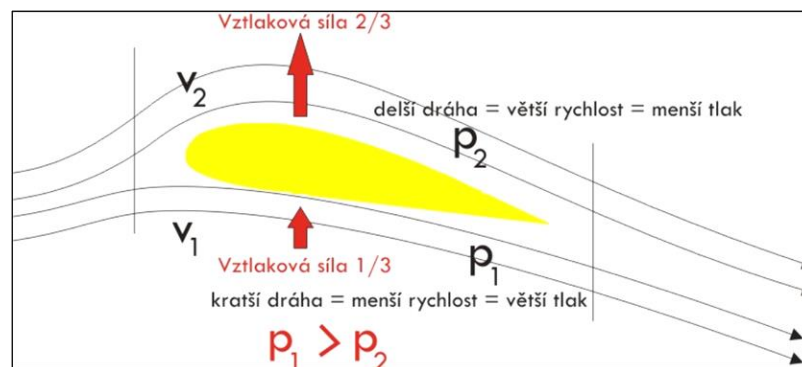
S vztažná plocha

V rychlost letu

ρ měrná hustota vzduchu [18]



Obrázek 8 - Oblast působení přetlaku a podtlaku [19]



Obrázek 9 - Poměr vztlakových sil působících na křídlo [20]

Vysvětlení, proč letadla mohou létat, ukazují obr. 8 a 9. Při vychýlení křídla o úhel α se na horní straně křídla proudnice zužují a vzduch proudí vyšší rychlostí. Na daném místě tak působí menší statický tlak (podtlak – tlak nižší než atmosférický tlak). Na dolní straně křídla proudí vzduch menší rychlostí, zde však působí větší statický tlak (přetlak – tlak vyšší než atmosférický tlak). [19] [5] Vztlaková síla na dolní straně křídla představuje jen jednu třetinu celkové vztlakové síly. Horní strana křídla se zhruba dvěma třetinami celkové vztlakové síly podílí na skutečnosti, že se letadlo drží ve vzduchu, a je doslova nasávána do vzduchu, což je hlavní důvod, proč na této straně nejsou namontovány motory a střelné zbraně. [19]

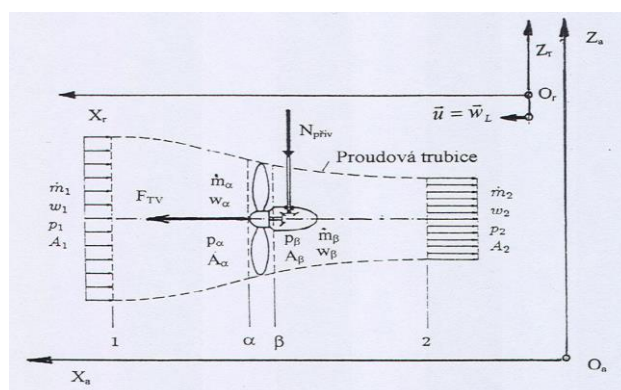
Fyzikální vysvětlení uvedených jevů vyjadřuje částečně Bernoulliho rovnice (obr. 5). Při vyšší rychlosti klesá statický tlak, naopak při klesající rychlosti statický tlak stoupá, to vyústí v sílu dynamického vztlaku. Vyjádření pomocí Bernoulliho rovnice není zcela dostačující a platí pouze pro vodorovné proudění vzduchu. [21]

Vysvětlení se nabízí třetím Newtonovým zákonem – zákonem akce a reakce. Křídlo letadla, které je v pohybu, odklání část vzduchu směrem dolů. Naklonění křídla o úhel α působí na vzduch určitou silou a stejně velká síla vzduchu působí opačným směrem na dolní stranu křídla. [21]

V případě horní části křídla se obtékání vzduchu vysvětluje tzv. Coandovým efektem. Proudící vzduch kvůli viskozitě strhává molekuly vzduchu a obepíná silně zakřivený povrch křídla. [22] Vytváří se podtlak a vzduch se snaží povrch křídla sledovat, což vysvětluje rozdílnou rychlost proudícího vzduchu nad i pod křídlem letadla. [21]

1.4 Základy aerodynamiky vrtule

Letadlové vrtule a k nim připojená pohonná jednotka slouží k tomu, aby letadlo bylo poháněno vpřed. Princip vrtule spočívá v tom, že vrtule při roztočení kolem své osy dodává tah ve směru letu zrychlováním vzduchu, který prochází jejím diskem. Vzduch utvoří proudovou trubici a její průřez se mění v závislosti na rychlosti proudícího vzduchu (obr. 10). [18]



Obrázek 10 - Princip proudové trubice [23]

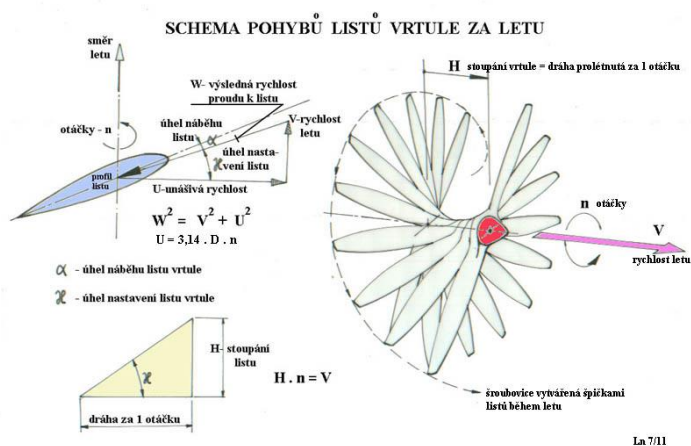
Pro výpočet tahu vrtule platí vztah:

$$P = m \times 2 \times \Delta V,$$

kde m je hmota vzduchu, která projde diskem za jednu sekundu a $2 \times \Delta V$ je celková změna rychlosti proudu v proudové trubici. [18]

V bezprostředním okolí otáčející se vrtule dochází ke změnám tlaku a vzniká tak nežádoucí odpor. Další vzniklou složkou na vrtuli je i vztlak vzhledem ke speciálnímu tvaru lopatek. Vzniklý odpor je poté překonán kroutícím momentem motoru. U letadel se využívají dvoulisté a také vícelisté vrtule s vyšší účinností. [18]

Nejdůležitějšími parametry vrtule jsou její průměr a stoupání (obr. 11). Stoupání je dráha vrtule za jednu otáčku kolem své osy. [24]



Obrázek 11 - Pohyb listů vrtule za letu [25]

Průměr a stoupání vrtule musí být přizpůsoben výkonu motoru, v opačném případě to může způsobovat různé technické problémy. Velký průměr zatěžuje motor velkým momentem a klesá životnost motoru. U malého průměru vrtule otáčky stoupají, ale tah se nezvyšuje. Malé stoupání zapříčiňuje zvyšování otáček a následné přehřívání motoru. Při velkém stoupání otáčky klesají, výrazně klesá i tah. [24]

Vrtule je spojena s pohonným motorem přes hřídel nebo reduktor. V letectví se používají různé druhy pohonů na základě konstrukce letadel a jejich ekonomického využití. [26]

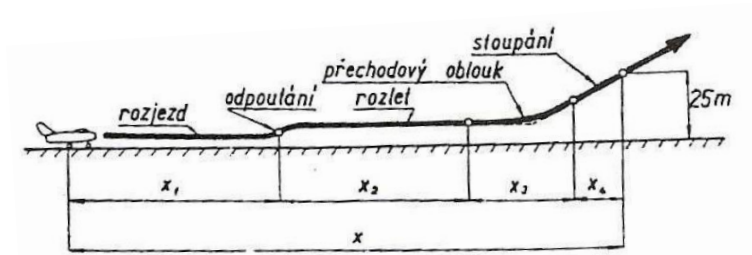
1.5 Vzlet a přistání letadla

Průběh vzletu

Vzlet se dělí na čtyři fáze (obr. 12):

1. rozjezd – letadlo se rozjíždí po zemi a snaží se získat rychlost odpoutání V_{od} ;

2. rozlet – letadlo je těsně nad zemí a zrychluje na rychlost, při které stoupá;
3. přechodový oblouk – letadlo přechází do stoupání, během kterého se rychlost prakticky nemění (nejnebezpečnější fáze vzletu);
4. stoupání – letadlo přechází v přímočarý ustálený let. [18]



Obrázek 12 - Průběh vzletu letadla [18]

Vzorec pro výpočet rychlosti odpoutání (větší o 10-15 % než rychlost minimální):

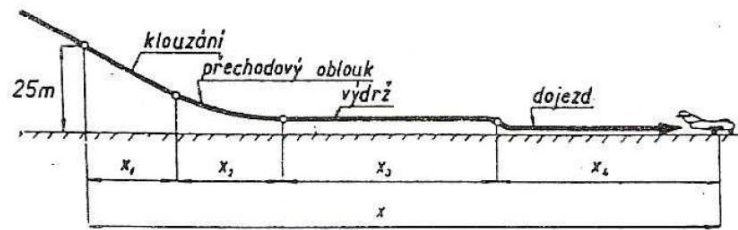
$$V_{od} = (1,1 \div 1,15)V_{min} = (1,1 \div 1,15) \sqrt{\frac{2G}{\rho \times S \times C_{y_{max}}}},$$

kde G je tíhová síla, ρ je měrná hustota vzduchu, S je plocha křídla a $C_{y_{max}}$ je maximální součinitel vzlaku. [18]

Průběh přistání

Přistání se dělí opět na čtyři fáze (obr. 13):

1. klouzání – je ustálený přímočarý let s motorem ve volnoběhu;
2. přechodový oblouk – letadlo přechází neustáleně do vodorovného letu a zpomaluje;
3. výdrž – letadlo zpomaluje na přistávací rychlost $V_{přist}$ a vykonává přímočarý zpomalený let těsně nad zemí;
4. dojezd – rychlost letadla po zemi klesne z přistávací rychlosti až na nulu. [18]



Obrázek 13 - Průběh přistání letadla [18]

Vzorec pro výpočet přistávací rychlosti: [18]

$$V_{přist} = \sqrt{\frac{2G}{\rho \times S \times 0,9 \times C_{y_{max}}}}$$

2 Mezinárodní letecké organizace a sdružení a jejich základní principy a regulace

Letecké organizace a sdružení byly založeny za účelem zajištění koordinace a spolupráce v mezinárodní oblasti. Mezi **letecké organizace**, které vznikly na mezinárodní úrovni řadíme:

- **ICAO** (International Civil Aviation Organisation) – Mezinárodní organizace v civilním letectví;
- **ECAC** (European Civil Aviation Conference) – Evropská konference civilního letectví. Zaměřuje se na mezivládní spolupráci a uplatňování politiky mezi členskými státy v oblasti civilního letectví. Organizace má snahu o porozumění v severoatlantické, africké, arabské oblasti a v ICAO. Dbá na rozvoj v evropské letecké dopravě;
- **JAA** (Joint Aviation Authorities) – Sdružené letecké úřady;
- **IATA** (International Air Transport Association) – Mezinárodní sdružení leteckých dopravců. Je to nevládní organizace provozující pravidelnou mezinárodní dopravu. Sdružuje přes dvě stovky leteckých společností a podílí se na zajišťování cca 80 % pravidelné celosvětové přepravy na světě;
- **AEA** (Association of European Airlines) - Regionální sdružení leteckých dopravců;
- **SITA** (Société Internationale de Telecommunication Aeronautique) – Mezinárodní sdružení pro letecké komunikace;
- **Eurocontrol** – Evropská organizace pro spolupráci v oblasti řízení leteckého provozu. Cílem je sjednotit celoevropský systém řízení letového provozu. Řídí poskytování navigačních služeb členskými státy, cílem je zvýšit bezpečnost a kapacitu evropského vzdušného prostoru a současně vybírá přeletové a přiblížovací poplatky;
- **ASECNA** (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et a Madagascar) – Organizace sdružující několik afrických států a Francii. Poskytuje přesně určené služby související s řízením letového provozu na letištích a ve vzdušném

prostoru členských států mimo Francie. Organizace zajišťuje výcvik profesionálů v letecké dopravě a financuje rozvoj infrastruktury. [27]

3 Charakteristika letecké nákladní dopravy a nákladních letadel

Letecká doprava je nejmladším druhem dopravy. Za posledních sto let došlo v letecké dopravě k velkému rozvoji. Letecká doprava má vliv na ekonomiku a obyvatelstvo celého světa. Za poslední desetiletí došlo v pohybu letadel k několikanásobnému nárůstu. Nejdůležitějším objektem letecké dopravy je samotné letadlo, které slouží k přepravě osob a nákladu. [27]

Letadla se dělí do několika kategorií, jako i jejich pohony, které jsou čím dál výkonnější a technicky propracovanější oproti minulosti. [27]

3.1 Kategorie letadel

Letadla **dělíme podle několika kategorií**, např. podle velikosti, podle šířky trupu letadel, podle rychlosti letu, podle užitečného zatížení, typu trati, počtu motorů a podle druhu pohonu. [27]

Podle velikosti

- malá;
- střední;
- velkokapacitní. [27]

Podle šířky trupu

- letadla s klasickým průměrem trupu, tzv. úzkotrupá se uplatňují na regionálních a střednětraťových letech;
- letadla širokotrupá, neboli velkokapacitní, se uplatňují na středních a dálkových tratích. [27]

Podle rychlosti letu

- letadla podzvuková – všechna dnes používaná dopravní letadla;
- letadla nadzvuková – pracuje se na této kategorii v oblasti obchodních letounů. [27]

Podle typu užitečného zatížení

- osobní – pro přepravu cestujících, ačkoliv v zavazadlových prostorech je možnost převážet náklad;
- nákladní – odvozená či přestavěná z osobních letadel nebo určená přímo pro přepravu nákladů, původně pro vojenské účely, zvaná transportní;
- smíšená – osobní s rozšířeným prostorem pro přepravu nákladů, což omezuje prostor pro cestující. [27]

Podle typu trati

- letadla regionální – pro krátké tratě, tzn. s doletem do 2 000 km;
- letadla pro střední tratě, s doletem do cca 4 500 km;
- dálková letadla s doletem od 9 000 do 13 000 km, někdy až 18 000 km. [27]

Podle počtu motorů

- Dvou až čtyřmotorové. [27]

Letadla podle typu pohonu

Použitý druh motoru u letadel zásadně ovlivňuje jeho konstrukci, možnosti a provozní vlastnosti.

