

**České vysoké učení technické v Praze**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**



**K617 – Ústav logistiky a managementu dopravy**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

***Uplatnitelnost úzkotrupých letadel  
s prodlouženým doletem***

***Applicability of narrow body aircrafts with extended flight  
range***

Jméno: Petr Kryštof

Studijní skupina: 3-60

Akademický rok: 2022/2023

---

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Petr Kryštof**

Studijní program (obor/specializace) studenta:

**bakalářský – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů**

Název tématu (česky): **Uplatnitelnost úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem**

Název tématu (anglicky): Applicability of narrow body aircrafts with extended flight range

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- definice úzkotrupých letadel
- porovnání s aktuálními typy letadel využívaných v osobní letecké dopravě
- příklady z praxe - ekonomické a technologické srovnání
- udržitelnost projektu - obhajoba udržitelnosti používání úzkotrupých letadel



- Rozsah grafických prací: v souladu s požadavky na bakalářskou práci
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Pruša, J.: Svět letecké dopravy  
Holloway, S.: Straight and level - Practical airline economics  
Bína, L.: Provozování letecké dopravy a logistika  
Tomová, A.: Ekonomika leteckých společností

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Skolilová, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2022**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **7. srpna 2023**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu logistiky a managementu dopravy



prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

  
Petr Kryštof  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 30. září 2022

---

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat především paní doktorce Ing. Petře Skolilové, Ph.D., která byla vedoucí mé bakalářské práce a bez jejíž vstřícnosti, rad a konzultací by tato práce nejspíše nevznikla. Dále pak mé rodině, díky níž jsem měl ideální podmínky pro studium na ČVUT, Fakultě dopravní. V neposlední řadě rodičům, rodinným příslušníkům a rodinným známým za celkovou morální podporu a věcné připomínkování pracovní verze této bakalářské práce.

## PROHLÁŠENÍ

- a) „Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).“ (pokud nebyla tato závěrečná práce zadána jako utajená dle čl. 15 odst. 11 aktuální Směrnice děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů)
- b) „Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 31.05.2023

Petr Kryštof



---

**České vysoké učení technické v Praze**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

*Uplatnitelnost úzkotrupých letadel  
s prodlouženým doletem*

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Petr Kryštof**

**Květen 2023**

**Abstrakt**

Bakalářská práce „*Uplatnitelnost úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem*“ přibližuje situaci na trhu dopravních letadel a popis nových strojů na trhu a jejich vlastností. Dále přináší analýzu vlastností a provozu úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem.

**Klíčová slova**

Airbus A321XLR; dopravní letoun; úzkotrupý letoun; širokotrupý letoun

**Abstract**

Bachelor's thesis "*Applicability of narrow body aircrafts with extended flight range*" clarifies the situation on a transportation aircraft market and describes new airplanes on the market and their attributes. Furthermore, it brings an analysis of attributes and running of narrow body aircrafts with extended flight range.

**Key words**

Airbus A321XLR; transportation airplane; narrow body airplane; wide body airplane

## Obsah

<b>1. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A TERMÍNŮ.....</b>	<b>8</b>
<b>2. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>3. DEFINICE ÚZKOTRUPÝCH LETADEL .....</b>	<b>10</b>
3.1.    DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ V LETECTVÍ .....	10
3.2.    DOPRAVNÍ LETOUNY .....	11
3.2.1.    Dělení dle doletu letounu .....	12
3.2.2.    Dělení dle kapacity letounu .....	12
3.2.3.    Dělení dle druhu motorů letounu .....	12
3.2.4.    Dělení dle šířky trupu, respektive uspořádání sedadel letounu ...	13
3.3.    SHRNUTÍ DEFINICE ÚZKOTRUPÝCH LETADEL .....	14
<b>4. POROVNÁNÍ S AKTUÁLNÍMI TYPY LETADEL VYUŽÍVANÝCH V OSOBNÍ LETECKÉ DOPRAVĚ .....</b>	<b>15</b>
4.1.    PŘEDNÍ VÝROBCI DOPRAVNÍCH LETADEL .....	15
4.1.1.    Airbus SE .....	16
4.1.2.    The Boeing Company .....	17
4.2.    POROVNÁNÍ ÚZKOTRUPÝCH A ŠIROKOTRUPÝCH LETADEL .....	19
4.2.1.    Popis dispozice letounu .....	19
<b>5. PŘÍKLADY Z PRAXE – EKONOMICKÉ A TECHNOLOGICKÉ SROVNÁNÍ .....</b>	<b>25</b>
5.1.    NEJBĚŽNĚJŠÍ ÚZKOTRUPÁ LETADLA .....	27
5.1.1.    Airbus A320 family .....	27
5.1.2.    Boeing 737 .....	30
5.2.    POROVNÁNÍ ŠIROKOTRUPÝCH LETADEL A ÚZKOTRUPÝCH LETADEL S PRODLOUŽENÝM DOLETEM .....	32
<b>6. VYUŽITELNOST V NÁKLADNÍ DOPRAVĚ .....</b>	<b>34</b>

<b>7. UDRŽITELNOST PROJEKTU – OBHAJOBA UDRŽITELNOSTI POUŽÍVÁNÍ ÚZKOTRUPÝCH LETADEL S PRODLOUŽENÝM DOLETEM .....</b>	<b>37</b>
7.1. VYUŽITELNOST NA PRAVIDELNÝCH LINKÁCH .....	38
7.1.1. Praha – Chicago .....	39
7.1.2. Praha – Miami .....	39
7.1.3. Praha – Kalkata .....	40
7.2. VYUŽITELNOST NA CHARTEROVÝCH LINKÁCH .....	41
7.2.1. Praha – Nosy Be .....	42
7.2.2. Praha – Punta Cana .....	42
7.2.3. Praha – Colombo .....	43
7.3. VYUŽITELNOST NA NÁKLADNÍCH LINKÁCH .....	44
7.4. VYHODNOCENÍ KONKRÉTNÍ TRASY PRAHA – KALKATA .....	45
<b>8. ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
<b>9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>48</b>
<b>10. SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>54</b>
<b>11. SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>55</b>
<b>12. SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>56</b>

## 1. Seznam použitých zkratk a termínů

<b>ER</b>	<b>Extended Range (= prodloužený dolet)</b>
<b>LR</b>	<b>Long Range (= dlouhý dolet)</b>
<b>XLR</b>	<b>Xtra Long Range (= extra dlouhý dolet)</b>
<b>BCF</b>	<b>Boeing Converted Freighter (= konverze pasažérského Boeingu na nákladní)</b>
<b>neo</b>	<b>new engine option (= nová varianta motorů)</b>
<b>ceo</b>	<b>current engine option (= dosavadní varianta motorů)</b>
<b>P2F</b>	<b>Passanger To Freight (= konverze pasažérského Airbusu na nákladní)</b>
<b>MTOW</b>	<b>Maximum Take-Off Weight (= maximální vzletová hmotnost)</b>
<b>ULD</b>	<b>Unit Load Device (= jednotkové nákladové zařízení)</b>
<b>pax</b>	<b>passenger (= cestující)</b>
<b>BLF</b>	<b>Breakeven Load Factor (= hranice bezztrátového vytížení)</b>
<b>QC</b>	<b>Quick Change (= rychlá změna uspořádání kabiny Boeingu)</b>
<b>ČSA</b>	<b>České Aerolinie</b>
<b>nmi</b>	<b>nautical mile (= námořní míle)</b>
<b>Sharklet</b>	<b>zahnuté konce křídel pro snížení spotřeby paliva u letadel Airbus</b>
<b>Winglet</b>	<b>zahnuté konce křídel pro snížení spotřeby paliva u letadel Boeing</b>
<b>NG</b>	<b>Next Generation (= další generace)</b>
<b>combi</b>	<b>kombinace nákladního prostoru s prostorem pro cestující na jedné palubě</b>
<b>hub</b>	<b>uzel (logistický)</b>
<b>fly-by-wire</b>	<b>plně digitální řídicí systém letounu Airbus</b>



## 2. Úvod

Zavedení úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem je v posledních letech velkým tématem. Tyto stroje budou schopné konkurovat širokotrupým letadlům a existuje velká pravděpodobnost, že se s jejich příchodem změní přímo celý letecký průmysl a celkově oblast civilního letectví. V případě zavedení přímých dálkových letů s menší kapacitou mezi méně významnými destinacemi může dojít k poklesu vytíženosti přestupních uzlů a smysluplnosti leteckých aliancí. Proto je vhodné úzkotrupá letadla s prodlouženým doletem sledovat, analyzovat a zavčas porozumět jejich vlastnostem a případnému uplatnění v civilním letectví.

Cílem této bakalářské práce je komplexně ověřit využitelnost úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem. Toho docílím tak, že čtenáři nejdříve přiblížím situaci na trhu dopravních letadel, a to definicí úzkotrupých a širokotrupých letounů a jejich následného srovnání. Dále představím úzkotrupá letadla s prodlouženým doletem a jejich vlastnosti. Na to navážu analýzami mezi jednotlivými modely a verzemi letounů napříč předními výrobci. Zmíním téma úzkotrupých nákladních letounů a v neposlední řadě představím modely vhodných leteckých tras pro úzkotrupé letouny s prodlouženým doletem. S využitím jedné z modelových tras ověřím konkrétní dopady provozu úzkotrupého letounu s prodlouženým doletem a širokotrupého letounu na dané trase.

## 3. Definice úzkotrupých letadel

### 3.1. Definice základních pojmů v letectví

V první řadě je vhodné definovat jednotlivé klíčové pojmy v letecké dopravě a celkově v letectví. Vzhledem k tomu, že základních pojmů je celá řada a jednotliví odborníci se mohou přit, zda se jedná o klíčový pojem či nikoliv, jsou níže uvedené pojmy a jejich vysvětlení dle názoru autora stěžejní pro problematiku pojednávané práce.

**Letadlo** (angl. *aircraft*) – letadlem se rozumí jakýkoliv dopravní prostředek, jenž se pohybuje v zemské atmosféře. Dělí se na letadla lehčí než vzduch a letadla těžší než vzduch.

Letadla lehčí než vzduch jsou v atmosféře nadnášena (horkovzdušný balon) a mohou se i pohybovat na základě nezávislého pohonu (vzducholod').

Letadla těžší než vzduch se v atmosféře pohybují na základě vzdušných sil, a to především vztlaku, bez nichž by se vzhledem k působení gravitační síly nebyla schopna v atmosféře udržet. Rozeznáváme letadla bez pohonu, která mají nepohyblivé nosné plochy [padák, kluzák (větroň, rogalo)] a letadla s pohonem. Nosné plochy u letadel se nazývají křídla. Letadla s vlastním pohonem (pohonná jednotka vrtulová, proudová) se dále dělí na ta bez nosných ploch (raketa), s pohyblivými nosnými plochami (vrtulník) a především ta s nepohyblivými nosnými plochami (letoun). [1], [2]

**Letoun** (angl. *airplane*) – tématem této práce jsou právě letouny. Jedná se tedy o letadla s vlastním pohonem a nepohyblivými křídly, která mohou sloužit jak letecké osobní dopravě, tak letecké nákladní dopravě. V těchto případech se bavíme o dopravních letounech. Stejně tak mohou letouny sloužit vojenským účelům, kde se jedná o různé varianty stíhacích letounů, bitevních letounů a bombardérů.

Letouny mohou být nadzvukové a podzvukové. Hranici rychlosti zvuku vyjadřuje takzvané Machovo číslo, které udává poměr rychlosti objektu ve vzduchu vůči rychlosti zvuku. V případě vojenství je běžné, že stíhací letouny a bombardéry jsou schopny překročit rychlost zvuku. U dopravních letounů se let nadzvukovou rychlostí momentálně nevyužívá, avšak v historii letectví k pravidelnému využití nadzvukové rychlosti za komerčního letu došlo, a to u letounů Concorde. [3], [4]

Vzhledem k tomu, že letoun je zároveň letadlem, respektive jeho typem, tak se zcela běžně o letounech hovoří obecně jako o letadlech.

**Letecká doprava** – je proces přemístění osob či nákladu z bodu A do bodu B pomocí letadla. Letadla jsou provozována **leteckými dopravci**, kteří zodpovídají za provoz letadla, bezpečnost zboží a osob během dopravy a mají patřičná povolení a licence k provozování letecké dopravy.

**Letectví** – je obor, jehož předmětem je létání letadly. V oboru podnikají letečtí dopravci a působí soukromé osoby a spolky, kteří provozují a létají s letadly také na nekomerční bázi (za účelem sportu, rekreace nebo vlastní dopravy).

### 3.2. Dopravní letouny

Jedná se o letouny, které jsou primárně určeny a zkonstruovány pro přepravu osob nebo nákladu. Mohou se dělit do jednotlivých kategorií dle mnoha rozdílných aspektů, respektive vlastností letounů. Samotné kategorie se liší v závislosti na druhu sledovaných vlastností. Dopravní letouny lze dělit dle:

- a) Délky doletu
- b) Kapacity
- c) Druhu motorů
- d) Uspořádání sedadel

[1]

### 3.2.1. Dělení dle doletu letounu

Dopravní letouny se dělí dle maximální možné vzdálenosti, kterou je letoun schopen bezpečně urazit od natankování bez mezipřistání (angl. *flightrange*).

- Dolet < 1000 km
  - Jedná se o krátké tratě, většinou v rámci regionů.
- Dolet 1000 – 3000 km
  - Takzvané střední tratě, může se jednat o mezinárodní linky.
- Dolet > 3000 km
  - Dlouhé tratě, letouny jsou prioritně nasazovány na mezikontinentální trasy.