Základní dělení je na:

- pístové motory;
- proudové motory. [27]

3.2 Druhy letadlových motorů

Pístové motory

Vrtule je nositelem tažné síly a je poháněna spalovacím pístovým motorem. V principu se pístový motor neliší od motorů používaných v automobilech. Pístové motory jsou vesměs benzínové. Konstrukteři mají snahu docílit u motorů co nejnižší hmotnosti. [27]

Proudové motory

Proudový motor funguje na principu Newtonova zákona akce a reakce, funguje na bázi kontinuálního proudu vzduchu a posléze spalin, které vychází ven z motoru a vytváří tah. [27]

Proudové motory členíme na:

- **turbokompresorové** jsou jednoproudové motory. Jedná se o nejjednodušší motor z pohledu konstrukce a současně je to nejstarší typ turbínového proudového motoru;
- **turbovrtulové** motory mají v podstatě nižší spotřebu paliva než jednoproudové motory. Motor má omezení zejména v rychlosti, tzn. schopnost vrtule má omezení z hlediska převodu výkonu motoru na tah;
- **turbodmychadlové** jsou dvouproudové motory. Kombinují výhody a principy jednoproudových a turbovrtulových motorů v oblasti vyšších rychlostí a ekonomičnosti ve spotřebě paliva;
- **propfan** je hybrid mezi tryskovým a turbovrtulovým motorem. Výhodou jsou rychlosti až do 900 km/h a vykazuje spotřebu paliva o 30 až 35 % nižší ve srovnání s dvouproudovými motory. Nevýhodou je vysoká hlučnost, která neplní platné hlukové normy;

- **turmodmychadlový motor s protiběžným dmychadlem** je hybrid mezi propfanem a turbodmychalovým motorem. Usměrněním proudu vzduchu kolem dmychadel je eliminován vnější hluk oproti propfanu. Nižší spotřeba paliva o 10 až 15 % ve srovnání s turbodmychadlovým motorem. [27]

3.3 Druhy letecké přepravy

Podle charakteru letecké dopravy rozlišujeme dva typy přepravy, pravidelnou a nepravidelnou (zvanou charterovou). [27]

Typy letecké přepravy:

1. pravidelná přeprava

Pravidelná přeprava je řízena letovým řádem a jízdné je stanoveno tarifem koordinovaným v rámci IATA, případně se tarify stanovují leteckými společnostmi. Provozují ji např. společnosti ČSA, KLM, British Airways. [27]

2. nepravidelná přeprava, tzv. charterová přeprava

Nepravidelná letecká přeprava je zajištěna přímou objednávkou s objednavatelem v časech a tratích předem dohodnutých. Charterovou dopravu provozuje např. společnost Condor. Většinou se pronajímá celá kapacita letadlového prostoru. Cena charterové přepravy je určena skutečnými náklady a současnou tržní situací, která je součástí dohody letecké společnosti se zákazníkem. Provozní předpisy jsou stejné, jako u přepravy pravidelné. [27]

3. osobní přeprava

Přepravuje především cestující a náklad, zboží a poštu jen doplňkově. [27]

4. cargo dopravci

Jsou společnosti, které přepravují pouze zboží nebo poštu na objednání – charterovou přepravou (Lufthansa, Cargo, Maersk). [27]

V souvislosti s rozdělením dle charakteru letecké přepravy jsou letecké společnosti členěny do skupin:

1. společnosti podle rozsahu sítě:

- **regionální dopravci** – většinou nabízejí služby z jednoho většího místa do menších destinací daného regionu (např. Tyrolean Airlines, Air Dolomiti);
- **mezinárodní dopravci** – přepravní služby jsou nabízeny do více států (např. ČSA, TAP, Air Portugal);
- **dálkoví dopravci** – nabízejí mezikontinentální přepravu (např. British Airways, Lufthansa, Continental Airlines);
- **národní dopravci** – nabízejí přepravní služby z hlavního města nebo z obchodních center dané země. [27]

V letecké dopravě jsou mezinárodní tratě členěny na **krátké, střední a dlouhé**. Za krátké linky jsou považovány lety do Ženevy, Paříže, za střední lety do Athén nebo na Střední východ a za dálkové tratě jsou považovány mezikontinentální lety. [27]

2. společnosti podle typu služeb a cen dělíme na:

- **klasické pravidelné dopravce**
- **nízkonákladové dopravce** – celý prodejní a dopravní proces je zjednodušen. Nízkonákladové společnosti jsou konkurenty klasickým leteckým společnostem i pro jiné druhy přepravy než pouze cestujících (např. British Midland Baby). [27]

3.4 Nákladní letecká doprava

Letecké dopravce můžeme rozdělit podle mnoha kritérií. Některé kategorie dělení se však týkají jen části leteckých dopravců. [27]

Kategorie dopravců podle charakteru obchodního vytížení:

- **Osobní dopravci**

Tito dopravci jsou zaměřeni na přepravu osob, ale mohou nabízet i přepravu pošty či zboží pouze doplňkově, jako využití kapacity prostoru letadla. [27]

- **Doprovci nákladů (zboží)**

Tzv. Cargo Airlines, jejichž cílem je přeprava zboží. V letadlovém parku jsou jen letadla vyba-
vená pro tento druh přepravy, letadla byla pro tento účel buď vyrobena, např. **Antonov An-124**
„Ruslan“, **Iljušin IL-76**, anebo odvozena, např. **Boeing 747F** (F-znamená „Freighter“), a le-
tadla, která byla původně vyrobena pro přepravu cestujících, např. **B747SF** (Special Freighter),
která jsou následně upravena nebo přestavěna výrobcem na nákladní letadla. [27]

Samotný náklad je při přepravě upevněn pomocí sítí nebo způsobem bezpečnějším a častějším
– umístění ve speciálních kontejnerech nebo na paletách, kontejnery a palety jsou zajištěny
zámkou. [27]

- **Doprovci zásilkoví**

Zásilkoví dopravci přepravují menší zásilky, např. poštu a balíky, jedná se o proces přepravy
z „domu do domu“, s přesně stanovenou dobou na doručení. Přeprava je doplněna svozem za
použití automobilů a překládáním zásilek do menších letadel, která sváží zásilky do uzlového
letišť dané společnosti a velkými letadly jsou přepraveny do dalšího uzlového letiště a odtud
jsou opět zásilky předány do malého letadla a z něj pozemní dopravou doručeny přímo konco-
vému adresátovi. Zásilkové společnosti vlastní letadlový park od malých turbovrtulových leta-
del používaných pro regionální lety, přes středně velká úzkotrupá letadla, až po velkokapacitní
typy s dlouhým doletem. Činnost zásilkových dopravců má smysl jen v případě, pokud působí
na velkém počtu trhů, či celosvětově, proto se v tomto oboru pohybují pouze globálně působící
giganti, např. Federal Express (FedEx), United Parcel Service (UPS), DHL nebo TNT. Lu-
fthansa Cargo je také specializovaná na dálkovou přepravu zboží. [27]

3.5 Nákladní prostor letadla

Letadla nemají sedačky pro cestující, případně jen určité množství pro doprovod k nákladu. Nákladní letadla nemají okna, či jsou zaslepena. Vnitřní obložení, které bylo určeno pro cestující, je nahrazeno účelovými jednoduchými kryty trupu. Letadla jsou vybavena rozměrnými dveřmi, bočními dveřmi pro přístup na hlavní palubu, v některých případech i odklápěcí přídí, či zadní rampou pro naložení nadměrného nákladu. U nákladního letadla s kontejnery a paletami je nákladní prostor vybaven pohyblivými válci nebo kuličkami na elektrický pohon, které jsou zapuštěny v podlaze, včetně zámků pro ukotvení nákladu. [27]



Obrázek 14 - Náklad hlavní paluby Boeing 747-400F [27]

Na obr. č. 14 můžeme vidět palety nákladu hlavní paluby Boeing 747-400F. Důležité je optimálně náklad rozložit a využít prostor v letadle. Na podlaze jsou kolejnice s kuličkami poháněné válci, kterými je možno s nákladem manipulovat. Žebřík žluté barvy je určen ke vstupu do kabiny pilota, který se nachází na horní palubě letadla. [27]

V nákladních letadlech, určených pouze pro přepravu nákladu je snazší manipulace se zásilkou a nedochází k omezení v naložení objemnějšího nákladu, není omezení ani u přepravy živých zvířat, nebezpečného zboží atd. Letecká přeprava je sice nákladnější, nicméně je rychlejší, přeprava je vhodná pro zboží podléhající rychlé zkáze. Přepravuje se zdravotnický materiál,

náhradní díly na stroje a různé součástky atd., kdy třeba není možné náklad přepravit jinou dopravou, např. vlivem přírodních překážek. [27]

Combi letadla mají oddělenou část pro cestující a část pro přepravu zboží. V combi letadlech jsou nainstalována rozměrná nákladní vrata, včetně systému pro manipulaci a ukotvení nákladu. Combi letadla se v současné době již téměř nevyrábějí. [27]

Další letadla, tzv. rychle přestavitelná (QC-Quick Change), slouží pro přepravu cestujících i pro přepravu nákladů. Sedadla cestujících je možné vyjmout po větších celcích a tím vznikne další nákladní prostor. Letadlo je vybaveno na boku dalšími rozměrnými dveřmi, která se instalují u nákladních letadel. S uspořádáním QC je možné se setkat u letadel menších rozměrů a u letadel určených pro přepravu na kratší vzdálenosti. [27]

3.5.1 Požadavky na přepravu nákladu

Přeprava daného zboží je omezena např. rozměry nákladového prostoru, rozměry dveří do letadla u nákladového prostoru, způsob manipulace a uložení (kontejnery, palety atd.). Nákladní prostor letadla je také omezen hmotnostně, letadlo má určitou únosnost podlahy a možnosti zajištění nákladu a umístění kvůli vyvážení letadla.

3.5.2 Letecké přepravní jednotky (ULD)

Mezi letecké přepravní jednotky řadíme kontejnery a palety, které jsou schváleny organizací IATA. **Letecký kontejner** (obr. 15) je vyroben z lisovaného papíru, dřevovláknité desky, kovu nebo umělé hmoty. **Paleta** (obr. 16) je z kompaktního nebo nekompaktního materiálu, má držadla a náklad se upevňuje pomocí sítí (údaje viz tab. 1). [28]

Typ kontejneru	Objem	Pravidelné rozměry (šířka základny/ celková šířka × hloubka × výška)
LD1	4.90 m ³	156 / 234 × 153 × 163 cm
LD2	3.40 m ³	119 / 156 × 153 × 163 cm
LD3	4.50 m ³	156 / 201 × 153 × 163 cm
LD3-45	3.50 m ³	143 / 243 × 142 × 109 cm
LD6	8.95 m ³	318 / 407 × 153 × 163 cm
LD8	6.88 m ³	244 / 318 × 153 × 163 cm
LD11	7.16 m ³	318 × 153 × 163 cm
Typ palety	Objem	Pravidelné rozměry (šířka základny/ celková šířka × hloubka × výška)
LD8	6.88 m ³	153 × 244 cm
LD11	7.16 m ³	153 × 318 cm
LD7	10.8 m ³	224 × 318 cm
(2 rozměrové varianty)	11.52 m ³	244 × 318 cm

Tabulka 1 - Unifikované ULD a jejich charakteristika [28]



Obrázek 15 - Nakládání leteckých kontejnerů ULD [29]



Obrázek 16 - Nakládání leteckých palet ULD [30]

3.6 Forma poskytování služeb při přepravě nákladu:

- **doplňková činnost** pro dopravce, kteří se zabývají především přepravou osob na běžných linkách. V nákladních prostorech přepravují zboží a poštu, tento typ přepravy se nazývá „belly cargo“;
- **hlavní činnost**, je poskytována cargo dopravci. Přepravu provádí specializované společnosti, které využívají nákladní letadla nebo doplňkově nakupují u jiných dopravců letadla určená pro přepravu osob nebo využívají letadla kombinovaná;
- **hlavní činnost** pro zásilkové dopravce, kteří přepravují hodnotnější zásilky či důležité zásilky a poštu, s přesně stanoveným časovým doručením a zásilku je možné sledovat na webu dopravce. [27]

V nákladní letecké dopravě fungují tzv. **konsolidátoři**, což jsou firmy, které nakupují velké objemy přepravních kapacit a přeproductávají části kontejnerové kapacity odesílatelům, tzv. **shippers**. Zboží přebírají **speditéři** a ti pak poskytují další služby, např. svoz zboží od odesílatelů k dopravcům, informace o doručení nákladu, ale také zajištění rychlého a hladkého průběhu odbavení, včetně celního odbavení. [27]

3.7 Letecká pošta

Objem přepravy letecké pošty se v porovnání s počátkem civilní letecké dopravy výrazně snížil. Ve dvacátých a třicátých letech 20. století se letecké společnosti specializovaly především na přepravu pošty. V té době byly za přepravu pošty poměrně vysoké tržby, pokryly tím veškeré náklady letecké společnosti a v tehdejší době byl o tento druh přepravy velký zájem. [27]

Každý rok je zasláno téměř 287 miliard dopisů a 21 miliard balíků a letecká pošta hraje při doručování zásadní roli. Elektronická komunikace však způsobila pokles počtu odesílaných dopisů. [31]

Letecká přeprava pošty je zajišťována na základě uzavřených dohod mezi leteckými dopravci a poštovními správami, jsou dodržována pravidla stanovená leteckými dopravci a světovou poštovní organizací UPU (Universal Postal Union) a posléze mezi leteckými dopravci

a poštovní správou dané země. Doprovce zajišťuje na základě dohody dopravu do určené destinace, v určených dnech a termínech. Poštovní správa vybírá podle nejlepšího spoje, nejvýhodnější ceny, spolehlivosti provozu a dostatku nákladní kapacity. [27]

Předání zásilky je specifikováno v dokumentu zvaném **Postal Bordeaux**. Tržba za poštovní služby se pohybuje okolo 1 % celkového příjmu za přepravní služby. LC (nízkonákladová doprava) se přepravě pošty nevěnují. [27]

3.8 Dokumenty nákladní přepravy

V letecké nákladní dopravě je přepravním dokumentem **letecký nákladní list** (Air Waybill-AWB). Letecký nákladní list je hlavním dokumentem a dokladem o převzetí zásilky, který provází zásilku až k příjemci. Pokud to pojmeme z právního hlediska, jedná se o doklad a potvrzení na základě uzavřené smlouvy dopravce a odesilatele (tzv. „letenka“). Letecká přeprava nákladů je složitý proces, někdy je zapotřebí až 38 různých dokumentů, s ohledem na celní, bezpečnostní, statistické a jiné požadavky. [27]

U letecké pošty je předání zásilky specifikováno v dokumentu zvaném **Postal Bordeaux**. [27]

3.9 Nákladní letadla

Mezi největší a současně nejtěžší letadla, převážející nadměrné a těžké náklady, lze zařadit letoun Antonov An-225 Mrija. Velká a objemná letadla Antonov An-225 a Antonov A-124 se využívají málo, neboť cena za přepravu nákladu je velmi vysoká. Více se uplatňují novější typy letadel s nižší hmotností, např. Airbus Beluga XL, Airbus Beluga ST a klasický nákladní letoun Boeing 747-8F. [32]

Největší nákladní letadla:

1. Antonov An-225 Mrija

Antonov AN-225 Mrija (obr. 17) je ukrajinský (dříve sovětský) transportní letoun vyrobený v roce 1988. Letadlo bylo původně navrženo pro transport raketoplánu Buran, včetně částí jeho

nosné rakety Eněrgija. Raketoplán uskutečnil pouze jeden let, poté byl celý program zrušen. Na delší období byl kvůli zrušenému programu raketoplánu letoun Antonov v roce 1994 odstaven. V roce 2001 byl po modernizaci znovu uveden do služby. V současné době je využíván pro přepravu nadměrných nákladů, neboť vnitřní nákladový prostor letounu Antonov An-225 má objem 1 300 m³. Letoun je uzpůsoben i pro upevnění nákladu na hřbetu. [33]

Technická data

- rozpětí křidel: 88,4 m
- délka letounu: 84 m
- šířka trupu: 6,4 m
- výška letounu: 18,1 m
- rychlost: 850 km/h
- prázdná hmotnost: 175 tun
- maximální vzletová hmotnost: 600 tun
- maximální hmotnost nákladu vně: 200 tun
- maximální hmotnost nákladu uvnitř: 250 t
- pohon: šest dvouproudových motorů s turbodmychadly – model motoru:
Ivchenko-Progress ZMKB D-18T [34]



Obrázek 17 - Antonov An-225 Mrija [35]

2. Stratolaunch

Stratolaunch (obr. 18) je zcela nestandardní typ nákladního letadla a má velmi specifické využití. Do projektu investoval Paul Allen (spolu s Billem Gatesem). Poprvé byl letoun představen v roce 2017, kdy zkušebně tankoval. V současnosti patří mezi největší letadla na světě. Letoun byl navržen tak, aby z výšky deset a půl kilometru (letová hladina běžných dopravních letadel) vypouštěl rakety s družicemi do vesmíru. Vypouštění přímo z letadla ušetří náklady za vynesení do kosmu z povrchu země. Konstrukce letadla s rozpětím křídel 117 m vlastní dva trupy s 26 koly a 6 motory z letounu Boeing 747. Mezi oběma trupy je prostor pro zavěšení trojice raket Pegasus, které následně vynesou družice do vesmíru. K rozjezdu stroj potřebuje ranvej minimálně 3,7 km dlouhou. [33]