[1]

### 3.2.2. Dělení dle kapacity letounu

Jako další možnost dělení se nabízí dělení dle kapacity přepravených cestujících (zkr. *pax*). Ta se třídí následovně:

- Aerotaxi – 3-10 cestujících
- Malá dopravní letadla – 10-30 cestujících
- Střední dopravní letadla – 30-100 cestujících
- Velká dopravní letadla – 100-200 cestujících
- Velkokapacitní letadla – více než 200 cestujících

[1]

### 3.2.3. Dělení dle druhu motorů letounu

Jedná se o rozdělení na základě druhů pohonných jednotek dopravního letounu.

- Vrtulové (pístové) pohonné jednotky
  - Jedná se o pohonné jednotky složené z válců s přímým vstřikováním (motor) a propeleru tvořeného listy (vrtule)

- Rychlost těchto letounů nepřesahuje 550 km/h
- Turboprotulové pohonné jednotky (turboprop)
  - Oproti klasické vrtulové jednotce má zvýšený výkon
  - Může dosáhnout lehce vyšší rychlosti a je efektivnější
- Proudové pohonné jednotky
  - Cestovní rychlost těchto letounů se pohybuje okolo 800 km/h
  - Pomocí kompresoru jsou roztáčeny listy turbíny

[5], [6]

### 3.2.4. Dělení dle šířky trupu, respektive uspořádání sedadel letounu

Zde se letouny dělí pouze na dvě kategorie, které jsou však neméně důležité. Lze je dělit dle definované šířky trupu, případně dle uspořádání sedadel napříč letadlem. Uspořádání sedadel v kabině pro cestující pak zpravidla (v závislosti na cestovní třídě) koresponduje právě s definovanou šířkou trupu. Dělí se na letouny:

- Úzkotrupé (angl. *narrowbody*)
  - Mají maximálně 6 sedaček v řadě s jednou uličkou (zpravidla uprostřed)
  - Vnější šířka trupu do 4 metrů
  - Varianty rozmístění sedaček vedle sebe (angl. *layout*) 2-2 / 2-3 / 3-3 apod.
- Širokotrupé (angl. *widebody*)
  - Mají 7-11 sedaček v řadě se dvěma uličkami
  - Vnější šířka trupu od 5 metrů
  - Rozmístění sedaček zpravidla 2-4-2 / 3-4-3 apod.

[5]

Letouny úzkotrupé jsou v běžném provozu nasazovány na krátké a střední tratě, zatímco letouny širokotrupé na tratě dálkové (mezikontinentální). Důvodem je, že úzkotrupé letouny jsou oproti širokotrupým méně

kapacitní a celkově menší, tudíž mají přirozeně i menší dolet. Nasazování širokotrupých letounů na kratší tratě, než dálkové, se nevylučuje, avšak ekonomika provozu těchto letounů na krátkých tratích je poměrně složitá až nevýhodná. Taktéž nasazování úzkotrupých letounů na dálkové lety není vyloučeno, ale v současnosti se doletem nemohou vyrovnat širokotrupým letounům, a tak je zapotřebí na trase provést mezipřistání pro doplnění paliva. Tento fakt znamená zdržení a diskomfort pro pasažéry (z bezpečnostních důvodů by neměli být cestující během tankování přítomni na palubě) a v neposlední řadě vyšší cyklus vzletů a přistání letounu, tudíž vyšší náklady na jeho provoz.

### 3.3. Shrnutí definice úzkotrupých letadel

Úzkotrupá letadla, přesněji řečeno úzkotrupé dopravní letouny, jsou letadla s pevným křídlem a vlastním pohonem. Tím může být vrtulová pohonná jednotka, ale častěji jím je turbovrtulová či proudová jednotka. Jedná se o stroje používané pro krátké a střední tratě, tedy pro regionální a kratší mezinárodní lety. Existují ve variantách čistě pasažérských, nákladních či ve variantách kombinujících obě možnosti. Vnější šířka trupu úzkotrupých letadel je limitována 4 metry, respektive maximálně 6 sedadly s jednou uličkou v jedné řadě. Dolet největších úzkotrupých letadel se pohybuje mezi 4 až 6 tisíci kilometry. [7], [8]

## 4. Porovnání s aktuálními typy letadel využívaných v osobní letecké dopravě

### 4.1. Přední výrobci dopravních letadel

Nabídka na trhu s dopravními letadly není nijak bohatá, oproti, například, automobilovému průmyslu. Přestože je letecký průmysl velmi obsáhlý, finální výrobou dopravních letadel se zabývá velmi málo společností, a dominují tak celosvětovému trhu. Dopravní letadla lze z funkčního hlediska přirovnat například k autobusům. Zatímco autobusových výrobců je po celém světě opravdu mnoho, výrobců dopravních letadel je jen hrstka a až na výjimky působí po celém světě. Předně se jedná o americkou společnost Boeing a francouzskou společnost Airbus, kteří mají výrobní závody napříč kontinenty a jsou předními a hlavními dodavateli všech typů letadel. V případě výrobců dopravních letadel tak lze hovořit o tržním oligopolu, neb na trhu působí dva přední výrobci, kteří svou technickou vyspělostí, zázemím a know-how udávají budoucí směr celého odvětví. Poptávka razantně převyšuje nabídku, a tak tito výrobci kupí objednávky na výrobu stovek strojů. Objednávky pak nabírají zpoždění, ať z důvodu pomalých certifikací strojů, anebo kvůli přerušným dodavatelským řetězcům. Výrobci se snaží zpoždění dohánět například výrobou stejných typů letadel na více kontinentech, což může mít za následek pokles kvality výrobku, protože dodavatelé jednotlivých komponentů se mohou lišit.

Zatímco na trhu se širokotrupými letadly působí, až na sporadické výjimky (ruský Sukhoi a Tupolev), společnosti Boeing a Airbus, trh s úzkotrupými letadly je o něco otevřenější. Mezi výrobci úzkotrupých proudových letadel působí taktéž brazilský Embraer (nově začal sériově vyrábět i nákladní verze letounů) a donedávna kanadský Bombardier (z 50 % vlastněný Airbusem, kterému prodal úspěšný projekt CSeries – dnes Airbus A220) – nyní se zaměřuje především na soukromá letadla. Dále je to čínský Comac, který však čelí již z výroby morální zastaralostí letounů a problémům

s certifikací. Nesmím opomenout ruská letadla Sukhoi s modely SuperJet, které však mají dlouhodobě problémy s kvalitou dodávaných materiálů, především rusko-francouzských motorů. [9]

Z výrobců turbovrtulových letadel uvedu francouzsko-italskou společnost ATR, která je z 50 % vlastněná Airbusem. Dále jím byl kanadský Bombardier, který však výrobu modelové řady Dash již ukončil. Stejně tak na trhu středních a velkých dopravních letadel nepůsobí celá řada jinak dříve známých firem. Namátkou se jedná o nizozemský Fokker, British Aerospace s modelem Avro RJ či americké McDonnell Douglas s modely MD nebo Lockheed. V zemích bývalého Východního bloku jimi byli především Sukhoi a Tupolev. Většina z těchto výrobců tvořila historii letectví, avšak časem své výrobní programy prodali a dnes se zaměřují například na kosmonautiku nebo vojenství. [10]

Za zmínku stojí český výrobce malých turbovrtulových dopravních letadel Aircraft Industries, dříve známý jako LET Kunovice, který již po desetiletí produkuje modelovou řadu L-410 v moravských Kunovicích. Jedná se o multifunkční dvoumotorový úzkotrupý letoun, který je schopný přistávat na velmi krátkých, a i nezpevněných plochách. Vyznačuje se skvělou manévrovatelností, jednoduchou údržbou a spolehlivým provozem v extrémních podmínkách. Proto je dobře uplatnitelný především v rozvojových zemích a horských oblastech. Pojme až 19 cestujících v konfiguraci 2-1, nebo 2,3 tuny nákladu. Uletí 2500 km na jedno natankování a jeho motory od nadnárodní firmy General Electric Aviation (GE) a propelery od firmy Avia jsou vyráběny v České republice. [11]

### 4.1.1. Airbus SE

Airbus SE je holding, který se zabývá výzkumem, vývojem a výrobou v segmentu dopravních letadel, vojenství a kosmonautiky. V leteckém průmyslu hraje roli momentálně nejúspěšnějšího hráče na trhu.



Se 130 000 zaměstnanci napříč kontinenty konkuruje především letitému americkému rivalovi Boeingu. Společnost byla založena v roce 1970 jako kolaborace několika menších evropských společností (Německo, Velká Británie, Francie), a to za účelem vývoje evropského širokotrupého letounu, který by byl schopný konkurovat dominujícím americkým strojům. Vznikl tak první letoun Airbus A300, na nějž společnost během 50 let navázala modely Airbus A310, A320, A330, A340, A350, A380 a jejich různými verzemi. Model Airbus A320 a jeho derivace (souhrnně A320 family) se staly nejprodávanějším modelem letadla vůbec s více jak 10 000 vyrobenými kusy. Je taktéž průkopníkem v ovládnání civilního letadla pomocí takzvaného „fly-by-wire“, neboli plně digitálního řídicího systému. Letoun Airbus A380 se stal nejkapacitnějším a obecně největším civilním dopravním letadlem v historii. [12]

Dnes má mateřská společnost, jejíž vedení sídlí ve francouzském Toulouse, několik dceřiných společností. Jsou jimi Airbus S.A.S., zabývající se výrobou dopravních letounů, Airbus Helicopters, který je taktéž předním leadrem v oblasti vrtulníků (např. modely Eurocopter) a dronů, dále Airbus Space, jenž vyvíjí vesmírné technologie, stroje a aktivně se podílí na mnoha kosmických projektech nebo Airbus Defense, pod který spadají vojenské transportní letouny, technologie a stíhací letouny. Významnými společnostmi, ve kterých drží Airbus nadpoloviční podíl, jsou příkladem ATR, španělský výrobce CASA a Bombardier. [12]

### 4.1.2. The Boeing Company

Přímý americký konkurent evropského Airbusu vznikl v roce 1916 v americkém Seattlu, kde se dodnes vyrábí mnohé modely. Současná historie společnosti se začala psát po roce 1997, kdy došlo k fúzi se společností McDonnell Douglas, výrobcem mnoha typů dopravních letounů té doby. Dnes společnost zaměstnává přes 140 000 zaměstnanců napříč 65 státy a má výrobní linky čistě v USA. Jeho mateřské společnosti podnikají v několika oblastech. Těmi jsou výroba civilních letadel

zastoupená Boeing Commercial Airplanes, dále ve vojenství, vesmírném průmyslu a zabezpečení – Boeing Defense, Space & Security. Třetí dceřinou společností je Boeing Global Services. Boeing je taktéž majoritním vlastníkem několika dalších významných společností. Jednou z nich je kupříkladu Rockwell International, jenž dodávala americké raketoplány. The Boeing Company je největším americkým exportérem. [13], [14]

Oproti Airbusu má Boeing zkušenosti s více modelovými řadami proudových civilních letounů, produkce mnohých z nich již však byla ukončena. V historii firmy se jedná o modely Boeing 707, 717, 727, 737, 747, 757, 767, 777 a 787. Stejně jako u Airbusu se každý model dočkal mnoha variant. Nejznámějšími jsou modelové řady Boeing 747 „Jumbo“ a jeho deriváty, které měly jako první na světě dvě paluby nad sebou a jejichž výroba již byla ukončena, a Boeing 737, který se vyrábí dodnes a během let prošel mnoha variantami a modernizacemi. Poslední modernizovaná verze Boeingu 737, která se nazývala Boeing 737 MAX (od čehož bylo později upuštěno), bohužel nenavázala z ekonomického hlediska na předchozí velmi úspěšné a provozně spolehlivé varianty. Vlivem modernizace řídicích systémů docházelo k počítačem řízeným zásahům do řízení za letu, se kterým si piloti neuměli v danou chvíli poradit. To vedlo k několika nehodám s fatálními následky a dočasnému celosvětovému uzemnění tohoto typu letadel. [13]

Vlivem dočasného uzemnění Boeingu 737 MAX, pozastavení jeho výroby, jeho opětovné certifikaci a kompenzacím se společnost momentálně dostává do těžké finanční situace. Světové letecké společnosti se s Boeingem soudí za náhrady za uzemnění letadel, zpožděné dodávky a ruší celé objednávky. Přestože má stále Boeing v zásobě mnoho kontraktů, a tedy jistotu zaplnění výrobních kapacit, dobré jméno společnosti utrhlo tvrdou ránu. Tomu předcházelo nejenom uzemnění po smrtelných nehodách, ale taktéž dlouhodobý problém s kvalitou výroby a dodávaných motorů. Za zmínku stojí například vznětlivé baterie

u Boeingu 787, právě nehody Boeingu 737 MAX, letité zpoždění s certifikací a výrobou Boeingu 777X nebo aktuálně obecně nekvalitní finální montáž letadel. Všechny tyto aspekty mohou nést této tradiční firmě, která je velmi závislá na americké ekonomice, velké potíže. [13], [15]

### 4.2. Porovnání úzkotrupých a širokotrupých letadel

V této podkapitole jsou popsány, do jisté míry především obecné, rozdíly mezi širokotrupými a úzkotrupými letadly. Konkrétním technickým a ekonomickým srovnáním s využitím příkladů z praxe se věnuje kapitola 5. (*Příklady z praxe – ekonomické a technologické srovnání*).

Jak je již definováno výše v podkapitole 3.2.4. (*Dělení dle šířky trupu, respektive uspořádání sedadel*), širokotrupá i úzkotrupá letadla mají každá svá specifika, dle kterých je lze dělit. Jedná se buď o již zmíněné vnější šířky trupu, které běžně nepřekračují stanovené hodnoty, nebo též zmíněné rozložení sedadel v jedné řadě. V tomto případě se typ definuje dle počtu uliček na palubě (podélně) zpravidla v ekonomické cestovní třídě. Velmi zjednodušeně řečeno se na trhu vyskytují dva typy letadel – ta s jednou uličkou (úzkotrupá) a se dvěma uličkami (širokotrupá).

Porovnání jednotlivých typů je popsáno níže. Jsou zde uvedeny konkrétní, na první pohled patrné, rozdíly.

#### 4.2.1. Popis dispozice letounu

Na uvedených schématech, poskytnutých serverem AeroLOPA, popisují jednotlivé dispozice, neboli situační řešení (rozvržení sedaček) kabin letounů různých světových leteckých společností.

Příkladem uvedu kabinu letounu Boeing 787-10 společnosti British Airways (obr. č. 2), který je zástupcem širokotrupých letadel. Tu porovnam s kabinou letounu ATR 72-500 společnosti Finnair (obr. č. 1), který je naopak

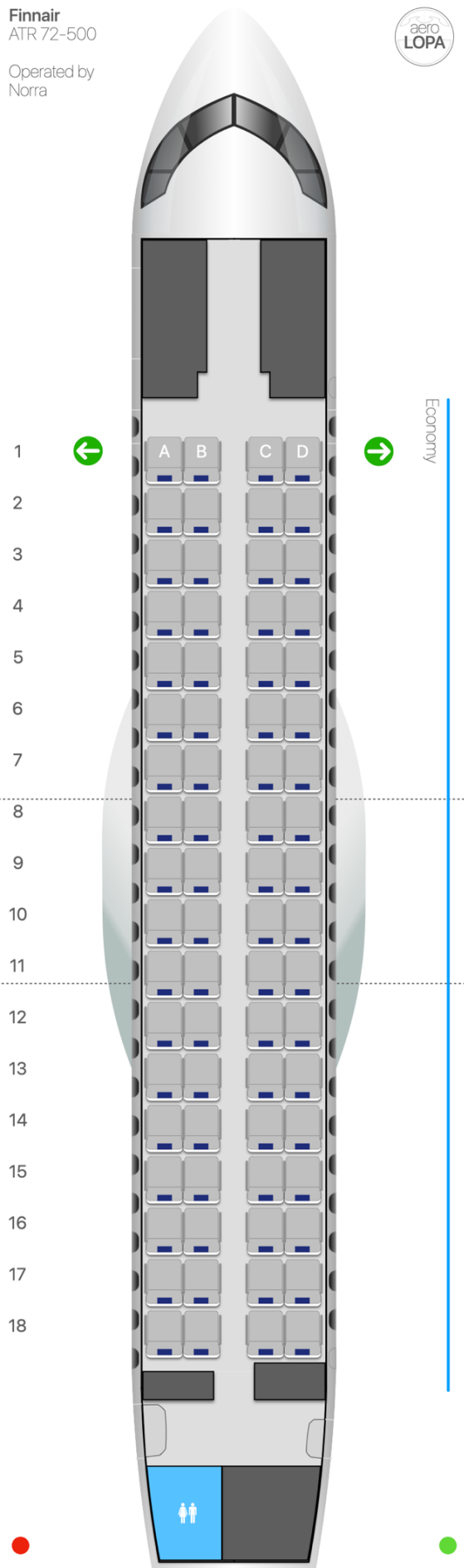
zástupcem úzkotrupých letadel, především pak těch regionálních na krátké tratě. Jedná se totiž o turbovrtulové letadlo, které má oproti proudovým letadlům nejenom snížený komfort cestování (zejména z důvodu hlučnosti), ale hlavně nízký dolet (viz podkapitola 3.2. – Dopravní letouny).

Na první pohled lze zaznamenat, že v levém obrázku (obr. č. 1) letounu ATR 72-500 se podél paluby nachází pouze jedna ulička, zatímco u pravého obrázku (obr. č. 2) letounu Boeing 787-10 se od pilotní kabiny až po ocas letadla nachází uličky dvě. Zatímco letoun ATR 72-500 nabízí cestujícím 72 totožných sedadel v uspořádání 2-2, letoun Boeing 787-10 nabízí ve čtyřech cestovních třídách (první, obchodní, ekonomická-premium a ekonomická) dohromady 256 míst k sezení, přičemž 8 sedadel je první třídy, 48 sedadel třídy obchodní (obě rozložení 1-2-1), 35 sedadel náleží momentálně velmi populární prémiové ekonomické třídě (2-3-2) a 165 sedadel ekonomické cestovní třídě (3-3-3). Na dalších obrázcích lze vidět zmiňované letouny společností Finnair (obr. č. 3) a British Airways (obr. č. 4). Jako poslední poslouží k porovnání příčné řezy trupů obou letadel. Na levé straně je opět ATR 72-500 (obr. č. 5) a na pravé Boeing 787-10 (obr. č. 6). Je zde patrné dispoziční řešení sedadel na palubě, tedy jedna ulička oproti dvěma. Z fotografií (obr. č. 3 a č. 4) a příčných řezů (obr. č. 5 a č. 6) si lze všimnout, že zatímco turbovrtulový letoun ATR má nákladový prostor za pilotní kabinou, letoun Boeing má nákladový prostor pod palubou pro cestující tak, jak je u proudových letadel zvykem. To je dáno určením turbovrtulových letadel, která jsou operována do destinací, které mnohdy nedisponují nástupními můstky nebo schody. Trup letounu je tak níže k zemi a pro nástup a výstup cestujících stačí vyklopit dveře kabiny, které jsou zároveň nástupními schůdky. Druhým důvodem je, že se jedná o hornoplošník, tedy letadlo s křídly upevněnými na vrchu kabiny. Takové letadlo má nízko zasazené těžiště a pro zavazadlový prostor pod palubou už jednoduše řečeno není místo.

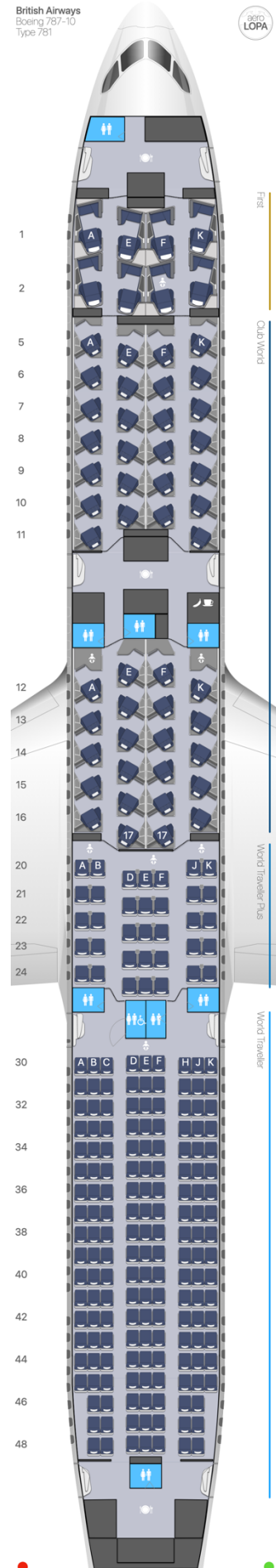
# Porovnání s aktuálními typy letadel využívaných v osobní letecké dopravě

Finnair  
ATR 72-500

Operated by  
Norra



British Airways  
Boeing 787-10  
Type 781



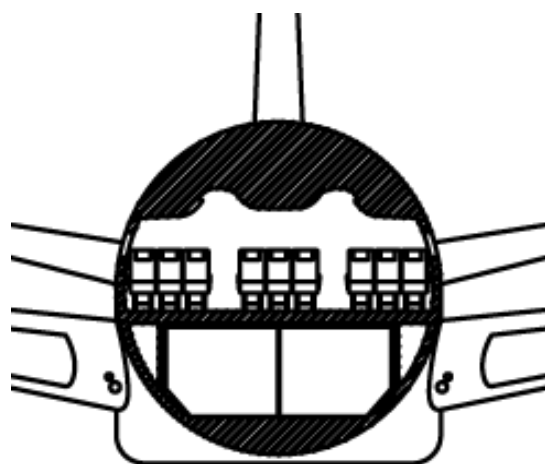
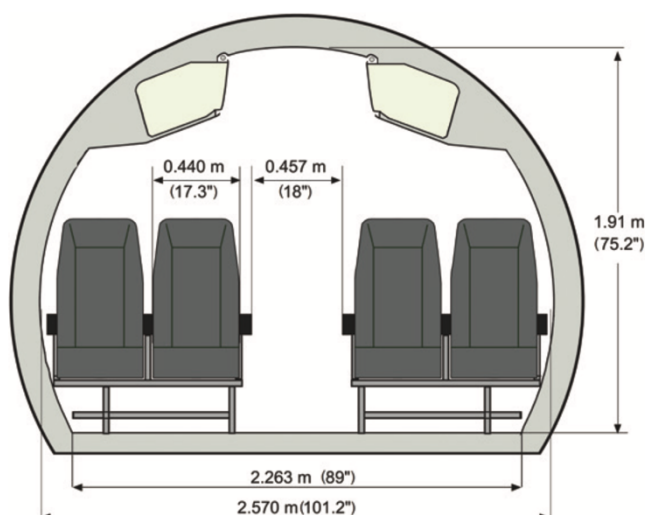
Obr. č. 1: dispozice letounu ATR 72-500; [47] Obr. č. 2: dispozice letounu Boeing 787-10; [46]



**Obr. č. 3: letoun ATR 72-500; [48]**



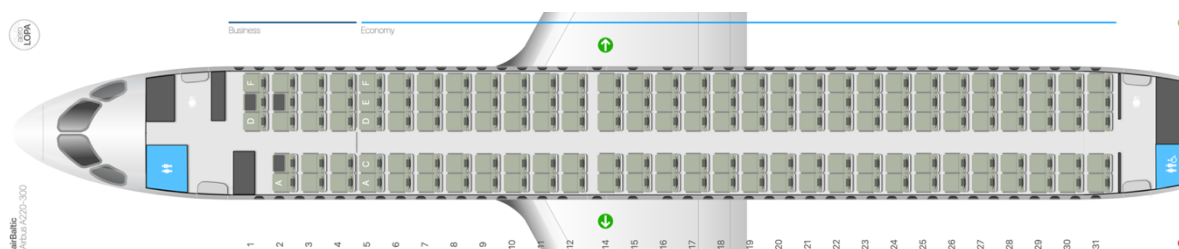
**Obr. č. 4: letoun Boeing 787-10; [49]**



Obr. č. 5: příčný řez letounu ATR 72–500; [51]

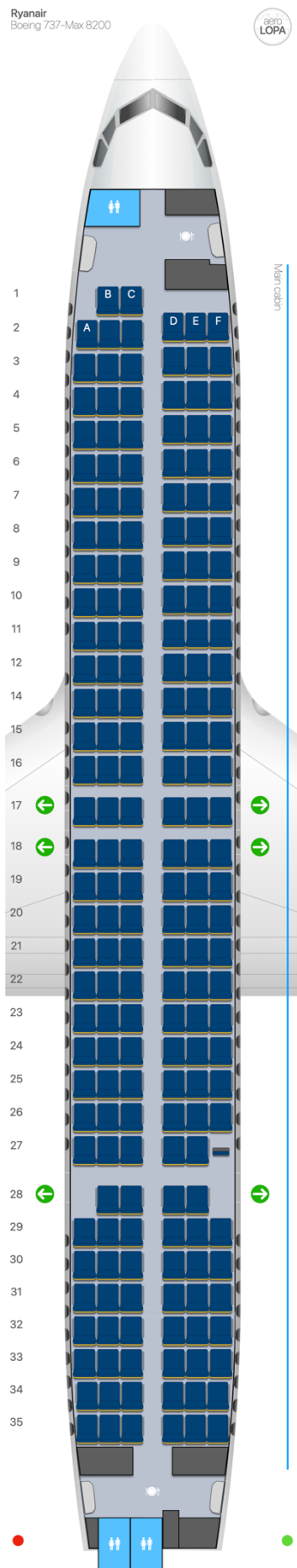
Obr. č. 6: příčný řez letounu Boeing 787; [50]

Pro doplnění jsou dále uvedena schémata kabiny nejdříve úzkotrupého letounu Airbus A220 (původní projekt Bombardier CSeries) společnosti airBaltic (obr. č. 7), a poté jednoho z nejtypičtějších zástupců úzkotrupých letadel – Boeing 737-MAX 8 (po uzemnění také označovaného jako Boeing 737-8200) společnosti Ryanair s jednou cestovní (ekonomickou) třídou pro 197 cestujících (obr. č. 8). Kontrastem k těmto strojům je schéma obou palub „dvoupatrového“ letounu Airbus A380-800 společnosti Emirates ve variantě pro 338 cestujících s první a obchodní třídou na horní palubě (obr. č. 9) a prémiovou ekonomickou a ekonomickou cestovní třídou na spodní palubě (obr. č. 10).