Technická data

- rozpětí křídel: 117 m
- délka letoun: 73 m
- výška letounu: 15 m
- rychlost: 850 km/h

- prázdná hmotnost: 226,796 tun
- vzletová hmotnost: 589,67 tun
- externí zatížení: 250 tun
- pohon: šest dvouproudových motorů zn. Pratt&Withney PW4056 [36]



Obrázek 18 – Stratolaunch [37]

3. Antonov An-124 Ruslan

Vývoj letounu Antonov An-124 (obr. 19) se datuje do 80. let 20. století. Až do doby příchodu Boeingu 747-8F se jedná o největší sériově vyráběný čtyřmotorový hornoplošník s nákladním prostorem o velikosti 1 000 m³, s délkou 36,5 m, šířkou 6,4 m, výškou 4,4 m a nosností 170 tun. První prototyp byl ve vzduchu 26. 12. 1982 a sériová výroba byla zahájena v roce 1985. Největším provozovatelem je ruské vojenské letectvo. První let byl uskutečněn v roce 1982. [33]

Technická data

- rozpětí křídel: 73,3 m
- délka letounu: 69,1 m
- šířka trupu: 6,4 m

- výška letounu: 20,8 m
- rychlost: 850 km/h
- prázdná hmotnost: 175 tun
- vzletová hmotnost: 405 tun
- hmotnost nákladu: 150 tun
- pohon: čtyři dvouproudové motory s turbodmychadly zn. Progress D-18T [38]



Obrázek 19 - Antonov An-124 [39]

4. Boeing 747-8F

Jedná se o plně nákladní verzi letadla Boeing 747-8 (obr. 20). První let byl uskutečněn v roce 2010. Vzhledem ke svým přijatelnějším rozměrům a objemné kapacitě nákladu je využíván leteckými společnostmi UPS Airlines, Lufthansa, Cargolux a Nippon Cargo Airlines. [33]

Technická data

- rozpětí křídel: 68,4 m

- délka letounu: 76,3 m
- šířka trupu: 6,08 m
- výška letounu: 19,4 m
- rychlost: 903 km/h
- prázdná hmotnost: 197,1 tun
- vzletová hmotnost: 447,7 tun
- hmotnost nákladu: 137,7 tun
- pohon: čtyři dvouproudové motory s turbodmychadly zn. GEnx-2B67 [40]



Obrázek 20 - Boeing 747-8F [41]

5. Lockheed C-5 Galaxy

Letoun Lockheed C-5 Galaxy (obr. 21) byl vyvíjen na zakázku vojenského letectva USA v roce 1965. První let se uskutečnil 30. 6. 1968 a do služby byl nasazen v červnu 1970 na Charlestonskou leteckou základnu v Jižní Karolíně. Letoun byl na počátku 70. let 20. století největším

nákladním letadlem na světě. Měl řadu vad a již u prvních letadel se objevily praskliny v křídlech. Existuje zmodernizovaná verze letadla C-5B, která byla upravena pro přepravu nadměrných nákladů (typ C5C). V roce 2006 byl představen letoun C-5M Super Galaxy, což je zmodernizovaný typ všech verzí C-5, které dostaly výkonnější motory a novou avioniku (z francouzského avionique, což je souhrnný název pro vybavení letadel přístroji, např. navigace, palubní počítač, autopilot atd.). Americké letectvo letadla stále používá k přepravě vojenského nebo humanitárního nákladu. Do nákladového prostoru letadla se vejde i americký prezidentský vrtulník Marine One. [33]

Technická data

- rozpětí křídel: 67,89 m
- délka letounu: 75,3 m
- výška letounu: 19,84 m
- rychlost: 932 km/h
- prázdná hmotnost: 172,37 tun
- vzletová hmotnost: 348,8 tun
- hmotnost nákladu: 122,47 tun
- pohon: čtyři dvouproudové motory s turbodmychadly zn. General Electric TF39 [42]



Obrázek 21 - Lockheed C-5 Galaxy [43]

6. Airbus 330-700 Beluga XL

V roce 2018 prvně vzlétl letoun Airbus Beluga XL (obr. 22), který je následovníkem modelu Beluga ST (Super Transporter), jenž firma Airbus využívá k přepravě dílů svých letadel. Základy letounu pochází z Airbusu A330-200. Letadlo pohání motory zn. Rolls Royce Trent 700. [44]

Ve srovnání se strojem Beluga ST je letoun o šest metrů delší a v šířce trupu zhruba o metr širší, má proto o 30 % více přepravního prostoru. Letadlo bude sloužit k přepravě částí letadel, lze jím přepravit kompletní křídla, či trup. [44]

Technická data

- rozpětí křidel: 60,3 m
- délka letounu: 63,1 m
- šířka trupu: 8,8 m
- výška letounu: 18,9 m
- rychlost: 737 km/h
- prázdná hmotnost: 127,5 tun
- vzletová hmotnost: 227 tun
- hmotnost nákladu: 50,5 tun
- pohon: dva dvouproudové motory Rolls Royce Trent 700 [45]



Obrázek 22 - Airbus Beluga XL [44]

7. Airbus A330-600ST Beluga

První let Airbus A330-600ST Beluga (obr. 23) byl uskutečněn v roce 1994. V roce 1995 byla letadlu udělena certifikace od úřadu letové způsobilosti. [32]

K přistání postačuje ranvej dlouhá 2 200 m. Letadlo slouží k přepravě částí letadel Airbus – kokpitů, trupů a křídel. Není určen pro náklady těžké, ale objemné. [32]

Technická data

- rozpětí křídel: 44,84 m
- délka letounu: 56,16 m
- šířka trupu: 7,7 m
- výška letounu: 17 m
- rychlost: 780 km/h
- prázdná hmotnost: 86 tun
- vzletová hmotnost: 155 tun

- hmotnost nákladu: 47 tun
- pohon: dva dvouproudové motory zn General Electric CF6-80C2A8 [46]



Obrázek 23 - Airbus A330-600ST Beluga [47]

8. Airbus A400M

Airbus A400M (obr. 24), přezdívaný také jako „Atlas“, je využíván pro vojenské a humanitární účely. Letoun má 4 turbovrtulové motory zn. TP400M umístěné pod křídly, jeden motor má výkon 11 000 koní. Konstrukce motoru trvala téměř deset let, motor váží přes jednu tunu. Nákladní prostor v podpalubí je 4 m široký, 3,85 m vysoký a 17,7 m dlouhý. Letoun pojme jeden průměrný tank, vrtulník, a v transportní verzi 116 cestujících. Přepraví více než třicet tun nákladu na vzdálenost 4 500 km. [48]

Technická data

- rozpětí křídel: 42,4 m
- délka letounu: 43,8 m
- výška letounu: 14,6 m

- rychlost: 780 km/h
- prázdná hmotnost: 70 tun
- vzletová hmotnost: 130 tun
- hmotnost nákladu: 37 tun
- pohon: čtyři turbovrtulové motory EPI TP400-D6 [49]



Obrázek 24 - Airbus A400M [49]

4 Soukromé a společenské přínosy a náklady jednotlivých druhů nákladní dopravy

Nákladní doprava má pro společnost významné přínosy. Provozování dopravy však přináší také negativní dopady na životní prostředí, především nepříznivý vliv na změnu klimatu Země a vliv na veřejné zdraví, a negativně ovlivňuje migrační prostupnost krajiny pro živočichy. Minimalizovat uvedené negativní jevy je jedním z cílů dopravní politiky. [50]

Soukromý přínos v nákladní dopravě je přínos pro jednotlivce či firmu, která využívá nákladní dopravu. Nákladní doprava je využívána v oblasti přepravy pošty, zboží a nadměrných nákladů do různých částí světa. **Společenský přínos** nákladní dopravy má pozitivní vliv na ekonomiku státu, rozvoj trhu práce a dosažitelnost energetických nerostných surovin. [51]

Soukromé a společenské náklady jsou předmětem mnoha diskusí a projektů v celosvětovém měřítku. Mezi **soukromé náklady** v nákladní dopravě jsou řazeny náklady na provoz, údržbu dopravních prostředků, náklady na rozvoj a výstavbu dopravní infrastruktury, ale také náklady na zabezpečení provozu, všechny tyto náklady hradí dopravce. Negativní důsledky nákladní dopravy ve světě jsou definovány jako **společenské náklady**, mezi které řadíme znečišťování životního prostředí, hlukové zatížení, dopravní nehodovost, snížení úrody zemědělských plodin, dopravní zácpy, škody na půdě atd. [52]

Společenské náklady hradí daňoví poplatníci, kdyby tyto náklady hradil dopravce, výsledkem by bylo skokové navýšení cen služeb a produktů. [53]

V tabulce „Klasifikace nákladů v dopravě“, jsou přehledně uvedeny kategorie nákladu s členěním na soukromé a externí náklady. [54]

Kategorie nákladu	Soukromé náklady	Externí náklady
Dopravní výdaje	Náklady na palivo a vozidlo; jízdenky/poplatky	Náklady placené jinými (např. při poskytování parkovacích míst zdarma)
Náklady infrastruktury	Mýtné, daně z vozidel (silniční daň), dálniční nálepy a část spotřební daně z paliv	Uživatelem nepokryté náklady infrastruktury (obvykle hrazené z veřejných rozpočtů)
Náklady nehod	Náklady pokryté pojištěním, náklady nehod nesené samotným účastníkem	Uživatelem nepokryté náklady nehod (např. bolest a útrapy způsobené ostatním)
Environmentální náklady	Škody (např. na zdraví z emitovaných emisí)	Uživatelem nepokryté škody na životním prostředí (např. obtěžování ostatních hlukem)
Náklady kongescí	Náklady vlastního času	Náklady zdržení způsobené ostatním

Tabulka 2 - Klasifikace nákladů v dopravě [54]

Externí náklady neboli **externality**, tvoří společenské náklady, původce tyto náklady neplatí, přebírá je společnost. [54]

4.1 Letecká nákladní doprava

Letecká nákladní doprava má na soukromé přínosy velký vliv. Převazuje leteckou poštu a zásilky na krátké i velké vzdálenosti a je využívána i mezinárodně. Služba je využívána především kvůli své rychlosti. Společenským přínosem letecké dopravy je např. vytváření nových pracovních míst, kde jsou kladeny nároky na odborný stupeň kvalifikovanosti pracovníků. [55]

Mezi soukromé náklady v letecké nákladní dopravě jsou řazeny náklady na pohonné hmoty, servis letadel, údržba letištního parku, letištní poplatky, náklady na administrativu nebo mzdy zaměstnanců. Do společenských nákladů zařazujeme hlukové znečištění, znečištění emisemi, znečištění únikem provozních kapalin atd. [27]

4.2 Silniční nákladní doprava

Silniční nákladní doprava je významnou součástí logistických sítí. Z hlediska soukromých přínosů má velmi podobný efekt jako ostatní druhy dopravy a vytváří pro jednotlivce i firmy služby v podobě rychlé přepravy nákladu. Dalším přínosem pro jednotlivce i firmy je úspora času. Společenským přínosem tohoto druhu nákladní dopravy je zaměstnanost v oboru. [55]

V případě soukromých nákladů je silniční nákladní doprava zatížena mýtným, silniční daní, cenami za pohonné hmoty a maziva, údržbou a servisem dopravního prostředku, různými druhy pojištění, včetně dalších režijních nákladů. [56]

Společenským nákladem silniční dopravy je, stejně jako u ostatních druhů nákladní dopravy, znečištění životního prostředí emisemi, hlukovým zatížením, nehodovostí, dopravními zácpami, znečištěním povrchových a podzemních vod a problémy s likvidací vozidel po ukončení provozu. [53]

4.3 Vodní nákladní doprava

Vodní nákladní doprava přináší soukromý přínos v podobě přepravy nákladů pro firmy i pro jednotlivé osoby, avšak v přepravě nákladu je oproti ostatním druhům nákladní dopravy výrazně pomalejší. Společenský přínos tvoří opět zaměstnanost v oboru, a to ve vnitrozemské vodní dopravě i v námořní. [57]

Soukromé náklady jsou ve vodní nákladní dopravě poměrně vysoké, jedná se o provozní náklady – např. pohonné hmoty, údržbu, pojištění a kapitálové náklady – např. sešrotování lodě či investice do nových plavidel. Společenské náklady námořní nákladní dopravy zahrnují znečištění životního prostředí emisemi a také nehodami, jež vážně poškozují vodní ekosystém, který se například z velkých ropných katastrof dlouho zotavuje. [57]

4.4 Železniční nákladní doprava

Soukromým přínosem železniční nákladní dopravy je přeprava zboží, pošty a větších nákladů. Společenským přínosem je ekonomický rozvoj obchodu s přepravováním nákladu ve velkém objemu, který konkuruje i silniční dopravě. [55]

Přínosem pro společnost je zaměstnanost v různých oborech tohoto odvětví.

Soukromými náklady jsou poplatky za elektrickou energii a udržování železniční infrastruktury a vlaků v provozu. Železniční nákladní doprava vytváří společenské náklady v podobě vyššího hlukového zatížení a znečišťování ovzduší. [50]

5 Ekonomické zhodnocení

Letecká doprava byla následkem pandemie v roce 2020 ve velkých výkyvech, což dokazuje výrazné snížení počtu letů v první polovině roku. Letecká doprava prochází v souvislosti s pandemií viru COVID-19 největší krizí za posledních sto let, což způsobilo závažné narušení světové ekonomiky od druhé světové války. Hlavní výrobci letadel, evropský Airbus a americký Boeing, utrpěli krizí velké ztráty. Krizí byla zasažena i nákladní letecká doprava, kde vlivem pandemie dochází k dlouhodobým či možná trvalým změnám. [58]

5.1 Ceny v letecké přepravě nákladu

Ceny jsou značně odlišné od přepravy cestujících. Při stanovení cen hraje značnou roli mnoho faktorů. [27]

5.1.1 Cena

Faktory, které hrají roli při stanovení cen:

- hmotnost, objem (prostor, který náklad zaplní), poměr hmotnost a objem;
- celkový objem a z něj vyplývající případné slevy;
- využití kontejnerů, palet, které snižují výslednou hodnotu přepravy nákladu;
- převážený druh nákladu, za který jsou přesně stanoveny ceny;
- významné je i období roku či sezóna;
- cenu ovlivňuje přítomná konkurence na trhu;
- zvláštní požadavky na termín dodání a manipulaci se zbožím. [27]

Ochranu zájmů zúčastněných stran v letecké nákladní přepravě v oblasti snadného, rychlého vyúčtování plateb má v kompetenci CASS (Cargo Accounts Settlement Systems). V České republice je systém CASS používán od roku 2007. [27]

System popisuje organizace IATA ve svém tarifním manuálu, který se týká přepravy zboží. [27]

Na cenu zásilky za jeden kilogram má vliv velikost zásilky nebo celkový objem v čase (delší časové období). Cena v letecké dopravě se odvíjí od druhu přepravovaného zboží. [27]

5.1.2 Cena u přepravy pošty

Přeprava pošty probíhá dvěma způsoby. První způsob přepravy pošty probíhá na základě smlouvy mezi leteckým dopravcem a národní poštovní společností dané země. Částka je daná sazebníkem poštovní společnosti, nemusí však být žádná vazba mezi touto sazbou a domluvenou smluvní cenou. Dalším způsobem přepravy pošty je prostřednictvím zásilkových dopravců, kteří do své konečné ceny promítnou náklady na celý přepravní a logistický proces, včetně letecké přepravy. [27]