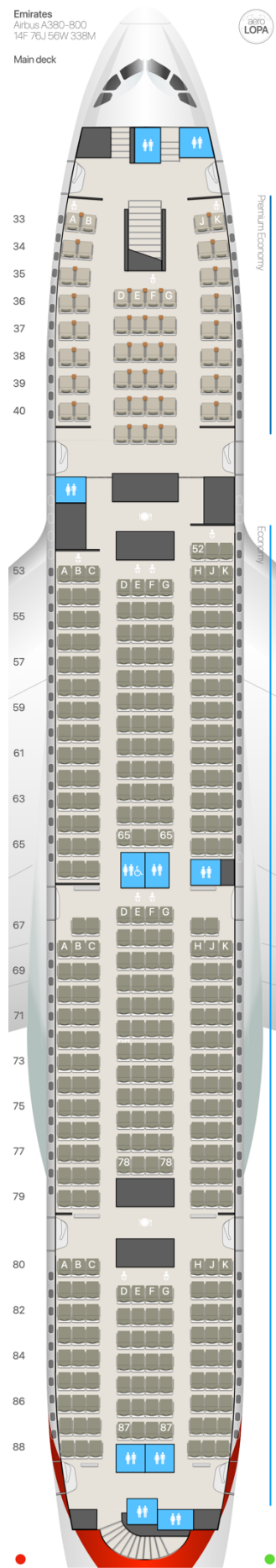


Obr. č. 7: dispozice letounu Airbus A220; [52]

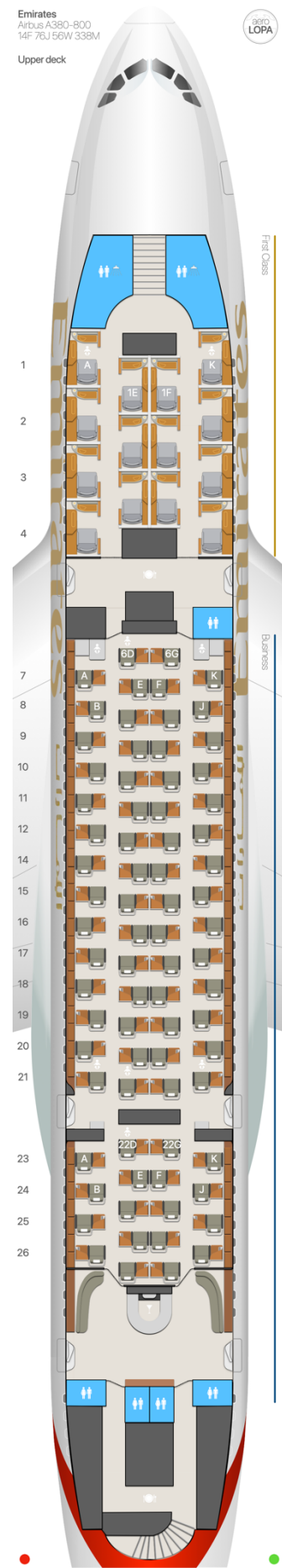
# Porovnání s aktuálními typy letadel využívaných v osobní letecké dopravě



Obr. č. 8: dispozice letounu Boeing 737-8200; [53]



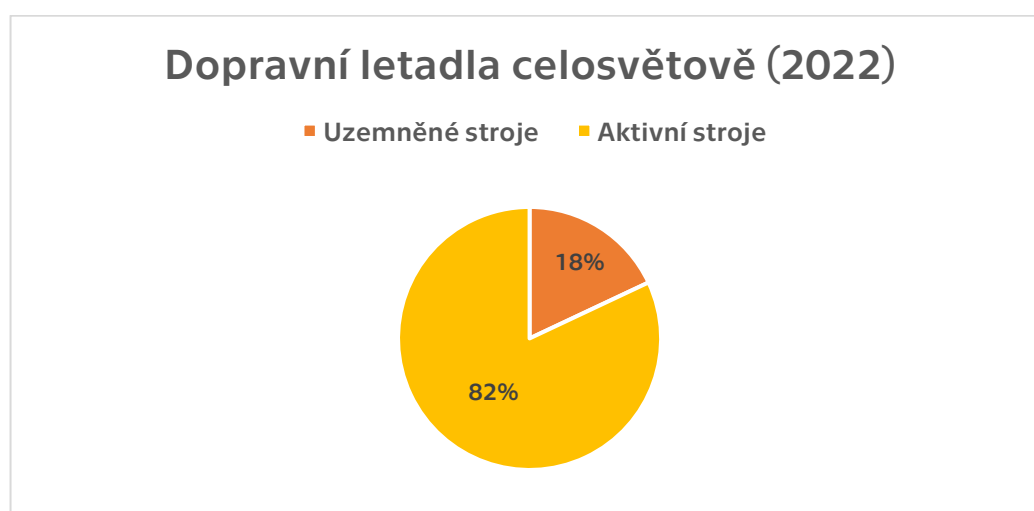
Obr. č. 9 a10: dispozice letounu Airbus A380, dolní a horní paluba; [54]





## 5. Příklady z praxe – ekonomické a technologické srovnání

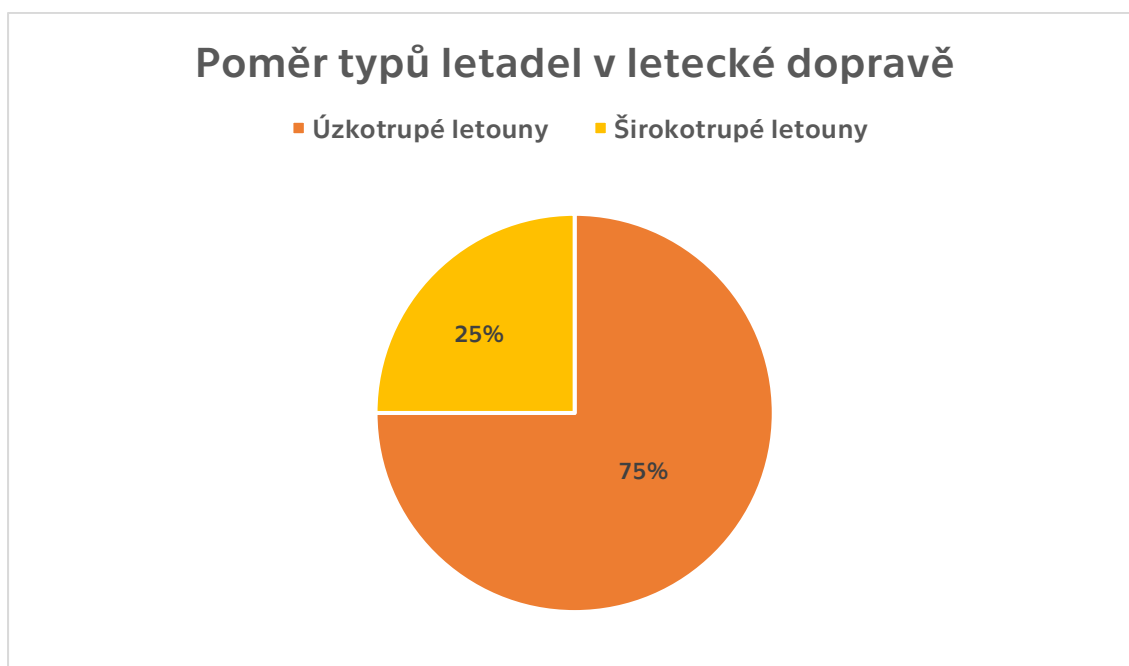
Dle průzkumu leteckého serveru ch-aviation z června roku 2022 byl celosvětový počet všech dopravních letadel schopných letu 28 674 kusů. Z tohoto čísla bylo uzemněno 5 161 letounů, tudíž 18 % celosvětové letky. Od roku 2022 je letectví globálně na vzestupu, tudíž je předpoklad, že v roce 2023 bude uzemněných letounů ještě méně. Fakt, že je letadlo uzemněné, neznámá, že jej již nelze použít a bude sešrotováno. Většinou se jedná o nepotřebné stroje, které v dané době nemají svá využití, a jsou proto velmi pečlivě zakonzervována. Tyto letouny lze poměrně rychle uvést zpět do provozu. Dále se může jednat o stroje, které podstupují opravu či na ní čekají. Dopravní letouny podstupují opravy různých stupňů pravidelně, a doba uzemnění se v současnosti může razantně prodlužovat, vzhledem k problémům s logistickými řetězci, respektive s výrobou leteckých součástí. V neposlední řadě se jedná také o stroje uzemněné z důvodu rozhodnutí příslušného úřadu či samotného dopravce. K tomu se přistupuje preventivně při problémech s avionikou, samotným drakem letounu či motory. Příkladem může být zmiňované uzemnění Boeingu 737 MAX (viz podkapitola 4.1.2. – The Boeing Company). [16]



Graf č. 1: poměr uzemněných a aktivních strojů; [autor]

U všech takto uzemněných letounů je v současné době vysoký potenciál a snaha o navrácení do provozu z důvodu vysoké poptávky po přepravě. Proto ve statistikách o poměru typů letadel v letecké dopravě (graf č. 2) nerozlišují mezi aktivními a uzemněnými letouny.

Dle průzkumu Olivera Wymana (2021), respektive serveru Statista (zveřejněno v únoru 2022) bylo v roce 2022 celkem 4 839 dopravních letounů širokotrupých a 15 235 úzkotrupých. Jedná se o predikované údaje z roku 2021, tedy doby, kdy byla letecká doprava výrazně omezena kvůli pandemii COVID-19. Při porovnání hodnot predikce O. Wymana (celkově 20 074 strojů) oproti reálným datům ch-aviaton z roku 2022 (23 513 aktivních strojů) lze usoudit, že poměr úzkotrupých a širokotrupých letounů působících na trhu civilního letectví odpovídá realitě. Jedná se tedy přibližně o 76 % úzkotrupých ku 24 % širokotrupých dopravních letadel dle O. Wymana. Z dat ch-aviation z června roku 2022 lze vyčíst, že aktivních bylo přibližně 14 500 úzkotrupých a přes 4 tisíce širokotrupých letadel. Na základě těchto statistik můžeme říci, že na trhu civilního letectví působí úzkotrupá dopravní letadla ku širokotrupým přibližně v poměru 3 : 1. [16], [17], [18]



Graf č. 2: poměr typů letadel v letecké dopravě; [autor]

## 5.1. Nejběžnější úzkotrupá letadla

Nejčastěji se cestující mohou setkat s letouny výrobců Airbus a Boeing. Zatímco v případě Airbusu se jedná o letouny takzvané A320 family, případně převzatého projektu regionálních letadel Airbus A220 (původně Bombardier CSeries), u Boeingu se setkáme pouze s modelem Boeing 737 a jeho derivacemi. V nedávné historii společnosti Boeing se vyráběla i další úzkotrupá letadla, například Boeing 717 či Boeing 757. Právě Boeing 757, jehož výroba skončila v roce 2004 kvůli nezájmu dopravců, by se dnes stále mohl rovnat aktuálním typům stejného výrobce – Boeingu 737 MAX, který svým doletem předčí, nebo dokonce typu Airbus A321LR, který odstartoval novodobou éru úzkotrupých letounů s prodlouženým doletem. Letoun Boeing 757, jenž byl certifikován v roce 1983, dodnes létá v mnoha verzích především u nákladních a charterových („dovolenkových“) dopravců. Jedná se o typ letounu, který byl po dlouhou dobu jediným úzkotrupým typem schopným pravidelného nasazování na dálkové lety. Zatímco pro Boeing se na přelomu tisíciletí jednalo o víceméně neúspěšný projekt, Airbus se dnes se svým typem Airbus A321 s prodlouženým (A321LR) a extra prodlouženým doletem (A321XLR) na trh úzkotrupých dálkových letadel vrací. [5], [8], [19]

### 5.1.1. Airbus A320 family

Rodina letounů Airbus A320 se postupem času stala tahounem celé společnosti Airbus. Airbus A320 byl prvním úzkotrupým letounem výrobce, navíc s takzvaným fly-by-wire systémem, který je popsán výše v kapitole 4.1.1. (Airbus SE). Letoun byl představen v roce 1987 a jedná se o základní model, na kterém Airbus dále stavěl. Pojmul až 180 cestujících v jedné cestovní třídě s maximální vzletovou hmotností (součet hmotností prázdného letadla, kapalin, posádky, cestujících a nákladu – MTOW) 78 tun a doletem 6 200 km. Protože trh vyžadoval širší portfolio produktů, byl o několik let později představen Airbus A321. První letoun byl předán v roce

1994 společnosti Lufthansa a byl schopen pojmout až, v porovnání s Airbusem A320, neuvěřitelných 220 cestujících v jedné třídě při zachování jedné uličky. Jeho dolet byl o něco kratší, a tedy 5 950 km, což je vzhledem k vysokému MTOW – 93,5 tuny, přijatelné. Dva roky poté, v roce 1996, byl dodán první Airbus A319, menší derivace kmenového Airbusu A320. Letadlo bylo o necelé 4 metry kratší než bratrský Airbus A320 a pojmul při MTOW 75,5 tuny 156 cestujících. Dolet činil 6 950 km, což bylo nejvíce z rodiny Airbusů. V roce 2003 byl dodán první letoun Airbus A318, nejmenší letoun z rodiny úzkotrupých Airbusů, nazývaný také jako Baby Bus. Bohužel se jednalo o slepé rameno vývoje této jinak historicky nejúspěšnější rodiny letadel vůbec. Bylo dodáno pouhých 80 kusů, přičemž původní idea byla, že letadlo bude operovat s menším počtem palubního personálu, k čemuž nakonec nedošlo. Taktéž byl držitelem oprávnění pro strmé přiblížení, respektive strmý sestup, což mělo být jeho dominantou. Jednalo se tak o největší letadlo certifikované pro malá či jinak nebezpečná letiště. Letoun byl o ještě necelé dva metry kratší než Airbus A319 a o celých 6 metrů oproti Airbusu A320 a maximálně pojmul pouhých 132 cestujících s MTOW 68 tun. Jeho dolet byl 5 750 km, což je naopak nejméně z rodiny Airbusů, a letadlo tak bylo pro mnohé společnosti neekonomické. [7], [20], [21]

Ačkoliv byla letadla během let lehce modernizována, například doplněním takzvaných „Sharkletů“, tedy zahnutého konce křídel pro snížení spotřeby paliva, v roce 2010 Airbus oznámil modernizaci své Airbus A320 family. Modely Airbus A319, A320 a A321 se přejmenovávají na Airbus A319neo, A320neo a A321neo, kdy „neo“ znamená „new engine option“ – v překladu „nová varianta motoru“. Naopak s Airbusem A318 se již nepočítá, de facto byl nahrazen Airbusem A220 (původně Bombardier). Díky modernizaci dochází při zachování stejných rozměrů letadla k vylepšení většiny vlastností letadla. Prodlužuje se dolet, zvětšuje se maximální kapacita cestujících a s tím MTOW, snižuje se spotřeba stroje a kabina pro cestující je kompletně renovována – například více osobního prostoru, větší úložné prostory, ambientní osvětlení a podobně. [7], [22]

Model	Maximální počet cestujících	Dolet (km)	MTOW (t)
A319 → <b>A319neo</b>	156 → <b>160</b>	3 570 → <b>3 570</b>	75,5 → <b>75,5</b>
A320 → <b>A320neo</b>	180 → <b>194</b>	6 200 → <b>6 400</b>	78 → <b>79</b>
A321 → <b>A321neo</b>	220 → <b>244</b>	5 950 → <b>6 900</b>	93,5 → <b>95,5</b>

Tabulka č. 1: porovnání starých a nových modelů Airbus A320 family; [autor], [7]

V tabulce č. 1 detailně srovnávám staré verze (na levé straně) a nové „neo“ verze (na pravé straně) letounů Airbus A320 family. Ačkoliv u modelu Airbus A319 nedošlo u modernizované verze k významným změnám, u modelu Airbus A321 došlo naopak k velmi výrazným změnám ve vlastnostech letounu. Ve verzi „neo“ pojme o 24 cestujících více (což odpovídá 4 řadám sedaček po 6 cestujících v řadě), jeho dolet se zvýšil o úctyhodných 950 km a maximální vzletová hmotnost vzrostla o 2 tuny. U modelu Airbus A320neo došlo především k navýšení maximální možné kapacity o 14 cestujících. První letoun Airbus A320neo byl dodán v roce 2016, A321neo pak o rok později. Na dodávky prvních A319neo se prozatím čeká (květen 2023). [7]

Současně s modernizací programu Airbus A320 family došlo k rozšíření portfolia o zcela nové modely. Jsou jimi Airbus A321LR a A321XLR. Letouny koncepčně vychází z řady Airbus A321neo, přičemž A321LR nabízí až 3 přídavné palivové nádrže, které prodlužují jeho dolet na 7 400 km, čímž se přehoupl přes maximální možný dolet o desítky let staršího a již nevyráběného Boeingu 757. Verze má ale omezený počet cestujících na 206 pasažérů. První letoun byl dodán na konci roku 2018. Airbus A321XLR nabídne dolet až neuvěřitelných 8 700 km, tedy přibližně 11 hodin letu při plné kapacitě 244 cestujících a MTOW 101 tun. To vše díky velké přídavné palivové nádrži umístěné v zadní části letadla, ale také díky vyztuženému

---

podvozku. Letoun již obdržel certifikaci a první dodávky se očekávají na přelomu let 2023 a 2024. [7], [23]

Model	Maximální počet cestujících	Dolet (km)	MTOW (t)
A321neo	244	6 900	95,5
A321LR	206	7 400	97
<b>A321XLR</b>	<b>244</b>	<b>8 700</b>	<b>101</b>

Tabulka č. 2: vlastnosti verzí modelu Airbus A321neo; [autor], [7], [23]

### 5.1.2. Boeing 737

Přímý konkurent Airbusu, americký Boeing, na přelomu tisíciletí vyráběl v jednu chvíli až 3 různé úzkotrupé letouny. Za prvé se jednalo o Boeing 717, který byl původně označován jako MD-95, ale po fúzi firmy s McDonnell Douglas došlo k přejmenování na Boeing 717. Jednalo se o regionální letoun pro až 106 cestujících, k jehož představení došlo v roce 1998 a v roce 2006 k ukončení jeho výroby. Dalším vyráběným letounem byl již zmíněný Boeing 757, který byl už ve své době schopen doletem konkurovat dnes na trh uváděným modernizovaným letounům od Airbusu. Tahounem Boeingu je však již od roku 1967 Boeing 737, kdy byl poprvé dodán ve verzi 737-100 německé společnosti Lufthansa. Od té doby Boeing uvedl na trh celou řadu derivací letounu Boeing 737 a v roce 2018 se dokonce zapsal do Guinnessovy knihy rekordů, když pokořil hranici 10 000 vyrobených kusů jednoho typu letadla. Na model Boeing 737-100 navazovaly další verze, které různě navyšovaly dolet a kapacitu. Jednalo se o verze Boeing 737-200 a jako další generace 737-300, 737-400 a 737-500. V roce 1993 začal Boeing vyvíjet modernizované verze „Next-Generation“ – v překladu „Další-Generace“. Verze Boeing 737-600 (1998),

737-700 (1993), 737-800 (1994) se mu podařilo certifikovat a dodat vždy v rozmezí jednoho roku, přičemž o něco déle trvala certifikace verze 737-900 (2001). Na tu v roce 2005 navázala verze 737-900ER s prodlouženým doletem a navýšenou kapacitou. V roce 2016 byl představen první Boeing 737 MAX, který později postihlo několik havárií a s tím vyplývajících problémů včetně uzemnění (viz podkapitola 4.1.2. – The Boeing Company). Od názvu MAX kvůli pověsti výrobce upustil, a tak v současnosti nalezneme v jeho portfoliu Boeing 737-7, 737-8, respektive kapacitnější verzi 737-8200, 737-9 a 737-10, přičemž certifikace verzí 737-7 a 737-10 nabírá obrovské zpoždění a dodnes tyto verze letounů nejsou certifikovány (květen 2023). [8], [24], [25]

Model	Maximální počet cestujících	Dolet (km)	MTOW (t)
Boeing 737-7	172	7 040	80
Boeing 737-8 (737-8200)	210	6 480 (5000)	82
Boeing 737-9	220	6 110	88,5
Boeing 737-10	230	5 740	90

Tabulka č. 3: srovnání verzí letounu 737 MAX; [autor], [55]

Pokud porovnáme tabulky č. 1 a č. 3, zjistím, že Boeing oproti Airbusu výrazně nezaostává co se vlastností běžných modelů týče, avšak zcela v jeho nabídce chybí úzkotrupé letouny s dlouhým, respektive prodlouženým doletem. V tomto směru má Airbus obrovskou výhodu, i když na druhou stranu trh pro úzkotrupá dálková letadla není tak široký.

## 5.2. Porovnání širokotrupých letadel a úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem

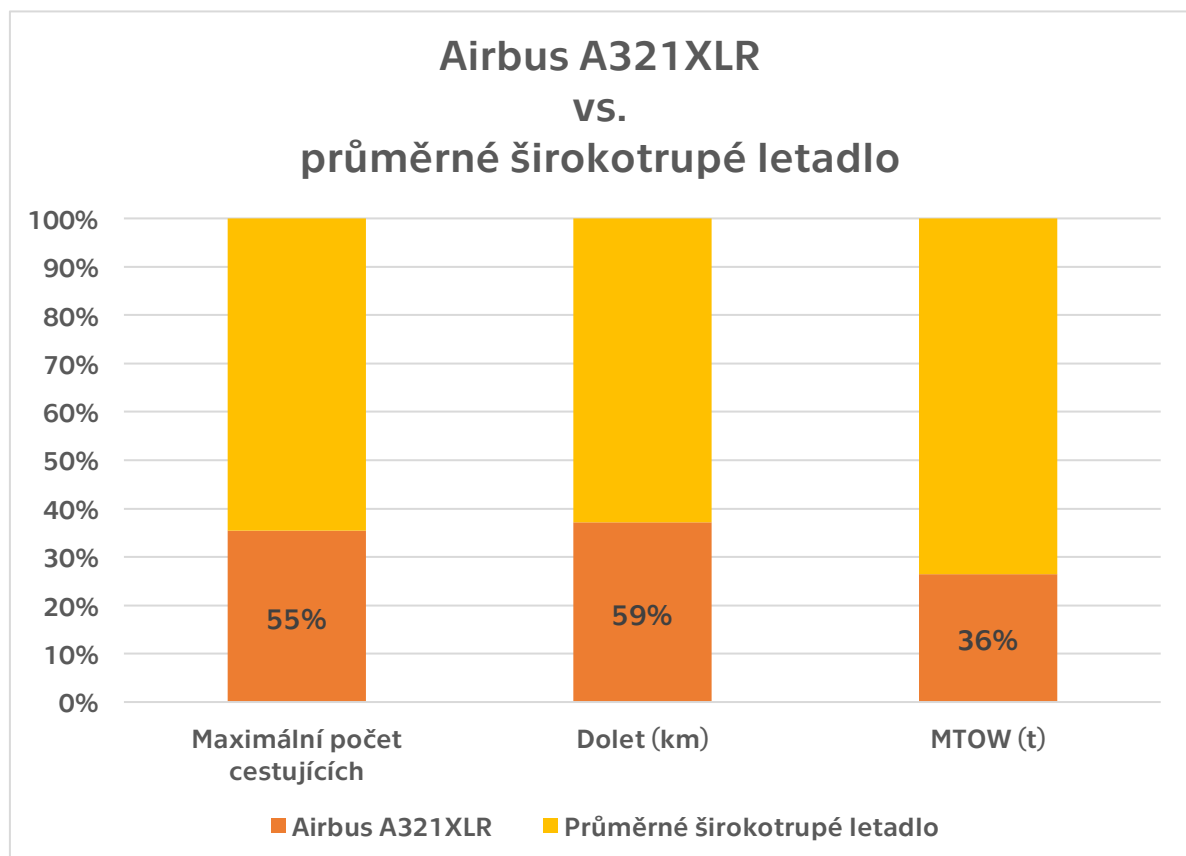
V následující podkapitole shrnu a porovnáím vlastnosti úzkotrupých letounů s prodlouženým doletem s běžnými širokotrupými letouny. Na základě podkapitoly 5.1. (Nejběžnější úzkotrupá letadla) docházím k závěru, že jediným letounem s dlouhým doletem, schopným konkurovat širokotrupým letounům, je právě Airbus A321XLR. Tento letoun budu porovnávat s aktuálně vyráběnými širokotrupými letouny, a to konkrétně s modely Boeing 777 (verze -200LR a -300ER) a 787 (verze -8, -9 a -10) a modely Airbus A330neo (verze -800 a -900) a A350 (verze -900 a -1000).

Model	Maximální počet cestujících	Dolet (km)	MTOW (t)
Airbus A321XLR	244	8 700	101
Airbus A330-800	406	15 094	251
Airbus A330-900	460	13 334	251
Airbus A350-900	440	15 372	283
Airbus A350-1000	480	16 112	319
Boeing 777-200LR	440	15 843	347,5
Boeing 777-300ER	550	13 649	351,5
Boeing 787-8	381	14 500	228
Boeing 787-9	420	15 372	254,5
Boeing 787-10	440	13 000	254

Tabulka č. 4: srovnání Airbusu A321XLR s aktuálními širokotrupými letouny; [autor], [27]–[30]



Jak lze v tabulce č. 4 vidět, Airbus A321XLR se nemůže vyrovnat klasickým širokotrupým letounům. Aritmetickým průměrem doletu výše uvedených širokotrupých letadel docházím k přibližné hodnotě 14 700 km. Airbus A321XLR svým doletem 8 700 km tedy dosahuje přibližně 59 % průměrného doletu širokotrupého letounu. Stejným způsobem docházím k poměru kapacity Airbusu A321XLR ku průměrné kapacitě širokotrupého letounu. Ta činí přibližně 446 cestujících, tudíž A321XLR je schopen pojmout cirka 55 % kapacity průměrného širokotrupého letounu. Průměrná maximální vzletová hmotnost činí 282 tun, což znamená, že A321XLR dosahuje přibližně 36 % MTOW průměrného širokotrupého letounu (graf 3). [26]–[30]

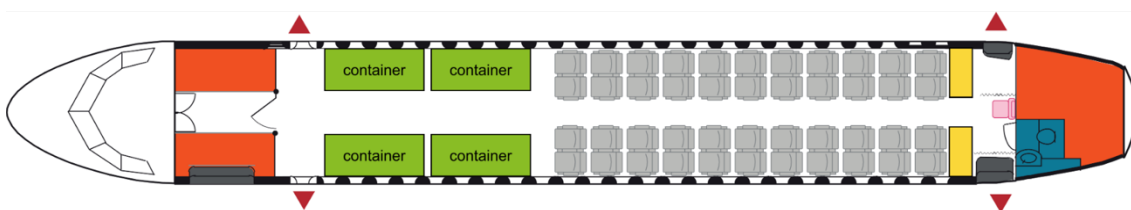


Graf č. 3: srovnání Airbus A321XLR a průměrného širokotrupého letadla; [autor], [26]

Konkrétním ekonomickým aspektům a obhájení teze uplatnitelnosti úzkotrupých letounů s prodlouženým doletem se věnuji v kapitole 7. (Udržitelnost projektu – obhajoba udržitelnosti používání úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem).