Na přepravu zboží a pošty se letištní taxy nevztahují. Platbu si letiště vybírá od dopravce formou přistávacích a parkovacích poplatků. Handlingoví agenti (koordinátoři odbavení letadel) do cen promítnou průchod nákladu letištem a manipulaci s ním. [27]

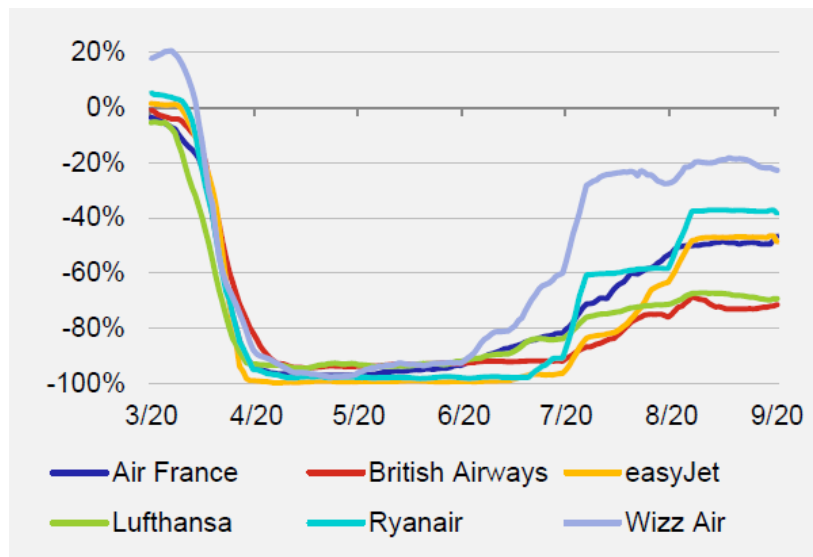
Palivový příplatek se připočítává i u přepravy nákladu, v době prodeje se ke konečné ceně připočte částka odvozená z aktuální ceny ropy, i když se do realizace přepravy změní. [27]

U nepravidelného (charterového) letu je palivový příplatek odvozen od skutečné ceny ropy v době realizace přepravy nákladu. [27]

5.2 Krize v letecké dopravě

Následkem pandemie viru COVID-19 dochází k poklesům cen letenek, které nabízejí řadu benefitů, ruší se i většina poplatků a vyřazují se velkokapacitní letadla. Lepší pozici mají nyní nízkonákladoví dopravci. [58]

V grafu č. 1 jsou uvedeny denní počty letů (týdenní klouzavé průměry v %). [58]



Graf 1 - Denní počet letů v porovnání s vybranými aerolinkami [58]

Zákaz cestování v důsledku pandemie viru COVID-19 způsobil zrušení letů a nemožnost přemístování leteckého nákladu. Ve větší míře je poptávána přeprava základních surovin, avšak následkem situace byla cena u dopravců navýšena. Snížení celosvětové přepravy leteckého nákladu o 35 % potvrdil v květnu 2020 i Vladimír Zubkov, generální tajemník TIACA (Mezinárodní asociace pro leteckou nákladní dopravu). [58]

5.3 Přestavba letounů

V důsledku pandemie viru COVID-19 dochází v leteckém odvětví kvůli využitelnosti k přestavbě osobních letadel na nákladní. Následkem pandemie se poptávka po osobní letecké dopravě snížila, naopak nastal zvýšený zájem po specializovaných nákladních letadlech, kdy se přepravuje zvýšený počet zásilek (internetové nákupy), a distribuuje zdravotnický materiál a další zboží. Dopravci letouny upravují, neboť se přepravuje méně cestujících a je nedostatek prostoru pro běžné náklady. Některé aerolinky již dočasně přestavěly některá letadla, která byla určena pro osobní přepravu na přepravu nákladní. [59]

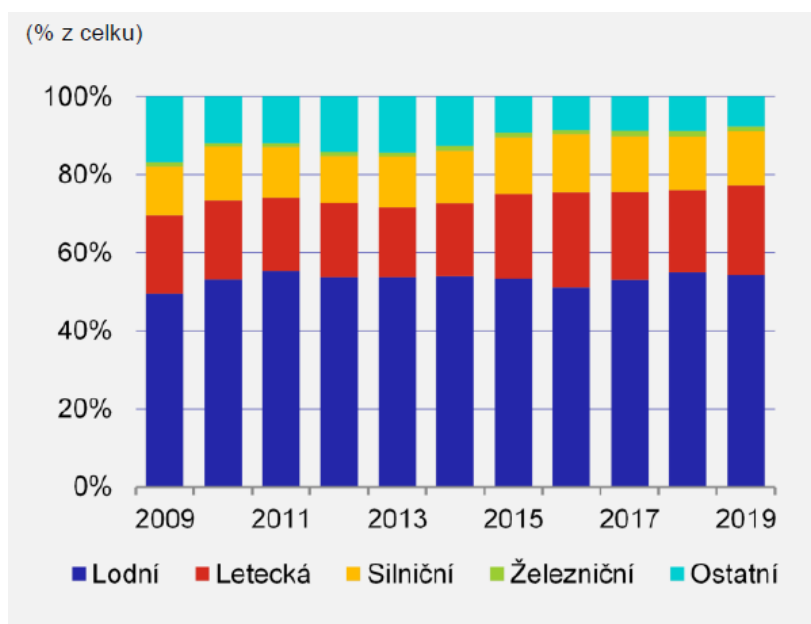
Z tvrzení analytiků z finančního ústavu Citi vyplývá, že přestavba letounů je zisková pouze u tras, kde se ceny pohybují nad 4 USD za kilogram. Například cena nákladu přepravovaná z Hongkongu do USA se v prosinci 2020 pohybovala kolem 6,1 USD za kilogram a z Šanghaje do Německa byla ve výši 5,3 USD za kilogram. [59]

Izraelská státní společnost Israel Aerospace Industrie a Lucemburská společnost Cargo Facts Consulting v souvislosti se současnou situací vlivem pandemie a následných dopadů v leteckém odvětví do budoucna zvažují přestavbu osobních letadel na nákladní. S pracemi hodlají započít v letech 2021 a 2022. [59]

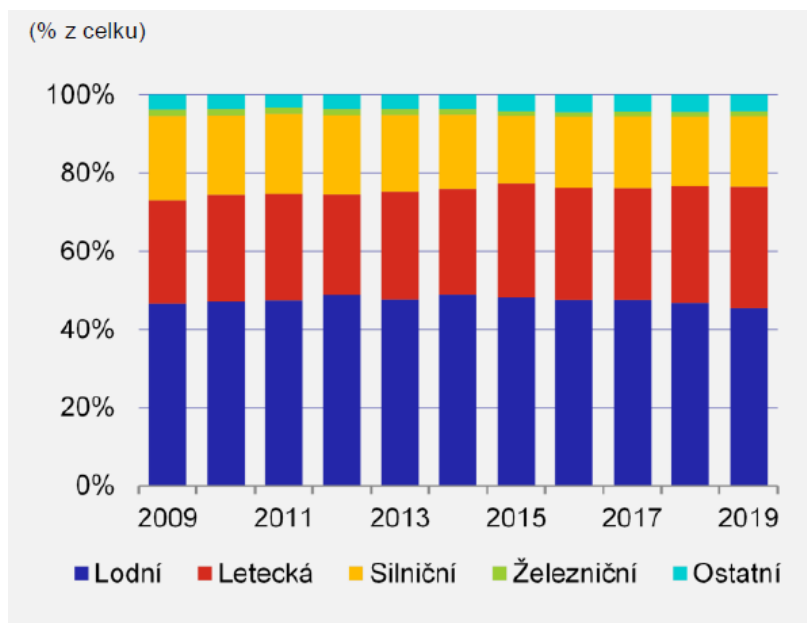
5.4 Nákladní letecká doprava a mezinárodní obchod

Grafy č. 2 a 3 znázorňují import a export v dopravě mimo Evropskou unii v letech 2009-2019. V grafu je porovnáno několik druhů dopravy (lodní, letecká, železniční a ostatní). Letecká nákladní doprava tvoří klíčovou součást podnikání na světě a letecký průmysl produkuje cca 3,6 % světově hrubého domácího produktu, což činí 2,7 bil. USD. Letecké společnosti přepraví během jednoho roku více než 4 miliardy cestujících a zhruba 58 mil. tun nákladu. [60]

Dle IATA se země s o 1 % lepší konektivitou nákladní letecké dopravy o 6 % více angažují v mezinárodním obchodu. Vlády jednotlivých zemí podporují leteckou dopravu v efektivním pohybu nákladu veškerými snahami, a vedou je tak k vyšším šancím na zlepšení konkurenceschopnosti v obchodě v celosvětovém měřítku. [58]



Graf 2 - Import zboží mimo EU podle druhu dopravy [58]



Graf 3 - Export zboží mimo EU podle druhu dopravy [58]

Nákladní letecké společnosti v letech 2014-2019 – porovnání

Uvedené tabulky č. 3 a 4 zahrnují srovnání 25 nákladních leteckých společností za období let 2014-2019. [61]

Top 25 Cargo Carriers 2019 - Scheduled FTK (m)													
Rank	+/-	Airline	2019	Y-o-Y %	2018	Y-o-Y %	2017	Y-o-Y %	2016	Y-o-Y %	2015	Y-o-Y %	2014
1	0	Federal Express	17,503	0.0	17,499	3.8	16,851	7.2	15,712	-0.6	15,799	-1.4	16,020
2	+1	Qatar Airways	13,024	2.6	12,695	15.4	10,999	19.3	9,221	20.4	7,660	27.7	5,997
3	+1	United Parcel Service	12,842	3.1	12,459	4.3	11,940	6.0	11,264	4.2	10,807	-1.2	10,936
4	-1	Emirates	12,052	-5.2	12,713	0.0	12,715	3.6	12,270	0.9	12,157	8.2	11,240
5	0	Cathay Pacific Airways	10,930	-3.1	11,284	5.2	10,722	7.8	9,947	0.1	9,935	5.0	9,464
6	0	Korean Air	7,412	-5.5	7,839	-2.2	8,015	4.5	7,666	-1.2	7,761	-3.9	8,079
7	0	Lufthansa (1)	7,226	-2.3	7,394	1.0	7,322	6.4	6,878	9.0	6,309	9.7	5,753
8	0	Cargolux	7,180	-1.9	7,322	0.1	7,317	-0.9	7,384	7.2	6,888	-2.4	7,054
9	+3	Turkish Airlines (1)	7,029	19.3	5,890	24.6	4,728	29.9	3,640	n/a	n/a	n/a	2,580
10	0	China Southern Airlines	6,825	3.5	6,597	6.9	6,174	4.0	5,939	10.9	5,355	13.1	4,736
11	-2	Air China	6,767	-4.0	7,051	5.2	6,701	10.0	6,089	6.5	5,718	16.5	4,910
12	-1	Singapore Airlines	6,146	-5.3	6,491	-1.5	6,592	3.9	6,345	4.3	6,083	1.1	6,019
13	0	China Airlines	5,334	-8.1	5,804	1.1	5,741	8.9	5,273	-1.3	5,343	1.5	5,266
14	0	AirBridgeCargo Airlines	5,168	-6.2	5,511	-0.6	5,543	12.8	4,914	20.8	4,069	25.3	3,248
15	+2	United Airlines	4,852	8.9	4,455	4.8	4,249	20.2	3,534	10.2	3,206	4.3	3,073
16	0	Atlas Air (1)	4,522	-0.7	4,553	0.8	4,515	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
17	-2	All Nippon Airways (1)	4,389	-4.3	4,587	-4.6	4,810	11.5	4,315	12.4	3,840	-0.2	3,847
18	0	British Airways (1)	4,206	-1.6	4,276	-2.0	4,364	6.0	4,117	1.5	4,055	-6.3	4,329
19	+1	Polar Air Cargo (1)	3,809	-5.7	4,038	-7.8	4,378	4.0	4,211	0.6	4,186	32.8	3,153
20	+2	Air France (1)	3,775	-6.5	4,038	-7.8	4,378	4.0	4,211	0.6	4,186	32.8	3,153
21	0	American Airlines	3,629	-4.9	3,817	4.6	3,648	n/a	n/a	n/a	3,045	15.0	2,647
22	+1	KLM (1)	3,609	0.1	3,604	0.0	3,603	1.1	3,564	-0.1	3,567	-0.7	3,592
23	New	Kalitta Air (1) (2)	3,593	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
24	New	AeroLogic (2)	3,581	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
25	-6	Asiana Airlines	3,567	-12.3	4,067	1.5	4,008	5.1	3,813	6.1	3,595	-2.7	3,693
		Annual Top 25 total	168,971	-1.0	170,670	2.5	166,459	7.2	155,315	4.1	149,146	4.8	142,279

Source: IATA 2020 World Air Transport Statistics
Notes: (1) Includes figures from certain partner airlines (2) IATA estimate

Tabulka 3 - Srovnání leteckých nákladních společností 2014-2019 (v tunokilometrech) [61]

Top 25 Cargo Carriers 2019 - Scheduled tonnes (000)													
Rank	+/-	Airline	2019	Y-o-Y %	2018	Y-o-Y %	2017	Y-o-Y %	2016	Y-o-Y %	2015	Y-o-Y %	2014
1	0	FedEx	7,428	-1.8	7,565	2.9	7,355	2.9	7,145	0.8	7,087	-0.6	7,127
2	0	United Parcel Service	5,023	5.6	4,755	-3.2	4,912	4.9	4,681	4.4	4,482	5.7	4,240
3	0	Emirates	2,413	-7.5	2,609	-1.4	2,646	4.2	2,538	3.4	2,454	7.3	2,288
4	0	Qatar Airways	2,281	0.8	2,262	11.0	2,038	15.5	1,764	20.3	1,466	26.6	1,158
5	0	Cathay Pacific Airways	1,716	-6.1	1,828	4.8	1,744	9.2	1,597	0.6	1,588	4.0	1,498
6	+4	Turkish Airlines (1)	1,496	9.3	1,369	26.2	1,085	24	875	38.0	634	0.6	630
7	-1	Korean Air	1,435	-8.8	1,574	-3.1	1,624	7.3	1,514	-1.2	1,533	0.9	1,519
8	+1	China Southern Airlines	1,416	2.4	1,383	3.7	1,334	-12.2	1,519	9.4	1,389	4.2	1,333
9	-2	China Airlines	1,374	-9.2	1,512	3.4	1,462	10.3	1,326	1.5	1,306	0.8	1,296
10	-2	Air China	1,360	-6.0	1,448	1.3	1,430	7.4	1,331	6.0	1,256	7.3	1,171
11	+2	Atlas Air (1)	1,159	3.9	1,115	-5.4	1,179	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
12	-1	All Nippon Airways (1)	1,154	-8.2	1,258	-7.7	1,363	7.9	1,263	8.4	1,165	-3.4	1,206
13	-1	Singapore Airlines	1,115	-4.5	1,167	-0.2	1,169	2.6	1,139	5.1	1,084	0.6	1,078
14	0	Lufthansa (1)	920	-5.8	977	-1.9	996	4	958	0.8	950	-2.5	974
15	0	Asiana Airlines	881	-9.1	969	0.8	961	4.2	922	7.7	856	-1.4	868
16	+2	Kalitta Air (1) (2)	833	0.6	828	10.8	747	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
17	-1	Cargolux	828	-2.6	850	-1.6	864	6.8	809	6.9	757	4.0	728
18	-1	LATAM (1)	824	-0.8	831	6.5	780	-2.4	799	20.3	664	-13.8	770
19	+2	China Eastern Airlines	823	12.7	730	3.7	704	-41.2	1,197	-4.6	1,255	8.5	1,157
20	-1	Polar Air Cargo (1)	787	-4.7	826	-14.2	963	3.7	703	2.6	685	33.5	513
21	NEW	European Air Transport	727	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
22	-2	Japan Airlines	721	-4.3	754	3.3	730	10.6	660	0.2	659	5.4	625
23	NEW	Hainan Airlines (2)	638	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
24	+1	EVA AIR	610	-5.9	648	0.9	642	5.2	610	-2.2	624	-8.8	684
25	NEW	British Airways (1)	591	N/A	N/A	N/A	644	5.2	612	1.0	606	-5.8	643
		Annual top 25 total	38,553	-2.1	39,370	1.1	38,946	5.5	36,941	5.4	35,059	3.0	34,019