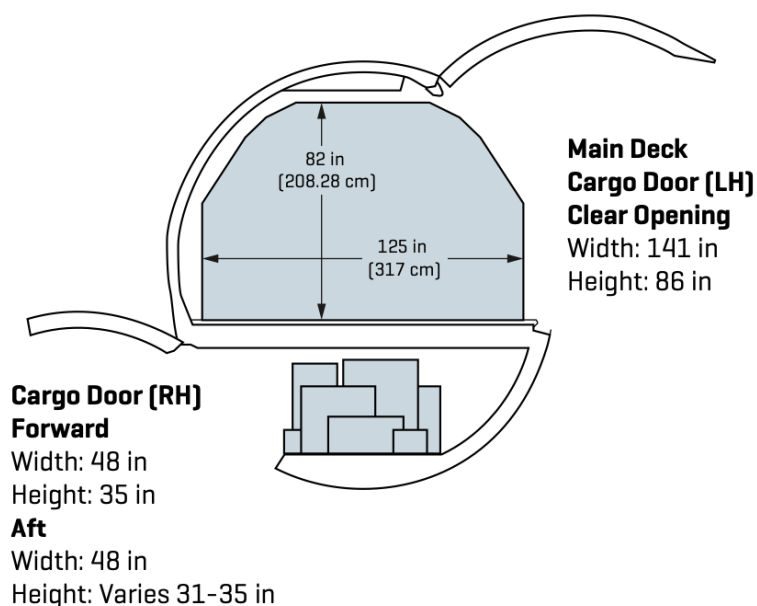
## 6. Využitelnost v nákladní dopravě

Nákladní prostor dopravních letadel se zpravidla nachází pod palubou pro cestující, respektive lze říci, že se nachází pod cestujícími. Výjimku tvoří turbovrtulová letadla, která mají v pasažérském provedení prostor pro uložení zavazadel a nákladu v přední, nebo v zadní části letounu ve stejné úrovni s cestujícími, a pod palubou pro cestující se tedy žádný úložný prostor nenachází (viz příčný řez trupem letounu ATR – obrázek č. 5). Na obrázku č. 3 lze vidět, že letoun ATR 72-500 má nákladní prostor v přední části trupu za pilotní kabinou (lze poznat podle velkých nákladních dveří a absence okének). Turbovrtulová letadla se vyrábějí jak v pasažérských variantách, tak v nákladních. To platí i pro mnohá proudová letadla. Speciální variantou jsou verze „combi“, které kombinují čistě nákladní prostor s prostorem pro cestující. Na přiloženém obrázku č. 11 vidíme rozložení kabiny u turbovrtulového ATR 72-600 combi. Oranžově jsou vyznačeny běžné úložné prostory, přičemž zeleně je vyznačeno umístění speciálních kontejnerů, které jsou uchyceny do drážek podlahy tak, jako běžná sedadla. [31]



Obrázek č. 11: dispozice letounu ATR 72-600 combi; [31]

Na obrázku č. 12 je příčný řez letounu Boeing 737-800BCF (Boeing Converted Freighter), na kterém je vidět, že paluba pro cestující byla přeměněna na jeden velký nákladní prostor. Pod palubou se pak nachází klasický nákladní prostor, který mají všechna dopravní proudová letadla. Podobně jsou řešeny Boeingy verze QC (Quick-Change), které umožňují přestavit palubu z osobní na nákladní verzi v řádu hodin. [32]



Obrázek č. 12: příčný řez Boeingu 737-800BCF; [56]

Pro přepravu nákladů v letadlech se používají unifikované přepravní jednotky, zkráceně ULD. Mají mnoho velikostí a dle typu se používají buď do podpalubí, nebo na hlavní palubu. V zásadě to jsou speciální kontejnery, které umožňují praktické uložení nákladu. S ULD se po letišti manipuluje na speciálních vozících, při nakládání se až do prostoru letadla pohybují po pásech. Jednou z výjimek, na kterou se nepoužívá ULD, je bagáž cestujících, která je ložená do zavazadlového prostoru na volno. Na obrázku vpravo (č. 13) vidíme ULD používané nákladní společností Atlas Air pro Boeing 737-800BCF.[33]

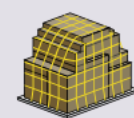
### ULD Common Designation



A-2



AM



PB (463L)



AKE

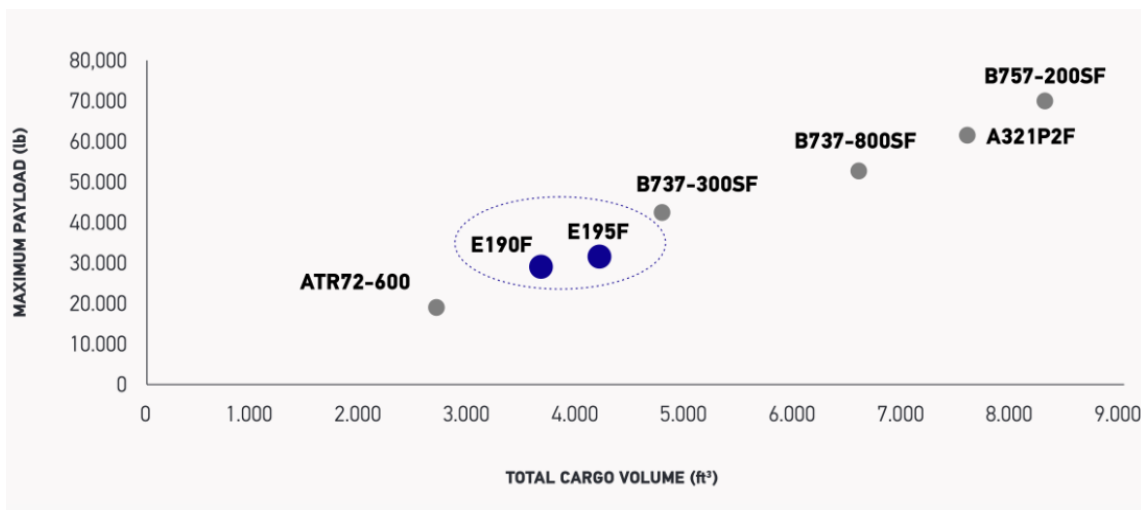


PKC

Obrázek č. 13: typy ULD používané pro Boeing 737-800BCF; [56]

Výrobci jako Airbus a Boeing dodávají čistě nákladní letadla přímo z výroby. U Airbusu se jedná o řadu Airbus A330, přičemž se chystá varianta Airbus A350F. Společnost Boeing nabízí momentálně Boeing 767-300 (vyrábí se již pouze v nákladní verzi) a Boeing 777. Další kapitolou, a v současné chvíli velmi oblíbenou, jsou takzvané P2F (Passenger 2 Freight) konverze, ve volném překladu „pasažérský na nákladní“. Základem konverze, respektive přestavby, je již existující letoun pro osobní dopravu, ze kterého jsou vyňaty sedačky, hlavní paluba se upraví a do trupu letadla jsou vsazeny nákladní dveře. Na světě působí několik firem, které se takými přestavbami zabývají. Samotný Boeing nabízí přestavby letadel Boeing 737-800 a 767-300 na již zmíněné verze BCF, a to v několika závodech po celém světě. Airbus spolupracuje s externími firmami na přestavbách řad Airbus A330, A320 a A321 na verze P2F. Dokonce i brazilský výrobce regionálních proudových letadel Embraer, typově přirovnatelných k Airbusu A220 nebo Bombardieru CRJ, začal poskytovat přestavby jeho typů E190 a E195 na nákladní verze E190F a E195F. [33], [34], [35], [36]

Mnou sledovaný Airbus A321XLR vychází velikostně z letounu Airbus A321, proto se v 7. kapitole (Udržitelnost projektu – obhajoba udržitelnosti používání úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem) věnuji i teoretické nákladní verzi toho letounu, neb cargo verze úzkotrupých letounů, především pak těch konvertovaných, se celosvětově stávají čím dál tím více žádanými.



Obrázek č. 14: vlastnosti nákladních letadel; [36]

## 7. Udržitelnost projektu – obhajoba udržitelnosti používání úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem

Níže jsou představeny teoretické letecké trasy, na které lze nasadit Airbus A321XLR. Na trasách v současnosti nelétají žádné přímé spoje, nebo se jedná o trasy charterové, na kterých musejí kvůli vzdálenosti létat širokotrupé stroje. Výhodou dopravních letadel, oproti jiným módům dopravy, je jejich schopnost poměrně rychle měnit rozložení cestovních tříd, například z čistě ekonomické na obchodní a ekonomickou a naopak. Pro analýzu a stanovení leteckých tras používám nástroje serveru Aviapages. Jako základnu si volím Letiště Václava Havla Praha, tedy letiště střední velikosti. Airbus A321XLR s doletem až 8 700 km může mnohé trendy v civilním letectví změnit. Po celém světě mohou vznikat nová přímá spojení, která dosud nebyla nikdy zavedena (z důvodu mezipřistání), nebo mají nízkou frekvenci z důvodu nižší poptávky a s tím vzniklé potřeby adekvátního zaplnění širokotrupého dálkového letadla.

Pro provozování pravidelných leteckých linek je klíčový takzvaný „Breakeven Load Factor“ (BLF), volně přeloženo jako „hranice bezztrátového vytížení“, který lze zaměřit jak na celé letecké společnosti, tak na jednotlivé modely letadel. Jednodušší vzorec pro jeho výpočet spočívá ve vydělení nákladů ziskem a vynásobením 100, přičemž se uvádí v procentech. V případě společností záleží na finanční situaci dané společnosti (leasingy – splátky za letadla, zadlužení...), v případě letadel na použitých motorech, konfiguraci cestovních tříd, doplnění „sharkletů“, respektive „wingletů“ na konce křídel pro snížení spotřeby a tak dále. Pro ekonomické zhodnocení letu se často používají přepočty na jedno sedadlo. Zpravidla platí, že čím má letadlo menší rozměry a zároveň aktuálně vyvíjené motory, tím je jeho spotřeba nižší. To automaticky neznamena, že letadlo musí být nově vyrobené, motory lze vyměňovat za

nové i u starších modelů – celkově se však poté náklady na údržbu u starých letadel zvyšují a jejich provoz přestává být ekonomický. Proto je důležité sledovat BLF u každého typu letadla, aby provoz linky nebyl ztrátový. Přirozeně je BLF u úzkotrupých letadel nižší než u širokotrupých (při porovnání aktuálně vyráběných typů), navíc je ovlivněné finanční situací, respektive podnikatelským modelem letecké společnosti. V neposlední řadě jsou letištní poplatky pro úzkotrupá letadla nižší. [32], [37]

Letoun Airbus A321XLR může být atraktivní jak pro stabilní (tradiční) letecké společnosti, kterým jeho provozování může šetřit náklady, tak pro nízkonákladové společnosti, kterým se letoun z velkého procenta podaří zaplnit (přes hranici BLF) a profitují na dálkových trasách. Na první pohled nekomfortní dálkové cestování v kabině úzkotrupého letounu oproti prostorným interiérum širokotrupých letounů řeší Airbus řadou vylepšení a vychytávek, které se u běžných modelů A320 family nenachází, a to takovým způsobem, aby se cestující cítil jako v prostorné kabině. Jsou jimi například speciální pokrývky dveří za letu, jedinečné uspořádání sedaček včetně dotykových obrazovek, ambientní osvětlení a možnost flexibilního uspořádání kabiny za účelem imitace interiérů typických dálkových letadel. [32], [38]

### 7.1. Využitelnost na pravidelných linkách

Mnohá dálková spojení z Prahy historicky existovala, avšak buď byla s příchodem pandemie zrušena, nebo jednoduše nebyla dlouhodobě rentabilní. Příkladem může být trasa Praha – Chicago (USA) nebo Praha – Toronto (CAN), kde příkladem létaly ČSA, respektive ČSA nebo Air Canada rouge. Zcela nové spojení by mohlo vzniknout do Indie, kde je již tradičně vysoká frekvence cestujících.

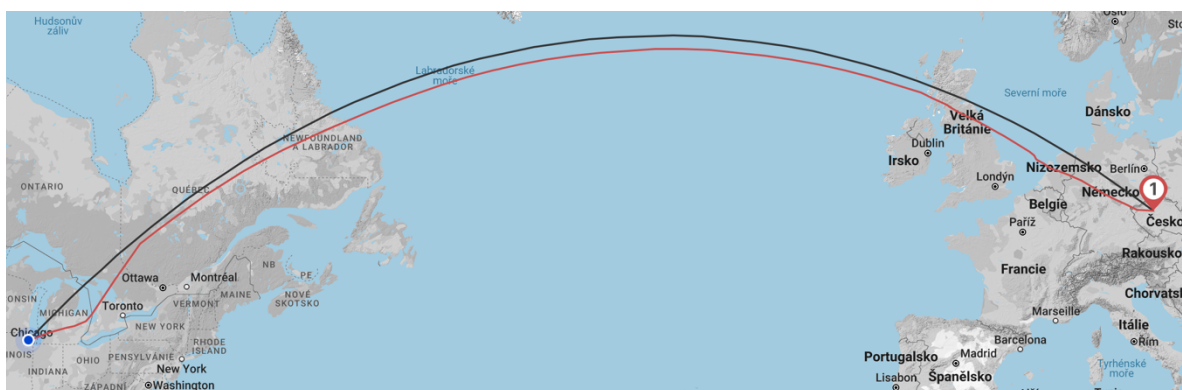
Další výhodou Airbusu A321XLR je fakt, že mimo dálkové lety může být bez problémů a vyšších provozních nákladů operován na krátkých tratích po a kolem Evropy.