Source: IATA 2020 World Air Transport Statistics
Notes: (1) Includes figures from certain partner airlines (2) IATA estimate (3) US DOT Figures

Tabulka 4 - Srovnání leteckých nákladních společností 2014-2019 (tuny v tisících) [61]

6. Ekologické zhodnocení

Letecká doprava, a s ní související provoz, má negativní dopad na životní prostředí. Provoz letecké dopravy má za následek emise skleníkových plynů, emise znečišťující ovzduší, hlukové zatížení, vysokou spotřebu vody a znečištění odpadem. Od roku 1990 došlo provozem mezinárodní letecké dopravy v EU k zatížení skleníkovými plyny více než dvojnásobně. [62]

6.1 Systém pro ochranu životního prostředí

Chicagská úmluva

Cílem Chicagské úmluvy je regulovat celosvětovou leteckou dopravu. Chicagská úmluva je v platnosti od 4. 4. 1947, toho dne byla zřízena ICAO (mezinárodní organizace pro civilní letectví). [63]

Pařížská dohoda

Pařížská dohoda byla přijata v prosinci 2015. Cílem dohody je omezit celosvětový nárůst globálního oteplování na úroveň nižší než 2 °C ve srovnání s úrovní, která byla před průmyslovou

revolucí. Další snahou je udržet nárůst teploty na 1,5 °C. Snížení emisí zahrnuje všechna průmyslová odvětví, včetně leteckého průmyslu. [63]

Smluvními stranami úmluvy i dohody jsou všechny členské státy EU. [63]

System CORSIA

Jedná se o systém kompenzací a snižování emisí uhlíku v ovzduší v celosvětové letecké dopravě. Jedná se o mezinárodní standardy a postupy v oblasti ochrany životního prostředí, které přijala rada ICAO 27. 6. 2018 na 214. zasedání (svazek IV přílohy 16 Chicagské úmluvy). [63]

Předpokládá se, že pandemií viru COVID-19 došlo k významnému snížení emisí CO₂ z celosvětové letecké dopravy za rok 2020. [63]

Výbor organizace ICAO pro letectví a ochranu životního prostředí CAEP provedl analýzu s cílem kvantifikovat dopad pandemie viru COVID-19 na poptávku po emisních kompenzacích v rámci systému CORSIA. [63]

Dle dostupných údajů by se následkem pandemie viru COVID-19 emise CO₂ mohly pohybovat v nižších hladinách, než podle předpokládaných údajů z roku 2016. [63]

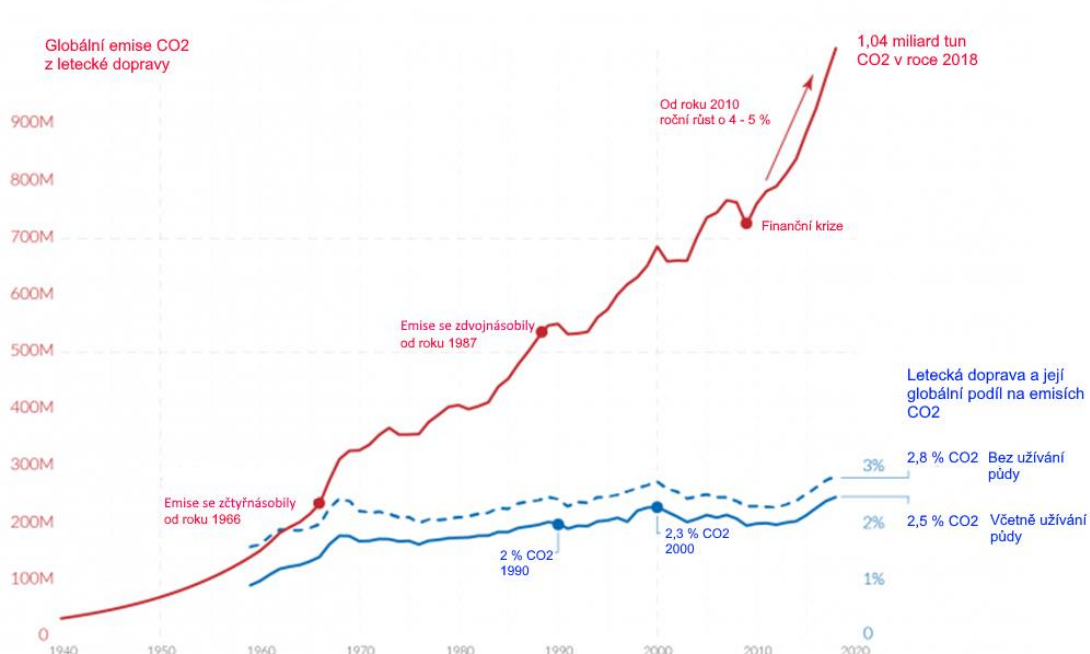
6.2 Emise

Znečišťování pochází nejen z letadel, ale i z automobilové dopravy na letištích, ze zařízení pro výrobu tepla, a dochází i ke znečišťování vody a půdy v okolí letišť. Znečišťující plyny produkují i letadla, která vyčkávají na vzlet delší dobu, či čekají na odbavení. [27]

Při provozování letecké dopravy dochází k vypouštění znečišťujících a zatěžujících látek do vnějšího ovzduší, jedná se především o oxid uhličitý (CO₂), oxid siřičitý (SO₂), čpavek, oxidy dusíku (NO_x), organické bifenyly, dioxiny. Ke znečišťování dochází nejvíce během letu v horní vrstvě atmosféry, neboť jsou zde letadla největší část z celkové doby letu. [27]

Časová řada celosvětových emisí z letecké dopravy od roku 1940 do roku 2018 je uvedena v grafu č. 4. Odhaduje se, že v roce 2018 letecká doprava (osobní i nákladní) uvolnila do

ovzduší 1,04 miliardy tun emisí CO₂. Výpočtem z celosvětového objemu se jedná o 2,5 % emisí CO₂ za rok 2018. [64]



Graf 4 - Celosvětové emise z letecké dopravy od roku 1940 do roku 2018 [64]

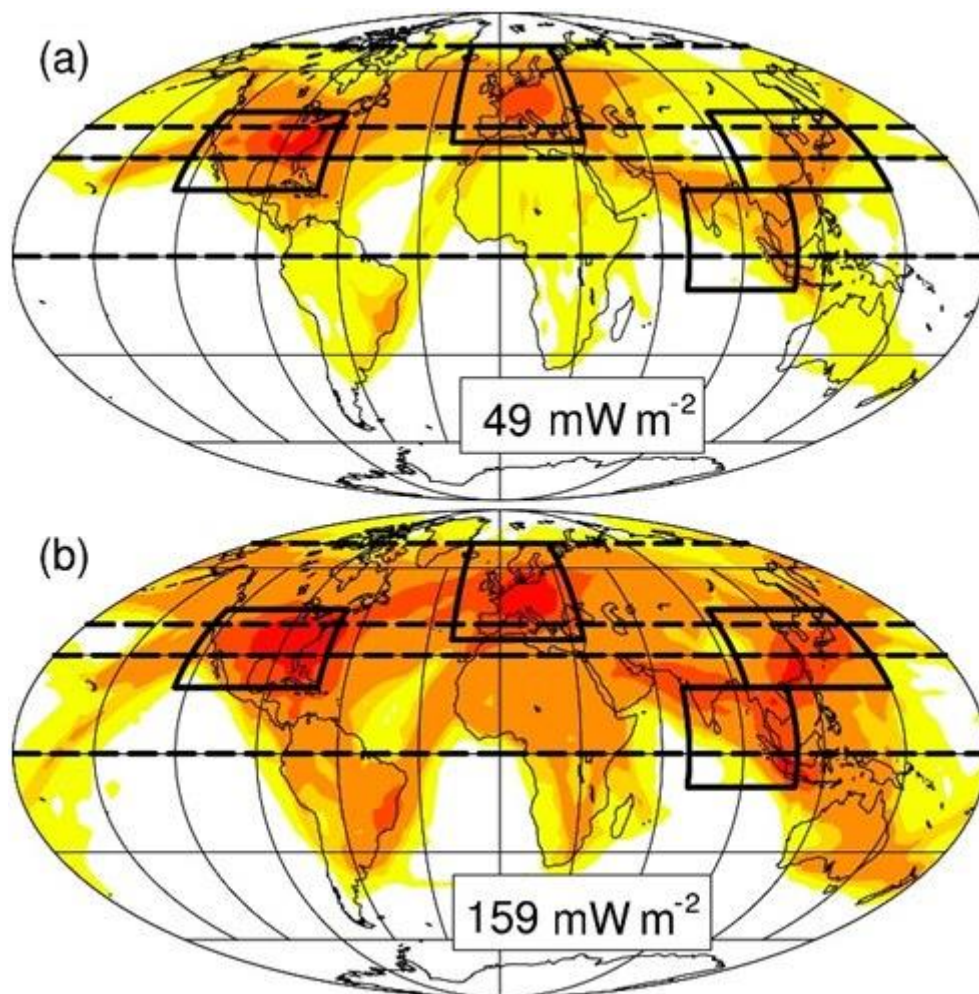
6.3 Kondenzační čáry

Za vznik těchto čar na nebi mohou spaliny z proudových motorů. Při spalování leteckého paliva dochází při reakci s kyslíkem ke kondenzaci značného množství vodních par. Letadla se pohybují ve výšce, kde jsou nízké teploty kolem $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ohřátá vodní pára se po opuštění prostoru motoru stává přesycenou, kondenzuje ve vodní kapičky a následkem nízkých teplot v ledové krystalky, které jsou na nebi viditelné jako kondenzační čáry za letadly. Setrvání na obloze se odvíjí od vlhkosti vzduchu. Je-li vlhkost nízká, tedy je vzduch suchý, dochází k rychlému odpaření a kondenzační čáry se vyskytují krátce nebo vůbec, je-li vzduch vlhký, zůstávají na obloze déle. Kondenzační čáry se následkem turbulentních pohybů po čase zploští a transformují se v oblaky nazývané cirrus, někdy označované názvem contrail cirrus. [65]



Obrázek 25 - Kondenzační čáry za letadly [66]

Kondenzační čáry (obr. 25) za letadly mohou vést ke vzniku cirrovité oblačnosti s různou podobou i dobou trvání. Z odborného hlediska v tomto případě hovoříme o oblacích cirrus homogenitus. Oblaky cirrus mají vliv na počasí, resp. na klima, a dochází k oteplování spodní vrstvy atmosféry (troposféry). V současné době se kondenzační cirrovité oblaky podílejí na cca 2 % celkového antropogenního vlivu na změnu klimatu člověkem. V příštích desetiletích, zhruba do poloviny 21. století, by se radiační efekt (zahřívání spodních vrstev vzduchu) contrail cirrus měl téměř ztrojnásobit. V konkrétních číslech jde zhruba o zvýšení ze 49 mW/m^2 v roce 2006 na cca 159 až 180 mW/m^2 v cca polovině 21. století (obr. 26). Vliv cirrovitých oblaků bude tedy v budoucnosti velmi výrazný. [65]



Obrázek 26 - Geografické rozložení radiačního působení oblak „contrail cirrus“. Na obrázku a) je stav v roce 2006 a obrázek b) znázorňuje modelový odhad pro polovinu 21. století. Čísla značí průměrnou hodnotu pro Zemi. [67]

Letecká doprava má vliv na klima vypouštěním oxidu uhličitého, který se uvolňuje během spalování leteckého paliva. Jedná se zhruba o poloviční radiační efekt ve srovnání s cirrovitými oblaky, do poloviny 21. století by měl tento efekt také stoupnout, dvojnásobně až trojnásobně. Odhady jsou závislé na vývoji letecké dopravy. V případě efektivnějšího spalování paliva by nemuselo dojít k tak vysokému nárůstu radiačního efektu. [65]

V souvislosti s pandemií viru COVID-19 a následnou krizí v letecké dopravě je třeba vnímat i pozitivní stránku věci, přehodnotit a restrukturalizovat letecké odvětví v souvislosti s přispíváním ke změně klimatu. Letadla jsou významným zdrojem emisí skleníkových plynů a je třeba působit na snižování emisí CO₂. Kvůli krizi v leteckém průmyslu budou letecké společnosti vyřazovat stará a neefektivní letadla. [68]

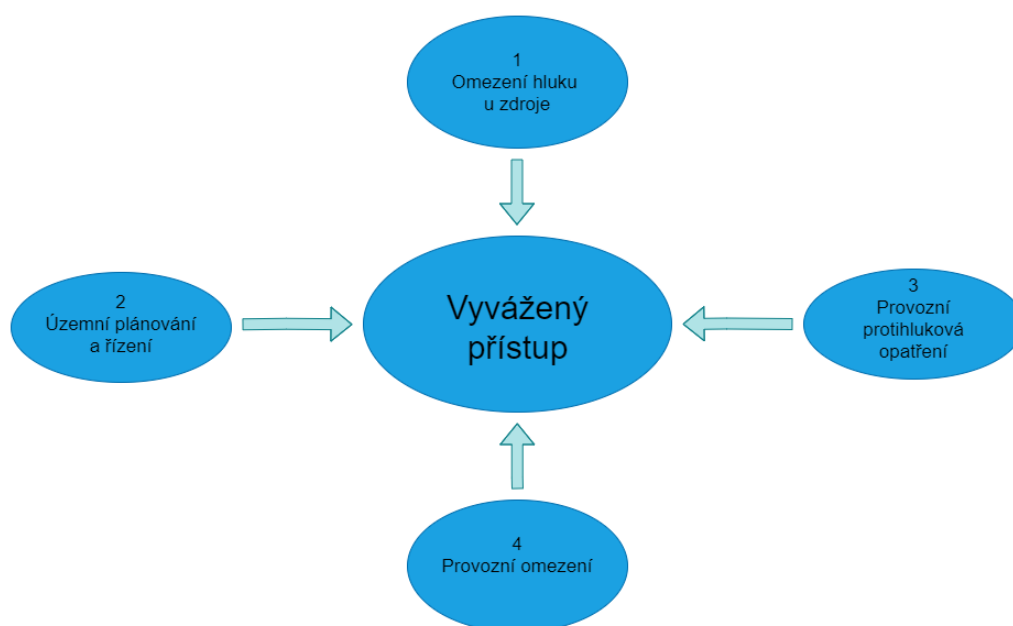
6.4 Znečištění hlukem

Se zaváděním proudových letadel a zvyšujícím se provozem na letištích se začalo více řešit životní prostředí. Hlukem se začala zabývat organizace ICAO koncem 60. let 20. století a byla přijata nová příloha (Annex) 16 k ÚMCL (Úmluva o mezinárodním letectví) a vytvořila tak podmínky pro hlukovou certifikaci nových proudových letadel. Zpřísněním podmínek se docílilo snížení emisí hluku, ačkoliv ještě v 90. letech byla starší letadla z těchto důvodů upravována. [27]

Prostředí znečištěná hlukem se posuzují dle hluku daného letadla a množství pohybu letadel v denní době. [27]