### 7.1.1. Praha – Chicago

Linka z Prahy do amerického Chicaga (obr. č. 15), které bylo na začátku 20. století po Praze a Vídni 3. městem s nejvíce českými obyvateli a dodnes zde žije na 200 tisíc Čechů, je skvělým adeptem na nasazení úzkotrupého dálkového letounu. Bohužel pro americké společnosti není poptávka dostatečně vysoká na obsluhu širokotrupým strojem. Tím nejmenším aktuálně vyráběným je Boeing 787-8 (viz tab. č. 4 – max 381 pax), kterým například polský dopravce LOT létá v konfiguraci pro 252 sedadel (18 business – 21 premium economy – 213 economy), zatímco o třídu menší letoun Airbus A321XLR zvládne ve dvou cestovních třídách 220 cestujících. Rozdíl je tedy 32 cestujících, avšak ekonomika provozu těchto dvou letadel je naprosto odlišná. [39], [40]

#### **PRG – ORD (Praha Ruzyne – Chicago O`Hare Intl)**

- Vzdálenost 7 418 km (4 005 nmi)
- Doba letu 8 hodin 52 minut



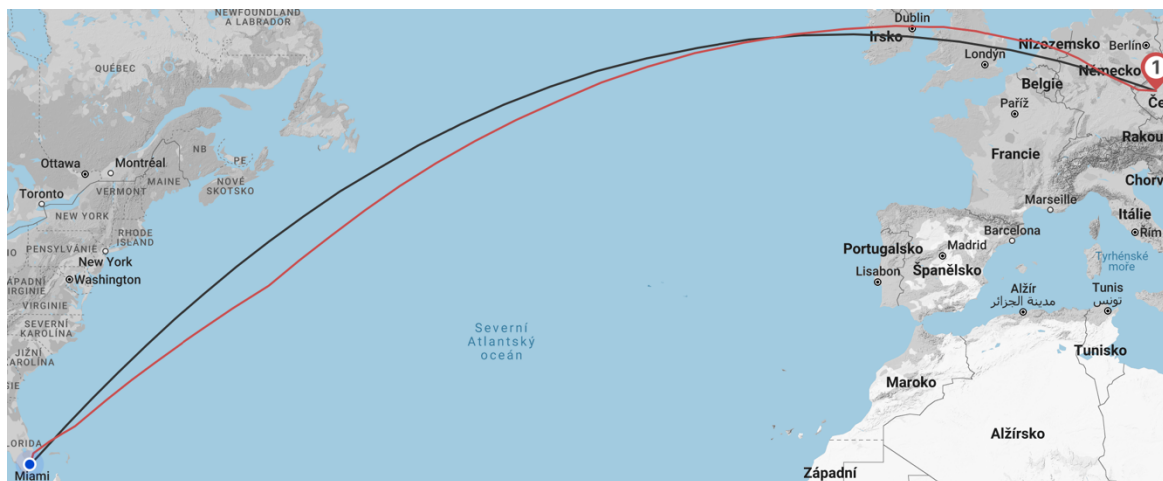
Obrázek č. 15: trasa letu PRG – ORD (červeně); [43]

### 7.1.2. Praha – Miami

Na tomto příkladě (obr. č. 16) je vidět, že s letounem Airbus A321XLR je možné bez mezipřistání doletět i do dříve skutečně nemyslitelných destinací. Miami a obecně Florida je v Česku také oblíbeným cílem a určitá frekvence tohoto spojení by si jistě své zákazníky našla.

### **PRG – MIA (Praha Ruzyne – Miami Intl)**

- Vzdálenost 8 224 km
- Doba letu 9 hodin 47 minut



Obrázek č. 16: trasa letu PRG – MIA (červeně); [43]

### **7.1.3. Praha – Kalkata**

Česká republika se v Indii řadí mezi poměrně oblíbené destinace, ať už z důvodů studijních, nebo cestování. Indie je pak ideálním přestupním bodem do dalších asijských destinací. Přímé spojení (obr. č. 17) nechybí pouze ČR, ale i okolním zemím. Této situace se bude snažit využít maďarský nízkonákladový dopravce Wizz Air, který má v plánu létat z Evropy do Indie právě letouny Airbus A321XLR. V případě ČR tak jde o další linku, kam existuje poptávka, ale neexistuje vhodné širokotrupé letadlo. Je možné nasadit jak letouny Airbus A321LR, tak A321XLR. [41]

### **PRG – CCU (Praha Ruzyne – Kolkata Netaji Subhash Chandra Bose Intl)**

- Vzdálenost 7 078 km (3 822 nmi)
  - 7 211 km (3 894 nmi) – uzavřený vzdušný prostor Ukrajiny (5/2023)
- Doba letu 8 hodin 50 minut
  - 8 hodin 59 minut – uzavřený vzdušný prostor Ukrajiny (5/2023)





Obrázek č. 17: trasa letu PRG – CCU (červeně); [43]

### 7.2. Využitelnost na charterových linkách

Se svou možností konfigurace až pro 244 cestujících v jedné třídě a MTOW 101 tun je Airbus A321XLR ideální pro charterové lety. Cestovní kanceláře preferují úzkotrupé letouny s jednou cestovní třídou, které ideálně vyprodají do posledního místa. V případě dálkových letů do exotických destinací si musí najímat širokotrupá letadla od zahraničních leteckých společností, které pak prázdné přelétávají mezi bází a Prahou, protože ty české takovými nedisponují. Při porovnání Boeingu 787-8 společnosti LOT pro 252 cestujících ve třech třídách, který si najímá cestovní kancelář ČEDOK, a Airbusu A321XLR pro 244 cestujících v jedné, případně 220 ve dvou třídách, je rozdíl z hlediska kapacity minimální, avšak úspory pramenící z provozu a prázdných přeletů by byly vysoké, leč na úkor komfortu pro cestující (úzkotrupé vs. širokotrupé letadlo). Jak je ale zvykem, komfort na charterových letech cestovních kanceláří je velmi nízký. Proto jsou níže uvedené destinace z nabídky cestovní kanceláře ČEDOK a obsluhované právě společností LOT. [26], [39]

### 7.2.1. Praha – Nosy Be

#### **PRG – NOS (Praha Ruzyne – Fascene, Andoany, Madagascar)**

- Vzdálenost 8 011 km (4 326 nmi) (obr. č. 18)
- Doba letu 9 hodin 33 minut



Obrázek č. 18: trasa letu PRG – NOS (červeně); [43]

### 7.2.2. Praha – Punta Cana

#### **PRG – PUJ (Praha Ruzyne – Punta Cana Intl, Dominikánská republika)**

- Vzdálenost 7 981 km (4 310 nmi) (obr. č. 19)
- Doba letu 9 hodin 31 minut

## Udržitelnost projektu – obhajoba udržitelnosti používání úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem



Obrázek č. 19: trasa letu PRG – PUJ (červeně); [43]

### 7.2.3. Praha – Colombo

#### **PRG – CMB (Praha Ruzyne – Bandaranaiké Intl Colombo, Šrí Lanka)**

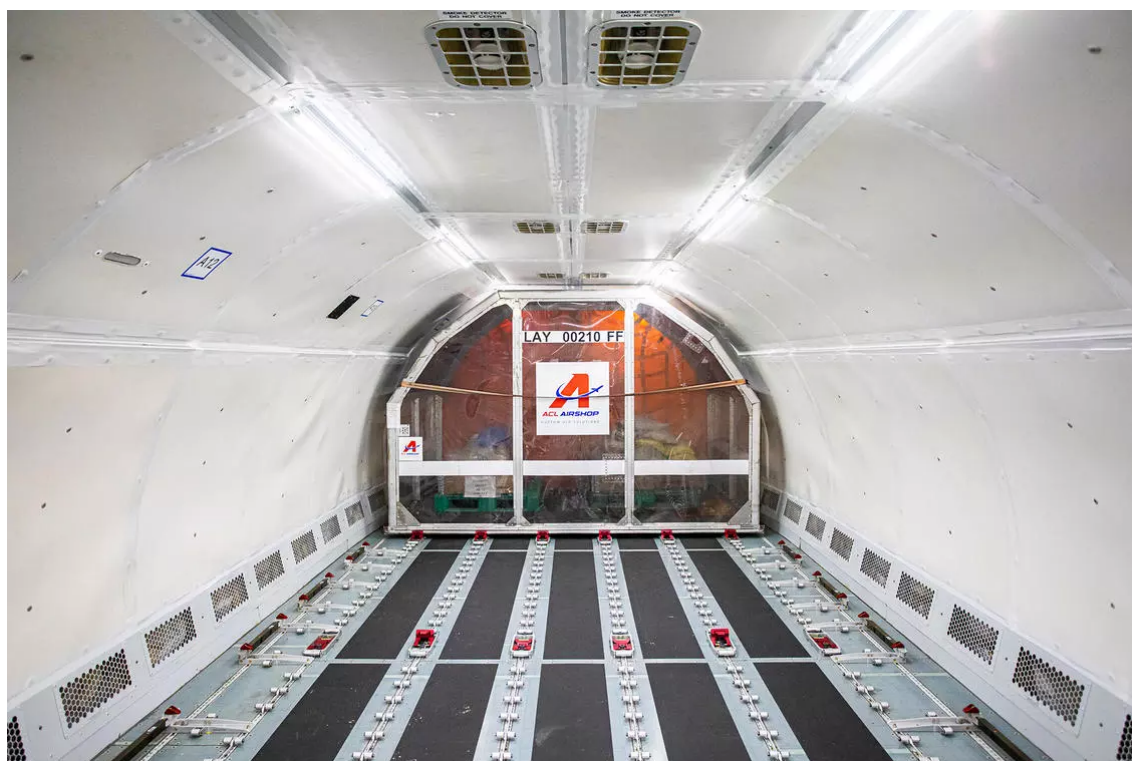
- Vzdálenost 7 768 km (4 195 nmi) (obr. č. 20)
- Doba letu 9 hodin 16 minut



Obrázek č. 20: trasa letu PRG – CMB (červeně); [43]

### 7.3. Využitelnost na nákladních linkách

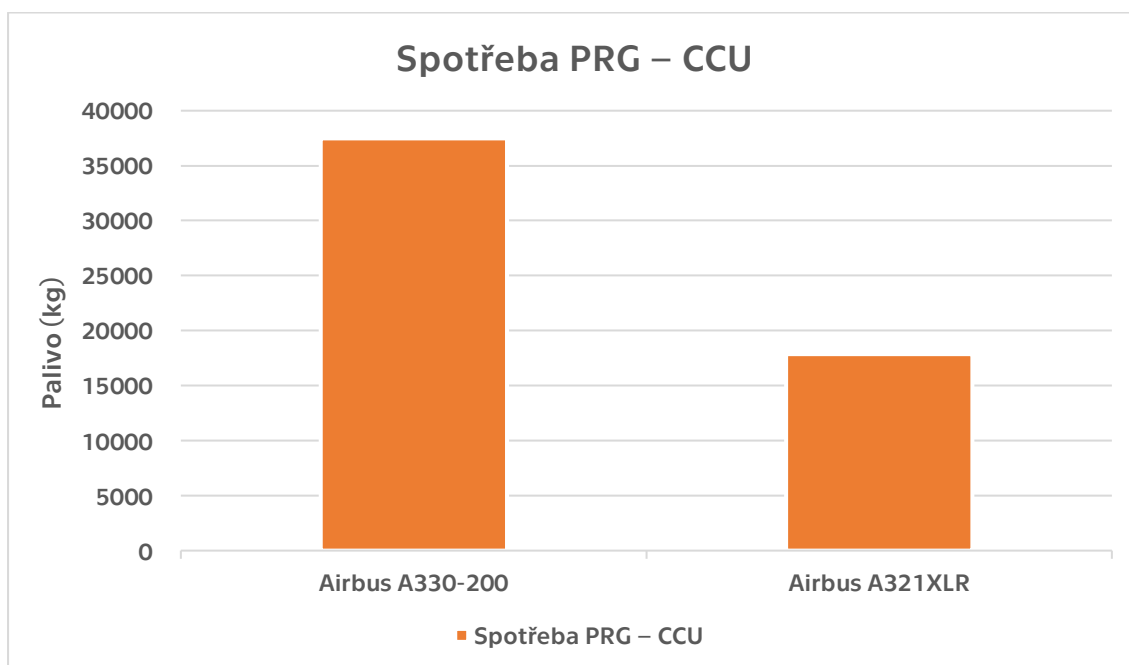
Ačkoliv se Airbus A321XLR ani A321LR v nákladních verzích přímo nevyrábějí, lze předpokládat jejich budoucí konverzi na nákladní stroje. Velikostně totožný již konvertovaný Airbus A321P2F dokáže přepravit až 27 tun nákladu – 14 velkých ULD na hlavní palubě a 10 menších ULD v podpalubí. Ovšem je dobré zmínit, že co se hmotnosti nákladu týče, verze XLR má oproti staré generaci („ceo“) zvýšený MTOW o 7,5 tuny z 93,5 tuny na 101 tun. Tato letadla mají výhodu v operabilitě, kdy mohou přistávat nejen na letištích s kratšími dráhami (oproti velkým nákladním letadlům), ale především v doletu a schopnosti létat s méně zbožím přímo z menších logistických „hubů“ bez mezipřistání až do vzdálených destinací (Evropa – Asie). Logistické společnosti a celé řetězce nemusí čekat na pravidelné nákladní linky, které létají do menších destinací (jako je Praha) mnohdy jednou, případně párkrát týdně, ale mohou se zavést tyto expresní linky s úzkotrupými letadly přímo do velkých (nejen) asijských překladišť. [42]