Vyvážený přístup v oblasti regulace hluku vychází ze čtyř pilířů (obr. 27):

1. omezení hluku u zdroje (technologické standardy);
2. územní plánování a řízení;
3. provozní protihluková opatření;
4. provozní omezení. [69]



Obrázek 27 - Čtyři hlavní prvky vyváženého přístupu k řízení hluku u letadel [69]

6.5 Znečištění provozními kapalinami

Únikem provozních kapalin se znečišťují povrchové i podzemní vody. Jedná například o kapaliny, které se používají při rozmrazování letištních ploch a letadel (u letadel odmrazovací směs obsahuje glykol), ale také o úniky leteckých pohonných hmot či maziv. Znečišťování se dá předejít používáním ekologických odmrazovacích a postřikových kapalin. Provozovatelé služeb by měli být zodpovědní při zacházení s těmito kapalinami a měli by kapaliny řádně uskláňovat. [70]

6.6 Ekologické hodnocení letadel, tzv. „ekoznačka“

Evropská unie plánuje hodnocení letů a letadel podle uhlíkové stopy. Letadla a lety by měly mít tzv. „ekoznačku“. Bylo vypsané výběrové řízení na vypracování klasifikačního systému. Ekologická značka by měla zohledňovat i další záležitosti, které ohrožují klima, takže se to netýká jen emisí CO₂ z motorů letadel. Informace, které by mělo hodnocení zahrnovat, jsou i životní cykly letadel, hluk a emise oxidů dusíku. [71]

Cílem výrobce letadel Airbus je do roku 2035 uvést na trh letoun bez emisí, palivo kerosin bude nahrazeno vodíkem. [71]

Německé centrum pro letectví a kosmonautiku se podílelo na vypracování mezinárodní studie, podle které přispívá letecký provoz k oteplování zhruba 3,5 % a třetina z toho je způsobena emisemi CO₂. [71]

6.7 Celková emisní situace ve světě

Celkový objem CO₂ vypuštěného do ovzduší v roce 2019 byl 43,1 miliardy tun. Prvenství v produkci emisí CO₂ má Čína s 27,2 %, další v pořadí je USA se 14,5 %, dále Indie 6,8 %, Rusko 4,7 %, Japonsko 3,3 %, Německo 2,2 % a ostatní země světa s celkovým podílem 27,7 % (WEF

2020 – World Economic Forum – Světové ekonomické fórum, kde se diskutuje o problémech související s ochranou zdraví a životního prostředí). [72]

Evropská unie v rámci Kjótského protokolu v roce 1997 učinila závazek snížit do roku 2012 celkové emise ve srovnání s rokem 1990 o celých 8 %. Svůj závazek Evropská unie splnila, a i nadále dochází ke snižování emisí. V roce 2014 byl Evropskou unií přijat závazek ve snížení emisí o 40 % do roku 2030, opět ve srovnání s rokem 1990. Na přelomu let 2019 a 2020 nově ustanovená Evropská komise společně s Parlamentem připravuje další postupy, které budou směřovat k uhlíkové nebo klimatické neutralitě, dne 12.12.2019 se společně dohodly (European Council 2019), že bude dosaženo uhlíkové neutrality do roku 2050. Evropské země a některé mimoevropské země závazek o dosažení uhlíkové neutrality přijaly. Příkladem přijetí závazku o uhlíkové neutralitě je Velká Británie, kde Výbor pro klimatickou změnu (Committee on Climate Change 2019) vypracoval podrobný plán. Přidaly se i další země, jako např. Rakousko a Německo, které předložily vlastní plán. Uhlíková neutralita především znamená absolutní přebudování energetiky, která se bude muset obejít bez uhlí, ropy a zemního plynu. Lze si jen těžko představit, že by letecká doprava byla schopna dosáhnout uhlíkové neutrality, všechny automobily fungovaly na elektrický pohon a vytápění bylo realizováno tepelnými čerpadly, elektřinou či vodíkem. Největším producentem emisí CO₂ je energetika, ale ani další odvětví v tomto směru nejsou zanedbatelná. [72]

Závěr

V této bakalářské práci je shrnutý všeobecný přehled o fyzikálním principu létání, obtékání křídla vzduchem nebo principu fungování vrtule. Dalším cílem bakalářské práce byla charakteristika letecké dopravy, kde seznamuje čtenáře s jednotlivými kategoriemi letadel a druhy motorů. Následuje stručné seznámení s organizacemi, které jsou činné v oblasti letectví, druhy a rozdělení v oblasti letecké přepravy, včetně jednotlivých kategorií dopravců. Další část je věnována leteckému nákladnímu prostoru, požadavkům a službám souvisejícími s přepravou nákladů, fungování letecké pošty, používání dokumentů a cen za přepravu. Je uveden také přehled velkokapacitních nákladních letounů, starších i současných moderních typů, včetně technických údajů.

V bakalářské práci je uvedeno srovnání letecké dopravy s jinými druhy nákladní dopravy z hlediska soukromých a společenských přínosů a nákladů. Rozbor dokládá, že pozitivním efektem letecké nákladní dopravy je především rychlost a přeprava těžkých či nadrozměrných nákladů.

V ekonomickém zhodnocení je uvedeno, do jaké míry se letecká doprava dostala do krize vlivem omezení v souvislosti s pandemií viru COVID-19, kdy se snížil počet přepravovaných osob i nákladů. Následkem pandemie utrpěly letecké společnosti, včetně hlavních výrobců letadel Airbus a Boeing, vysoké ztráty. Krizí byla pochopitelně zasažena i oblast nákladní dopravy, kde vlivem pandemie dochází k dlouhodobým, a je možné, že k trvalým změnám.

Negativním aspektem provozu letecké dopravy je znečišťování životního prostředí emisemi vypouštěnými do ovzduší a znečišťování prostředí v okolí letišť, kterému je věnována zvláštní kapitola o ekologickém zhodnocení. Dalším negativním aspektem letecké nákladní dopravy je velmi vysoká cena u přepravy některých objemných či těžkých nákladů.

Objem znečištění životního prostředí leteckou dopravou je předmětem diskuzí na mezinárodní úrovni již několik desítek let. Znečištění životního prostředí je v současné době velkým problémem i ostatních průmyslových odvětví.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Čtyři hlavní síly působící na letadlo [3]	2
Obrázek 2 - Laminární proudění [7].....	4
Obrázek 3 - Turbulentní proudění [7].....	4
Obrázek 4 - Rovnice kontinuity [9].....	5
Obrázek 5 - Bernoulliho rovnice [13].....	6
Obrázek 6 - Dvě hlavní složky Bernoulliho rovnice [12]	6
Obrázek 7 - Síly působící na křídlo [17]	7
Obrázek 8 - Oblast působení přetlaku a podtlaku [19].....	8
Obrázek 9 - Poměr vztlakových sil působících na křídlo [20]	8
Obrázek 10 - Princip proudové trubice [23].....	9
Obrázek 11 - Pohyb listů vrtule za letu [25].....	10
Obrázek 12 - Průběh vzletu letadla [18].....	11
Obrázek 13 - Průběh přistání letadla [18].....	12
Obrázek 14 - Náklad hlavní paluby Boeing 747-400F [27]	20
Obrázek 15 - Nakládání leteckých kontejnerů ULD [29].....	22
Obrázek 16 - Nakládání leteckých palet ULD [30].....	22
Obrázek 17 - Antonov An-225 Mrija [35].....	26
Obrázek 18 – Stratolaunch [37].....	27
Obrázek 19 - Antonov An-124 [39]	28

Obrázek 20 - Boeing 747-8F [41]	29
Obrázek 21 - Lockheed C-5 Galaxy [43]	30
Obrázek 22 - Airbus Beluga XL [44]	32
Obrázek 23 - Airbus A330-600ST Beluga [47].....	33
Obrázek 24 - Airbus A400M [49]	34
Obrázek 25 - Kondenzační čáry za letadly [66]	47
Obrázek 26 - Geografické rozložení radiačního působení oblak „contrail cirrus“. Na obrázku a) je stav v roce 2006 a obrázek b) znázorňuje modelový odhad pro polovinu 21. století. Číslo značí průměrnou hodnotu pro Zemi. [67].....	48
Obrázek 27 - Čtyři hlavní prvky vyváženého přístupu k řízení hluku u letadel [69]	49
Obrázek 28 - Přední strana nákladního listu společnosti UPS [73].....	66
Obrázek 29 - Zadní strana nákladního listu společnosti UPS [73].....	67
Obrázek 30 - Mapa leteckých tras [74]	68
Obrázek 31 - Letecké přepravní svobody [27]	69

Seznam grafů

Graf 1 - Denní počet letů v porovnání s vybranými aerolinkami [58]	41
Graf 2 - Import zboží mimo EU podle druhu dopravy [58]	42
Graf 3 - Export zboží mimo EU podle druhu dopravy [58]	43
Graf 4 - Celosvětové emise z letecké dopravy od roku 1940 do roku 2018 [64].....	46

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Unifikované ULD a jejich charakteristika [28].....	22
Tabulka 2 - Klasifikace nákladů v dopravě [54]	36
Tabulka 3 - Srovnání leteckých nákladních společností 2014-2019 (v tunokilometrech) [61]	43
Tabulka 4 - Srovnání leteckých nákladních společností 2014-2019 (tuny v tisících) [61]	44

Seznam použitých zdrojů

- [1] SLAVÍK, Svatomír a KOL. *Studijní modul 13 - Aerodynamika, konstrukce a systémy letadel*. Brno: CERM, 2004. ISBN 80-7204-395-1.
- [2] Podstata létání aneb proč letadlo létá?. *Blueskyaviation.cz* [online]. [cit. 2020-12-03]. Dostupné z: <http://blueskyaviation.cz/2015/12/08/podstata-letani/>
- [3] Síly na letadlo. In: *Sqrt4.eu* [online]. [cit. 2020-12-03]. Dostupné z: : <http://sqrt4.eu/sily-na-letadlo-3-2/>
- [4] JANDORA, Radek. Hydrodynamika. *Radek.jandora.sweb.cz* [online]. [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <http://radek.jandora.sweb.cz/f06.htm>
- [5] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika - Mechanika, Termodynamika*. První. Brno, Praha: VUTIUM, Prometheus, 2006. ISBN 80-214-1868-0.
- [6] HOFÍREK, Mojmír. *Mechanika tekutin, hydromechanika a základy aerodynamiky*. První. Havlíčkův Brod: Fragment, 1998. ISBN 80-7200-260-0.
- [7] Fyzika letu. In: *Physics.mff.cuni.cz* [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz_fyziky_pro_DS/display.php/kontinuum/4_6
- [8] Proudění ideální tekutiny. *Physics.mff.cuni.cz* [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz_fyziky_pro_DS/display.php/kontinuum/4_3
- [9] Rovnice kontinuity. In: *Wikiskripta.eu* [online]. [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Rovnice_kontinuity
- [10] Bernoulliho rovnice. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bernoulliho_rovnice

- [11] Hydrodynamický paradox. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hydrodynamický_paradox
- [12] KRÁLOVÁ, Magda. Bernoulliho rovnice. In: *Edu.techmania.cz* [online]. [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/tekutiny/bernoulliho-rovnice>
- [13] Proudění tekutin. In: *Sszdra-karvina.cz* [online]. [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: <http://www.sszdra-karvina.cz/bunka/fy/02prou/prbr.htm>
- [14] LNĚNIČKA, Jaroslav. Profily křídel modelů letadel trochu jinak. *Airspace.cz* [online]. 2013 [cit. 2020-12-15]. Dostupné z: https://www.airspace.cz/akademie_letectvi/2013/04/profily-kridel-modelu-letadel-trochu-jinak/
- [15] Reynoldsovo číslo. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Reynoldsovo_číslo
- [16] VYKOUK, Vlastimil. *Aerodynamika a mechanika letu pro piloty závěsných kluzáků* [online]. Praha: Svaz pro spolupráci s armádou, 1981 [cit. 2020-12-15]. Dostupné z: https://www.laa.sk/wp-content/uploads/2013/03/aerodynamika_a_mechanika_letu.pdf
- [17] KUTHEIL, Standa. *Stručná příručka pro letce* [online]. Třemošná: DDM Kamarád Třemošná, 2020 [cit. 2020-12-15]. Dostupné z: <https://www.ddmkamarad.cz/pdf/prirucka-letecky-tabor.pdf>
- [18] DANĚK, Milan. *Aerodynamika a mechanika letu*. Praha: Naše vojsko, 1958.
- [19] Proč letadlo letí - polopaticky. *Laazatec.cz* [online]. [cit. 2020-12-15]. Dostupné z: <http://www.laazatec.cz/clanek448.html>
- [20] Proč letí letadlo?. In: *Veda-hrou.cz* [online]. [cit. 2020-12-22]. Dostupné z: <http://www.veda-hrou.cz/cms/46-proc-leti-letadlo.html>

- [21] BOCHNÍČEK, Zdeněk. Vzhůru do oblak. *Vnuf.cz* [online]. Veletrh nápadů učitelů fyziky [cit. 2020-12-22]. Dostupné z: http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/pdf/24-02-Bochnicek_Z.pdf
- [22] Coandův efekt. *Fyzmatik.pise.cz* [online]. 2013 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: <https://fyzmatik.pise.cz/1446-coanduv-efekt.html>
- [23] HANUS, Daniel. *Pohon letadel a letadlové motory* [online]. Praha: ČVUT, 2014 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: http://webdav.agents.fel.cvut.cz/data/teaching/bep/BEP3_2014.pdf
- [24] LNĚNÍČKA, Jaroslav. Co by se mohlo, ale spíše mělo, vědět o vrtulích. *Airspace.cz* [online]. 2012 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: https://www.airspace.cz/akademie_letectvi/2012/03/co-by-se-mohlo-ale-spise-melo-vedet-o-vrtulich/
- [25] LNĚNÍČKA, Jaroslav. Celkový, potřebný a ještě využitelný tah. *Airspace.cz* [online]. 2013 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: https://www.airspace.cz/akademie_letectvi/2013/07/celkovy-potrebny-a-jeste-vyuzitelny-tah/
- [26] ŽEŽULA, Jiří. Jak se letadla dělí podle typu pohonu a principy fungování různých druhů letadlových motorů. *Flying-revue.cz* [online]. 2018 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.flying-revue.cz/svet-letecke-dopravy-struktura-letadloveho-parku>
- [27] PRUŠA, Jiří a KOL. *Svět letecké dopravy*. II. rozšířené vydání. Praha: Galileo Training, 2015. ISBN 978-80-260-8309-2.
- [28] Letecká nákladní přeprava. *Is.vstecb.cz* [online]. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: https://is.vstecb.cz/el/5610/projektclill/L_TRLD/um/11._Nakladni_letecka_preprava_CZ.pdf
- [29] Kontejner: Nepostradatelný pomocník armády. In: *Armadninoviny.cz* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/vojenske-kontejnery-historie-a-soucasnost.html>

- [30] SMARTEX. Význam leteckého carga v Praze roste. Po UPS zavádí vlastní nákladní linku i Qatar Airways Cargo. In: *Logistika.ihned.cz* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-65191120-vyznam-leteckeho-carga-v-praze-roste-po-ups-zavadi-vlastni-nakladni-linku-i-qatar-airways-cargo>
- [31] Airmail. *Iata.org* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: www.iata.org/en/programs/cargo/air-mail/#tab-1
- [32] BARRE, Francois. Nákladní kolosy v oblacích. In: *Youtube.com* [dokumentární film]. Terminal 9 Studios Production, 2017 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=KfpaxU7MO8c>
- [33] ŠKOPEK, Pavel. Deset vzdušných obrů. Největší letadlo světa se zatím prohánělo jen po ranveji. *Denik.cz* [online]. 2019 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/veda-a-technika/obrazem-stovky-lidi-i-raketoplan-deset-nejvetsich-letadel-na-svete-20200101.html>
- [34] Antonov An-225. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Antonov_An-225
- [35] HENLEIN, Horst. Antonow / Antonov An-225 Mrija. In: *Flugzeuginfo.net* [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: http://www.flugzeuginfo.net/acdata_php/acdata_an225_dt.php
- [36] Scaled Composites Stratolaunch. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Scaled_Composites_Stratolaunch
- [37] Stratolaunch má naději. In: *Kosmonautix.cz* [online]. [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: <https://kosmonautix.cz/2019/10/kosmotydenik-369-7-9-13-10/v7lrrwv0/>

- [38] Antonov An-124. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Antonov_An-124
- [39] Antonov An-124 Ruslan. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Antonov_An-124_Ruslan
- [40] Boeing 747-8. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8
- [41] Boeing 747-8. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8
- [42] Lockheed C-5_Galaxy. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Lockheed_C-5_Galaxy
- [43] MARTIN, Lockheed. C-5 Galaxy. In: *Lockheedmartin.com* [online]. [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/aero/photo/c5/c5.jpg>
- [44] TOULOUSE. Do vzduchu se poprvé vydala „běluha” XL, nafouknutá létající velryba od Airbusu. *Novinky.cz* [online]. 2018 [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/clanek/do-vzduchu-se-poprve-vydala-beluha-xl-nafouknuta-letajici-velryba-od-airbusu-244795>
- [45] Airbus Beluga XL. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Airbus_Beluga_XL

- [46] Airbus Beluga. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Airbus_Beluga
- [47] Hawarden and the Beluga. In: *Flyerdaviduk.com* [online]. [cit. 2021-01-10]. Dostupné z: <https://www.flyerdaviduk.com/2018/09/23/hawarden-and-the-beluga/>
- [48] HIRSCH, Laurent. A400M. In: *Youtube.com* [dokumentární film]. Maximal Productions, 2018 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=CcLrHU29BQc>
- [49] Airbus A400M. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-10]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Airbus_A400M
- [50] *Koncepce nákladní dopravy pro období 2017-2023 s výhledem do roku 2030* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2017 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Koncepce-nakladni-dopravy-pro-obdobi-2017-2023-s-v/MD_Koncepce_nakladni_dopravy_w.pdf.aspx
- [51] BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, Hana. Pozitivní externí efekty dopravy. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://www.enviwiki.cz/wiki/Pozitivní_externí_efekty_dopravy#cite_note-ECMT-6
- [52] TÝFA, Lukáš. Harmonizace podmínek na přepravním trhu. *Fd.cvut.cz* [online]. Praha: České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/personal/tyfal/str/publikace/2004/praha2004.pdf>
- [53] Technologické trendy v silniční dopravě, 1. etapa - Popis problémů současného stavu, oblast - silniční doprava a životní prostředí. *Tpsd-ertrac.cz* [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2018 [cit. 2021-01-18]. Dostupné z: <https://www.tpsd-ertrac.cz/file/oblast-silnicni-doprava-a-zivotni-prostredi/>


- [54] BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, Hana. Společenské dopady dopravy. In: *Enviwiki.cz* [online]. [cit. 2021-01-18]. Dostupné z: https://www.enviwiki.cz/wiki/Spole%C4%8Densk%C3%A9_dopady_dopravy
- [55] BESTA, Petr. Porovnání jednotlivých druhů dopravy. *Techportal.cz* [online]. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/download/enoviny/enlog/porovnan%C3%AD_jednotliv%C3%BD_druhu_dopravy.pdf
- [56] DRÁBEK, Michal. Silniční nákladní doprava. *Fd.cvut.cz* [online]. Praha: České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní [cit. 2021-01-25]. Dostupné z: <https://zolutarev.fd.cvut.cz/ma/ctrl.php?act=show,file,25923>
- [57] NOVÁK, Radek a Petr KOLAŘ. *Námořní nákladní přeprava*. Praha: C. H. Beck, 2015. ISBN 978-80-7400-601-2.
- [58] KOMÁREK, Luboš a KOL. *Globální ekonomický výhled - listopad 2020* [online]. Praha: Česká národní banka, 2020 [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/export/sites/cnb/cs/menova-politika/.galleries/gev/gev_2020/gev_2020_11.pdf
- [59] Otřesené letectví zachraňuje nákladní doprava, společnosti se přizpůsobují. *Idnes.cz* [online]. iDNES.cz, ČTK, 2021 [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/zahranicni/nakladni-letecka-doprava-nahradila-pasazery-covid-pandemie.A210224_131700_eko-zahranicni_vebe?zdroj=vybava_idnes
- [60] ACI, IATA, CANSO, ICAO a ICCAIA. *Aviation Benefits Report* [online]. 2019 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z: <https://www.icao.int/sustainability/Documents/AVIATION-BENEFITS-2019-web.pdf>
- [61] Top 25 Cargo Airlines 2019. *Aircargonews.net* [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z: <https://www.aircargonews.net/data-hub/top-25-cargo-airlines-2019/>

- [62] LÜKEWILLE, Anke. Emise z letecké a vodní dopravy. *Eea.europa.eu* [online]. European Environment Agency, 2018 [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/articles/emise-z-letecke-a-vodni-dopravy>
- [63] Evropská komise - Rozhodnutí rady. *Ec.europa.eu* [online]. Evropská komise, 2020 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2020/CS/COM-2020-219-F1-CS-MAIN-PART-1.PDF>
- [64] RITCHIE, Hannah. Climate change and flying: what share of global CO2 emissions come from aviation?. *Ourworldindata.org* [online]. 2020 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-aviation>
- [65] ŽÁK, Michal. Vliv na oteplování Země mají i kondenzační čáry za letadly. *In-pocasi.cz* [online]. 2019 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/kondenzacni-cary-12.9.2019/>
- [66] ANDERSON, George. Vliv na oteplování Země mají i kondenzační čáry za letadly. In: *In-pocasi.cz* [online]. 2019 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/kondenzacni-cary-12.9.2019/>
- [67] BOCK, L. a U. BRUKHARDT. Vliv na oteplování Země mají i kondenzační čáry za letadly. In: *In-pocasi.cz* [online]. 2019 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/kondenzacni-cary-12.9.2019/>
- [68] GOSSLING, Stefan, Daniel SCOTT a C. HALL. Pandemics, tourism and global change: a rapid assessment of COVID-19. *Tandfonline.com* [online]. 2020 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: doi:10.1080/09669582.2020.1758708
- [69] Aircraft Noise. *Icao.int* [online]. ICAO [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise.aspx>

- [70] ČERNÝ, Štěpán. Odmrazování letadel. *Superwings.cz* [online]. [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.superwings.cz/N%C3%A1mraza-a-sn%C3%ADh.php>
- [71] EU podle médií plánuje ekologické hodnocení letadel a letů. *Ceskenoviny.cz* [online]. 2021 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/eu-podle-medii-planuje-ekologicke-hodnoceni-letadel-a-letu/1999241>
- [72] MOLDAN, Bedřich. *Životní prostředí v globální perspektivě*. Karolinum, 2020. ISBN 978-80-246-4677-0.
- [73] How to Complete a MAWB. *Ups.com* [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://aircargo.ups.com/en-us/completing-air-waybill>
- [74] Mapa leteckých tras světa. *Flyradar.cz* [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.flyradar.cz/sledovani-letu/mapa-letadel/>

Přílohy

Příloha 1 – přední strana nákladního listu společnosti UPS

406 - <small>SHIPPER OF ORIGIN</small>		-0541 0171		406 - 0541 0171	
SHIPPER'S NAME AND ADDRESS 1		SHIPPER'S ACCOUNT NUMBER		NOT NEGOTIABLE AIR WAYBILL (AIR CONSIGNMENT NOTE)  Copies 1, 2, and 3 of this Air Waybill are originals and have the same validity.	
CONSIGNEE'S NAME AND ADDRESS 2		CONSIGNEE'S ACCOUNT NUMBER		It is agreed that the goods described herein are accepted in apparent good order and condition (except as noted) for carriage SUBJECT TO THE CONDITIONS OF CONTRACT ON THE REVERSE HEREOF. ALL GOODS MAY BE CARRIED BY ANY OTHER MEANS INCLUDING ROAD OR ANY OTHER CARRIER UNLESS SPECIFIC CONTRARY INSTRUCTIONS ARE GIVEN HEREON BY THE SHIPPER, AND SHIPPER AGREES THAT THE SHIPMENT MAY BE CARRIED VIA INTERMEDIATE STOPPING PLACES WHICH THE CARRIER DEEMS APPROPRIATE. THE SHIPPER'S ATTENTION IS DRAWN TO THE NOTICE CONCERNING CARRIER'S LIMITATION OF LIABILITY. Shipper may increase such limitation of liability by declaring a higher value for carriage and paying a supplemental charge if required.	
ISSUING CARRIER'S AGENT NAME AND CITY		AGENT'S IATA CODE		Signature of Consignee or his agent 20 Place on 21 Date/Time 22	
AGENT'S ACCOUNT NO.		ACCOUNT NO.		ALSO NOTIFY NAME AND ADDRESS (OPTIONAL ACCOUNTING INFORMATION) 24	
AIRPORT OF DEPARTURE (ADDRESS OF FIRST CARRIER) AND REQUESTED ROUTING 3		AIRPORT OF DEPARTURE (ADDRESS OF FIRST CARRIER) AND REQUESTED ROUTING		DECLARED VALUE FOR CARRIAGE 5 / DECLARED VALUE FOR CUSTOMS 6	
ROUTING AND DESTINATION TO BY FIRST CARRIER TO BY		CURRENCY <small>PRO CODE</small> WT/VOL <small>PPS</small> / <small>OSL</small> OTHER <small>PPS</small> / <small>OSL</small>		AMOUNT OF INSURANCE	
AIRPORT OF DESTINATION 4		FOR CARRIER USE ONLY FLIGHT/DATE		INSURANCE - If shipper requests insurance in accordance with conditions on reverse hereof, indicate amount to be insured in figures in box marked amount of insurance.	
HANDLING INFORMATION 7					
The shipper certifies that these commodities, technology or software were exported from the United States in accordance with the Export Administration Regulations. Diversion contrary to U.S. law is prohibited.					
NO. OF PIECES RCP 8	GROSS WEIGHT 9	WT lb 10	RATE CLASS COMMODITY ITEM NO.	CHARGEABLE WEIGHT 11	RATE CHARGE 12
			TOTAL 13		NATURE AND QUANTITY OF GOODS (INCL. DIMENSIONS OR VOLUME) 14
PREPAID		WEIGHT CHARGE		COLLECT	
PICKUP CHARGES		DELIVERY CHARGES		OTHER CHARGES	
VALUATION CHARGE		TAX		SHIPPER'S R.F.C. (MARKED TO BE CARRIED BY SHIPPER)	
TOTAL OTHER CHARGES DUE AGENT		TOTAL OTHER CHARGES DUE CARRIER		SHIPPER CERTIFIES THAT THE PARTICULARS ON THE FACE HEREOF ARE CORRECT AND THAT IN SO FAR AS ANY PART OF THE CONSIGNMENT CONTAINS DANGEROUS GOODS, SUCH PART IS PROPERLY DESCRIBED BY NAME AND IS IN PROPER CONDITION FOR CARRIAGE BY AIR ACCORDING TO APPLICABLE DANGEROUS GOODS REGULATIONS. 15	
TOTAL PREPAID		TOTAL COLLECT		EXECUTED ON 16 (Date) 17 (Time) 18 at 19 (Place)	
CURRENCY CONVERSION RATES		TOTAL COLLECT IN DESTINATION CURRENCY		SIGNATURE OF ISSUING CARRIER OR ITS AGENT	
FOR CARRIER'S USE ONLY AT DESTINATION		CHARGES AT DESTINATION		TOTAL COLLECT CHARGES	
				NO. 3 ORIGINAL FOR SHIPPER 406 - 0541 0171	

Obrázek 28 - Přední strana nákladního listu společnosti UPS [73]

Príloha 2 – zadní strana nákladního listu společnosti UPS

WAYBILL CONTRACT-FOR-CARRIAGE TERMS		
<p>1. In this contract and the Notices appearing hereon, "Carrier" includes the air carrier issuing this air waybill and every carrier and agent who carries or undertakes to carry the cargo or perform any other service related to, or incidental to, such carriage.</p> <p>2. Carriage is subject to most recent Service Terms, rates, rules, classifications, and declared value parameters and restrictions available for inspection on the website of United Parcel Service Co. at www.aircargo.ups.com which are incorporated into this contract to the same extent as if set forth verbatim herein. To request copies or receive a further explanation of this information, please call 1-502-350-3100 or your local sales office. In tendering the cargo described herein for carriage, shipper agrees to the conditions of this contract and that this Air Waybill is non-negotiable unless otherwise clearly marked. Shipper warrants it has the authority of any and all parties having any interest in the cargo to enter this contract on their behalf.</p> <p>3. All provisions herein shall govern to the full extent permissible under mandatorily applicable national law or international convention by force of law. If one or more provisions shall be held invalid or unenforceable, such provision(s) shall be enforced to the maximum extent possible and the remaining provisions shall not be affected or impaired thereby. Nothing in this contract shall be considered a waiver of any defense available under applicable national law or international convention. No agent, employee or representative of Carrier has authority to alter, modify or waive any provision of this contract.</p> <p>4. Unless packing is performed by Carrier, Shipper warrants the cargo is packed to withstand the ordinary rigors and exposures customary and inherent to air transportation. Prebuilt units (PBUs) are warranted by Shipper to be weather tight. In all events, in tendering the cargo to Carrier, shipper warrants the cargo and all parties having any interest in the cargo are compliant with all rules and regulations of this contract and applicable government regulation for air carriage. Shipper is responsible for accuracy and sufficiency of accompanying documents. Carrier shall have unrestricted liberty to, but shall be under no obligation to, inspect the packaging and contents of the cargo for any purpose and to inquire and verify the accuracy or sufficiency of information provided and to seek assurances. Discrepancies may result in shipment delay, cancellation and/or additional charges assessed by Carrier. Carrier may report, voluntarily or mandatorily, regulatory non-compliance to authorities for which severe penalties or seizure may be assessed by such authorities.</p> <p>5. As set forth herein, Carrier limits its liability to different release rates depending upon service provided, unless a higher value is declared and commensurate charges paid. Certain commodities have a maximum value which may be declared, including items of subjective/ extraordinary value and / or fragility. Where a collective value is declared, the value for each package will be determined by dividing the total declared value by the number of packages on the waybill face, absent verifiable evidence of alternative allocation. In no event shall Carrier be liable for an</p>	<p>amount greater than the value of the affected cargo or for consequential, indirect, incidental, or punitive damages even if Carrier had notice of the possibility of such damages. Transit times are not guaranteed and Carrier has no liability for delay except for the limited remedy for confirmed "Priority Service Guarantee" shipments (if applicable) as set forth in Carrier's Service Terms or to the limited extent such liability is mandated by law. Carrier shall in no event have any liability for loss of, or damage or delay to, the cargo or any part of the cargo in circumstances of: (a) inherent defect of that cargo, quality or vice of that cargo; (b) defective packing not performed by the Carrier, to include failure of a prebuilt unit (PBU) to withstand the ordinary rigors and exposures customary and inherent to air transportation; (c) concealed damage or loss within a prebuilt unit (PBU); or (d) any force majeure event, to include but not be limited to natural disasters, epidemic or other severe health crisis and associated containment measures; sinkers; riot, civil commotion; decisions, quarantines, acts and seizures by public authorities; acts of war and armed conflicts; or acts or threatened acts of public enemies, hijackers or assaulting thieves; and any other circumstance beyond Carrier's control. Any liability of Carrier for any financial loss other than loss or damage to cargo shall be limited to US\$50 (fifty dollars) per shipment or transaction unless greater liability is mandated by law.</p> <p>6. Shipment is subject to charges for actual or dimensional weight in accordance with applicable rates and rules. The shipper(s) and consignee(s), as identified on the waybill face, and their principals, shall be jointly and severally liable for all unpaid charges payable on account of this contract and also for indemnity payment to carrier for any claims, liabilities, fines, penalties, damages, costs, or other moneys which may be incurred by Carrier by reason of breach of this contract or other cause not exclusively attributable to Carrier. Claims for overcharges, duplicate billings, duplicate payments and overpayments must be made within 120 days from the date of the issue of the waybill. The claim amount may not be deducted from the air waybill charges. Instead, it will be refunded when the claim is validated and the claim amount is substantiated by the Carrier.</p> <p>7. The cargo is subject to a general lien by the Carrier for monies owed the Carrier relating to the cargo, a prior shipment, and/or any other debt, subject to sale, notice and reservation of rights provisions herein. Carrier shall have the right to lien the cargo for storage charges and to sell the cargo at public or private sale not less than 30 days after having given written notice thereof to the shipper and consignee, as identified on the waybill face. Carrier further reserves all other rights as may exist by law to recover unpaid amounts.</p> <p>8. The liability of Carrier will be that of a warehouseman if the cargo is not picked up within 48 hours after notice of its arrival is issued, provided that Carrier shall remain entitled to all benefits conveyed under this Contract, with the additional rights to lien the cargo for storage charges and to sell the cargo at public or private sale not less than 30 days after having given written notice thereof to the shipper and consignee, as identified on the waybill face. Carrier also reserves all other rights allowed by law to recover unpaid amounts.</p>	
ADDITIONAL U.S. DOMESTIC CONDITIONS OF CONTRACT		
<p>1. NOTICE CONCERNING CARRIER'S LIMITATION OF LIABILITY-> Carrier's liability is agreed to be US\$50.50 (fifty cents), per pound, multiplied by the number of pounds (or fraction thereof) of each piece of the shipment which may have been delayed, lost, damaged, or destroyed, unless a higher value is declared herein and applicable charges paid thereon for the actual value of such piece plus the amount of any transportation charges for which the shipper, consignee and bill-to third party may be liable.</p> <p>2. 2.1 As a condition precedent for recovery, claims must be filed directly with the carrier issuing this waybill in writing, in the case of - 2.1.1 visible damage/loss - within 60 days from Carrier's delivery of the cargo; 2.1.2 non-visible damage/loss - within 15 days from Carrier's delivery of the cargo; 2.1.3 delay - within 60 days from Carrier's delivery of the cargo; 2.1.4 non-delivery - within 120 days from Carrier's delivery of the cargo.</p> <p>3. Notwithstanding section (2), as a condition precedent to recovery, any damage or loss discovered after a clear receipt has been given to Carrier must be reported in writing to Carrier within 15 days after delivery to the consignee and Carrier must be given an opportunity to inspect the cargo and its packaging within 15 days after receipt of such notice. For perishable shipments, any damage or loss discovered after a clear receipt has been given to the carrier must be reported to Carrier within 24 hours after delivery to the consignee.</p>	<p>4. Any action against the Carrier must be brought within two years from the date first written notice is given by the Carrier that a claim has been disallowed in whole or in part.</p> <p>5. Any exclusion or limitation of liability applicable to Carrier shall apply to Carrier's agents, employees, and representatives and to any person whose aircraft or equipment is used by Carrier for carriage and such person's agents, employees and representatives. No agent, employee or representative of Carrier has authority to alter, modify or waive any provisions of this contract; terms of this contract may only be altered, modified or waived by a formal written agreement executed by an officer of the Carrier specifically referring to this contract.</p> <p>6. Carrier undertakes to complete the carriage with reasonable dispatch. Transportation of the cargo is subject to availability of equipment and space thereon. Carrier shall be permitted to use alternative carriers, equipment or modes of transport without notice. Carrier shall exclusively determine the routing as it deems appropriate, and shall have the liberty to change or deviate from the routing shown on the face hereof.</p> <p>7. Regardless of the service level requested or provided, shipper warrants domestic cargo is in any and all events prepared and packed to withstand a minimum 48 hour transit time.</p>	
ADDITIONAL INTERNATIONAL CONDITIONS OF CONTRACT		
<p>NOTICE CONCERNING CARRIER'S LIMITATION OF LIABILITY-> If the carriage involves an ultimate destination or stop in a country other than the country of departure, the Montreal Convention or the Warsaw Convention may be applicable to the liability of the Carrier in respect of loss of, damage or delay to cargo. Carrier's limitation of liability in accordance with those Conventions shall be as set forth in subparagraph 4 unless a higher value is declared.</p> <p>1. In this contract and the Notices appearing hereon, "CARRIER" includes the air carrier issuing this air waybill and every carrier and agent who carries or undertakes to carry the cargo or perform any other service related to, or incidental to, such carriage. SPECIAL DRAWING RIGHT (SDR) is a Special Drawing Right as defined by the International Monetary Fund. WARSAW CONVENTION means whichever of the following instruments is applicable to the contract of carriage: the Convention for the Unification of Certain Rules Relating to International Carriage by Air, signed at Warsaw, 12 October 1929; that Convention as amended at The Hague on 28 September 1955; that Convention as amended at The Hague 1955 and by Montreal Protocol No. 1, 2, or 4 (1975) as the case may be. MONTREAL CONVENTION means the Convention for the Unification of Certain Rules for International Carriage by Air, done at Montreal on 28 May 1999.</p> <p>2.1 Carriage is subject to the rules relating to liability established by the Warsaw Convention or the Montreal Convention unless such carriage is not "international carriage" as defined by the applicable Conventions.</p> <p>2.2 To the extent not in conflict with the foregoing, carriage and other related services performed by each Carrier are subject to: 2.2.1 applicable laws and government regulations; 2.2.2 provisions contained in the air waybill, Carrier's conditions of carriage and related rules, regulations, and timetables (but not the times of departure and arrival stated therein) and applicable tariffs of such Carrier, which are made part hereof, and which may be inspected at any airports or other cargo sales offices from which it operates regular services. When carriage is to/from the USA, the shipper and the consignee are entitled, upon request, to receive a free copy of the Carrier's conditions of carriage. The Carrier's conditions of carriage include, but are not limited to: 2.2.2.1 limits on the Carrier's liability for loss, damage or delay of goods, including fragile or perishable goods; 2.2.2.2 claims restrictions, including time periods within which shippers or consignees must file a claim or bring an action against the Carrier for its acts or omissions, or those of its agents; 2.2.2.3 rights, if any, of the Carrier to change the terms of the contract; 2.2.2.4 rules about Carrier's right to refuse to carry; 2.2.2.5 rights of the Carrier and limitations concerning delay or failure to perform service, including schedule changes, substitution of alternate Carrier or aircraft and rerouting.</p> <p>3. The agreed stopping places (which may be altered by Carrier in case of necessity) are those places, except the place of departure and place of destination, set forth on the face hereof or shown in Carrier's timetables as scheduled stopping places for the route. Carriage to be performed hereunder by several successive Carriers is regarded as a single operation.</p> <p>4. For international carriage to which the Montreal Convention does not apply, Carrier's liability limitation for cargo lost, damaged or delayed shall be 22 SDRs per kilogram unless a greater per kilogram monetary limit is provided in any applicable Convention or in Carrier's tariffs or general conditions of carriage.</p> <p>5.1 Except when the Carrier has extended credit to the consignee without the written consent of the shipper, the shipper guarantees payment of all charges for the carriage due in accordance with Carrier's tariffs, conditions of carriage and related regulations, applicable laws (including national laws implementing the Warsaw Convention and the Montreal Convention), government regulations, orders and requirements.</p> <p>5.2 When no part of the consignment is delivered, a claim with respect to such consignment will be considered even though transportation charges thereon are unpaid.</p> <p>6. 6.1 For cargo accepted for carriage, the Warsaw Convention and the Montreal Convention permit shipper to increase the limitation of liability by declaring a higher value for carriage and paying a supplemental charge if required. 6.2 In carriage to which neither the Warsaw Convention nor the Montreal Convention applies Carrier shall, in accordance with the procedures set forth in its general conditions of carriage and applicable tariffs, permit shipper to increase the limitation of liability by declaring a higher value for carriage and paying a supplemental charge if so required.</p>	<p>7. 7.1 In cases of loss of, damage or delay to part of the cargo, the weight to be taken into account in determining Carrier's limit of liability shall be only the weight of the package or packages concerned. 7.2 Notwithstanding any other provisions, for "foreign air transportation" as defined by the U.S. 7.2.1 in the case of loss of, damage or delay to a shipment, the weight to be used in determining Carrier's limit of liability shall be the weight which is used to determine the charge for carriage of such shipment; and 7.2.2 in the case of loss of, damage or delay to a part of a shipment, the shipment weight in 7.2.1 shall be prorated to the packages covered by the same air waybill whose value is affected by the loss, damage or delay. The weight applicable in the case of loss or damage to one or more articles in a package shall be the weight of the entire package.</p> <p>8. Any exclusion or limitation of liability applicable to Carrier shall apply to Carrier's agents, employees, and representatives and to any person whose aircraft or equipment is used by Carrier for carriage and such person's agents, employees and representatives.</p> <p>9. Carrier undertakes to complete the carriage with reasonable dispatch. Where permitted by applicable laws, tariffs and government regulations, Carrier may use alternative carriers, aircraft or modes of transport without notice but with due regard to the interests of the shipper. Carrier is authorized by the shipper to select the routing and all intermediate stopping places that it deems appropriate or to change or deviate from the routing shown on the face hereof.</p> <p>10. Receipt by the person entitled to delivery of the cargo without complaint shall be prima facie evidence that the cargo has been delivered in good condition and in accordance with the contract of carriage. 10.1 In the case of loss of, damage or delay to cargo a written complaint must be made to Carrier by the person entitled to delivery. Such complaint must be made: 10.1.1 in the case of damage to the cargo, immediately after discovery of the damage and at the latest within 14 days from the date of receipt of the cargo; 10.1.2 in the case of delay, within 21 days from the date on which the cargo was placed at the disposal of the person entitled to delivery. 10.1.3 in the case of non-delivery of the cargo, within 120 days from the date of issue of the air waybill, or if an air waybill has not been issued, within 120 days from the date of receipt of the cargo for transportation by the Carrier. 10.2 Such complaint may be made to the Carrier, whose air waybill was used, or to the first Carrier or to the last Carrier or to the Carrier, which performed the carriage during which the loss, damage or delay took place. 10.3 Unless a written complaint is made within the time limits specified in 10.1 no action may be brought against Carrier. 10.4 Any rights to damages against Carrier shall be extinguished unless an action is brought within two years from the date of arrival at the destination, or from the date on which the aircraft ought to have arrived, or from the date on which the carriage stopped.</p> <p>11. Shipper shall comply with all applicable laws and government regulations of any country to or from which the cargo may be carried, including those relating to the packing, carriage or delivery of the cargo, and shall furnish such information and attach such documents to the air waybill as may be necessary to comply with such laws and regulations. Carrier is not liable to shipper and shipper shall indemnify Carrier for loss or expense due to shipper's failure to comply with this provision.</p> <p>12. No agent, employee or representative of Carrier has authority to alter, modify or waive any provisions of this contract.</p> <p>UPS NOTE: Regardless of the service level requested or provided, shipper warrants international cargo is in any and all events prepared and packed to withstand a minimum 72 hour transit time.</p>	

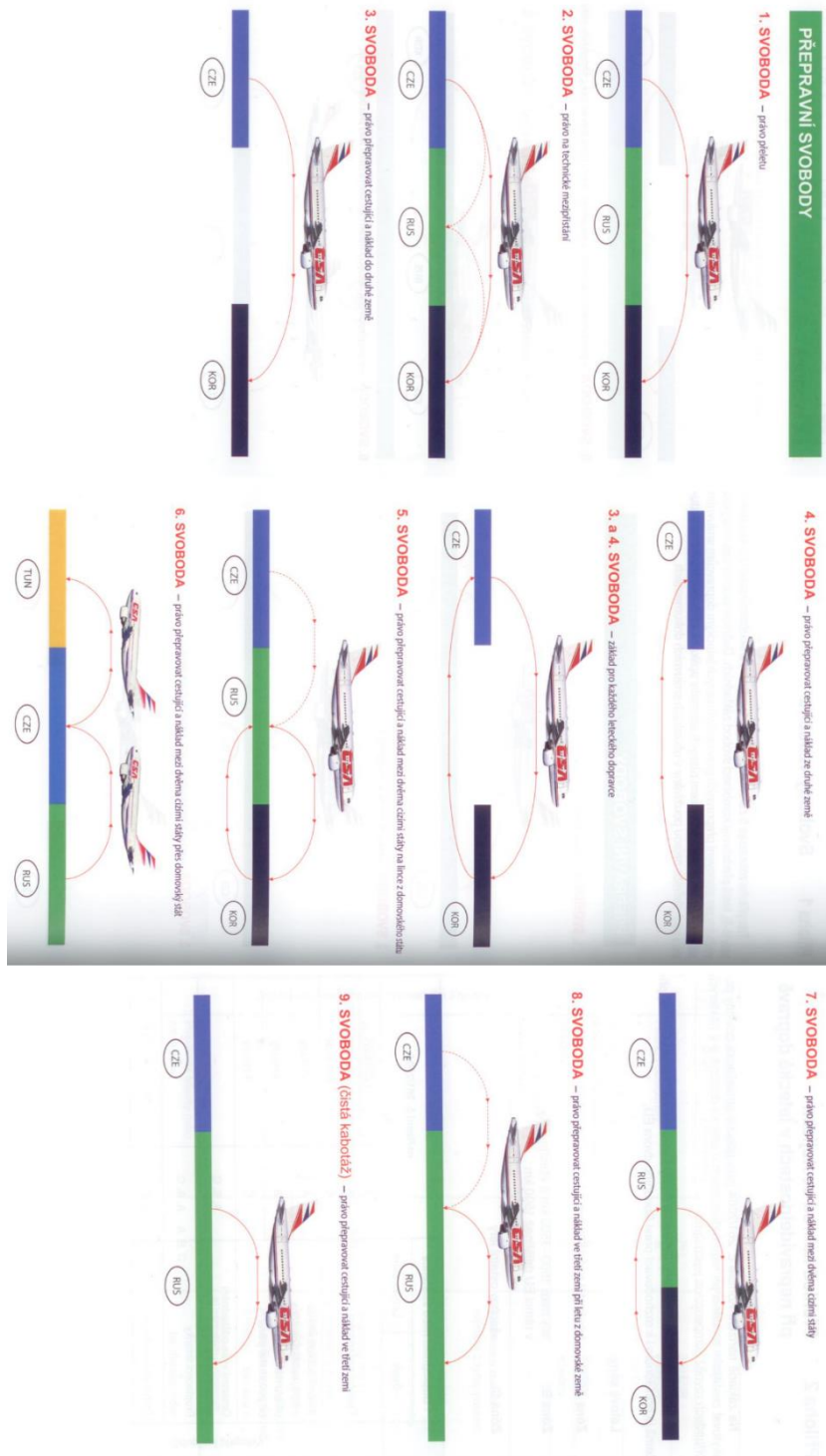
Obrázek 29 - Zadní strana nákladního listu společnosti UPS [73]

Příloha 3 – mapa leteckých tras na mapě světa



Obrázek 30 - Mapa leteckých tras [74]

Příloha 4 – Převážní svobody



Obrázek 31 - Letecké přepravní svobody [27]