Obrázek č. 21: hlavní paluba Airbusu A321P2F; [42]

#### 7.4. Vyhodnocení konkrétní trasy Praha – Kalkata

Dle Aviapages spotřebuje na této trase Airbus A321LR 17 863 kg leteckého paliva, zatímco Airbus A330-200 spotřebuje více jak dvojnásobek, konkrétně 37 488 kg. Spotřeba verze XLR se nebude oproti verzi LR na této trase výrazně měnit. Například australská společnost Qantas létá s Airbusem A330-200 (nejmenší vyráběný širokotrupý letoun předchozí generace „ceo“) dokonce v konfiguraci pro 234 cestujících (26 business – 208 economy). Na této trase by se tak jednalo o pouhých 14 cestujících více, než nabízí Airbus A321XLR ve variantě dvou cestovních tříd pro 220 cestujících, avšak za cenu více jak dvojnásobných nákladů. Sám Airbus uvádí na stránkách produktu snížení cestovních nákladů o až 45 % oproti moderním širokotrupým letadlům. Vzhledem k tomu, že model Airbus A330-200 se již nevyrábí a je vesměs osazen již překonanými motory, tak je úspora u tohoto modelu ještě větší. Tímto můžu potvrdit, že na trase Praha – Kalkata je Airbus A321XLR je schopen při prakticky stejném výkonu ušetřit 52 % paliva, tudíž i nákladů (graf č. 4). [26], [43], [44]



Graf č. 4: spotřeba paliva na trase PRG – CCU; [autor], [43]

# 8. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo ověření využitelnosti úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem, a to především za pomoci srovnání technických specifikací s dalšími typy letadel, vymodelování vhodných tras pro jejich provoz a kalkulace konkrétních rozdílů mezi jednotlivými typy letadel při provozu na modelové trase.

Představil jsem celkovou problematiku úzkotrupých letounů, jejich definici, přední výrobce a jejich rozlišení od širokotrupých letounů. Dále jsem uvedl úzkotrupé letouny s prodlouženým doletem, které se aktuálně vyskytují na trhu. Ty jsem dále porovnal s již existujícími typy a verzemi, ze kterých letouny s prodlouženým doletem vycházejí, a dále úzkotrupými modely konkurenčního výrobce. Následně jsem zástupce úzkotrupých letounů s prodlouženým doletem – Airbus A321XLR porovnal s nyní aktuálně vyráběnými širokotrupými letadly obou hlavních výrobců, přičemž jsem provedl analýzu vlastností Airbusu A321XLR a obecně širokotrupých letounů.

V neposlední řadě jsem zmínil případnou uplatnitelnost v nákladní přepravě, na což jsem v závěrečné kapitole navázal již zmíněnými modely případných leteckých tras, které by buď nabídly zcela nová spojení, či úsporu oproti nasazování širokotrupých letounů. Na konec jsem s použitím dat serveru Aviapages porovnal spotřebu letounu Airbus A330-200 a A321XLR na modelové trase při podobných výkonech obou letounů.

V této práci jsem potvrdil výhody a perspektivu dlouhodobé uplatnitelnosti úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem. Jejich rozšíření bude přínosem, ne-li zvratem na celém poli civilního letectví. Dojde k otevření zcela nových trhů, respektive linek bez nutnosti mezipřistání či přestupu

v tradičních přestupních uzlech za využití služeb aliančních dopravců. Výstupy z této práce korespondují se zprávou pánů Wolfganga Grimmeho, Svena Maertense, Stephana Bingemera a Marca C. Gelhausena o predikci potenciálu úzkotrupých letadel s prodlouženým doletem na dálkových trasách (Estimating the market potential for long-haul narrowbody aircraft using origin-destination demand and flight schedules data; Cyprus; 2020). [45]

V budoucnu bych rád na práci navázal analýzou skutečných dopadů provozu Airbusu A321XLR po prvních letech ostrého provozu.

## 9. Seznam použité literatury

- [1] „Definice letadla", Viděno: 7. květen 2023. [Online]. Dostupné z:  
[https://is.vstecb.cz/el/vste/projektclill/L\\_TRLD/um/5.\\_Rozdeleni\\_\\_letadel\\_a\\_princip\\_letu\\_CZ.pdf](https://is.vstecb.cz/el/vste/projektclill/L_TRLD/um/5._Rozdeleni__letadel_a_princip_letu_CZ.pdf)
- [2] „KOLMANL.INFO - Letectví - Pojmy".  
<https://www.kolmanl.info/index.php?show=LPOJMY> (viděno 7. květen 2023).
- [3] „Vojenské letadlo – Wikipedie".  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Vojensk%C3%A9\\_letadlo](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vojensk%C3%A9_letadlo) (viděno 7. květen 2023).
- [4] Evropská agentura pro bezpečnost letectví, „DEFINICE A ZKRATKY POUŽÍVANÉ V CERTIFIKAČNÍCH SPECIFIKACÍCH PRO VÝROBKY, LETADLOVÉ ČÁSTI A ZAŘÍZENÍ; CS-DEFINICE", 2007, Viděno: 7. květen 2023. [Online]. Dostupné z: [https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/CS-Definice\\_konsolidovane\\_amdt\\_2\\_CZ.pdf?cb=0cede87fc5b10548b82beeeef923e2c8](https://www.caa.cz/wp-content/uploads/2019/07/CS-Definice_konsolidovane_amdt_2_CZ.pdf?cb=0cede87fc5b10548b82beeeef923e2c8)
- [5] Pruša Jiří *et al.*, *Svět letecké dopravy*, 2. vyd. Praha: Gallileo Training, 2015.
- [6] „Teorie leteckých motorů - Typy leteckých motorů (LeteckeMotory.cz)". <http://www.leteckemotory.cz/teorie/typy-leteckych-motoru/> (viděno 7. květen 2023).
- [7] „Orders and Deliveries since the creation of Airbus", Viděno: 22. květen 2023. [Online]. Dostupné z:  
<https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2023-04/Airbus-A320-Family-Facts-and-Figures-April-2023.pdf>
- [8] „737 MAX". <https://www.boeing.com/commercial/737max/> (viděno 23. květen 2023).



- [9] „How The Bombardier C-Series Program Transitioned To The Airbus A220 Family". <https://simpleflying.com/bombardier-c-series-airbus-a220-transition-story/> (viděno 29. květen 2023).
- [10] „15 Biggest Airplane Manufacturing Companies in the World". [https://finance.yahoo.com/news/15-biggest-airplane-manufacturing-companies-030452916.html?guccounter=1&guce\\_\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xILmNvbS8&guce\\_\\_referrer\\_\\_sig=AQAAAHT3t7qMpRi\\_\\_ar3iKmwvEeQr1HrJLifqKqxzyrIKgGf9ilfAreyFOcx9vOmt\\_\\_p02tgmANbskfebnVh2cg7MKNGAi9zaWiqQKhUgSIYpU-WtZakr0c0FYTP-mxIBvtsMftsgkWbF4wd5AYX6wgRkDdMD7fUP7DIJAYggokPU0tNn](https://finance.yahoo.com/news/15-biggest-airplane-manufacturing-companies-030452916.html?guccounter=1&guce__referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xILmNvbS8&guce__referrer__sig=AQAAAHT3t7qMpRi__ar3iKmwvEeQr1HrJLifqKqxzyrIKgGf9ilfAreyFOcx9vOmt__p02tgmANbskfebnVh2cg7MKNGAi9zaWiqQKhUgSIYpU-WtZakr0c0FYTP-mxIBvtsMftsgkWbF4wd5AYX6wgRkDdMD7fUP7DIJAYggokPU0tNn) (viděno 8. květen 2023).
- [11] „Aircraft industries a.s." <http://www.let.cz/en/l410ng> (viděno 8. květen 2023).
- [12] „Who we are | Airbus". <https://www.airbus.com/en/who-we-are> (viděno 8. květen 2023).
- [13] „Our Company". <https://www.boeing.com/company/> (viděno 8. květen 2023).
- [14] „5 Companies Owned by BA". <https://www.investopedia.com/5-companies-owned-by-boeing-ba-5204084> (viděno 8. květen 2023).
- [15] „Boeing - Wikipedia". <https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing> (viděno 8. květen 2023).
- [16] „June 2022 global fleet size analysis by ch-aviation". <https://about.ch-aviation.com/blog/2022/06/30/june-2022-global-fleet-size-analysis-by-ch-aviation/> (viděno 20. květen 2023).
- [17] „Forecast number of narrowbody aircraft in global fleet 2022-2032 | Statista". <https://www.statista.com/statistics/410857/projected-number-of-narrowbody-aircraft-in-global-fleet/> (viděno 20. květen 2023).
- [18] „Forecast number of widebody aircraft in global fleet 2022-2032 | Statista". <https://www.statista.com/statistics/410799/projected->

- number-of-widebody-aircraft-in-global-fleet/ (viděno 20. květen 2023).
- [19] „Boeing 757 | www.cs-letectvi.cz". <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/boeing-757> (viděno 21. květen 2023).
- [20] „The History of the A320 Family Program - AVS". <https://aviationsourcenews.com/history/the-history-of-the-a320-family-program/> (viděno 22. květen 2023).
- [21] „A318 | Airbus". <https://www.airbus.com/en/who-we-are/our-history/commercial-aircraft-history/previous-generation-aircraft/a318> (viděno 22. květen 2023).
- [22] „A320 | The most successful aircraft family ever | Aircraft | Airbus Aircraft". <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/a320-the-most-successful-aircraft-family-ever> (viděno 22. květen 2023).
- [23] „A321neo | A320 | Aircraft | Airbus Aircraft". <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/a320-the-most-successful-aircraft-family-ever/a321neo#routes> (viděno 23. květen 2023).
- [24] „Historical Snapshot: 737 Commercial Transport". <https://www.boeing.com/history/products/737-classic.page> (viděno 23. květen 2023).
- [25] „Boeing ukončí výrobu typu 717 | Airways.cz". <https://www.airways.cz/zprava/boeing-ukonci-vyrobu-typu-717/> (viděno 23. květen 2023).
- [26] „A321XLR | Xtra Long Range performance | Airbus Aircraft". <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/a320/a321xlr#cabin> (viděno 27. květen 2023).
- [27] „Boeing 777 Specs: Dimensions, Weights, Range & More - KN Aviation". <https://knaviation.net/boeing-777-specs/> (viděno 23. květen 2023).
- [28] „Boeing 787 Specs: Dimensions, Weights, Range & More - KN Aviation". <https://knaviation.net/boeing-787-specs/> (viděno 23. květen 2023).

- [29] „A330-900 | A330 | Aircraft | Airbus Aircraft”.  
<https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/a330-advanced-to-boost-profitability/a330-900> (viděno 23. květen 2023).
- [30] „A330-800 | A330 | Aircraft | Airbus Aircraft”.  
<https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/a330-advanced-to-boost-profitability/a330-800> (viděno 23. květen 2023).
- [31] „ATR 72-600 Aircraft | ATR Aircraft”. <https://www.atr-aircraft.com/our-aircraft/atr-72-600/> (viděno 25. květen 2023).
- [32] Holloway Stephen, *Straight and Level: Practical Airline Economics*, 3. vyd. Surrey: Ashgate Publishing Limited, 2015.
- [33] Bína Ladislav, *Provozování letecké dopravy a logistika*, roč. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014.
- [34] „Freighters”.  
<https://www.boeing.com/commercial/freighters/#/767-300bcf-highlight/767-300bcf/range/dubai/> (viděno 25. květen 2023).
- [35] „Freighter Family | Airbus”. <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/freighter-family> (viděno 25. květen 2023).
- [36] „E-Jets Freighter - Embraer”.  
<https://www.embraercommercialaviation.com/commercial-jets/e-jets-freighter/> (viděno 25. květen 2023).
- [37] Tomová Anna, Novák Sedláčková Alena, Červinka Michal, a Havel Karel, *Ekonomika leteckých společností: Pravidelná osobná doprava*. Žilina: EDIS - Vydavatelské centrum ŽU, 2017.
- [38] „Proving the A321XLR's Airspace Cabin design – in flight | Airbus”.  
<https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2023-03-proving-the-a321xlrs-airspace-cabin-design-in-flight> (viděno 26. květen 2023).
- [39] „LOT | CEDOK”. <https://www.cedok.cz/dalsi-sluzby/letecke-spolecnosti/lot/> (viděno 26. květen 2023).
- [40] „V Chicagu žije 200 tisíc Čechů. Na Masarykově škole zde učí děti i babičky češtinu - Aktuálně.cz”.

- <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/v-chicagu-zije-200-tisic-cechu-na-masarykove-skole-zde-uci-d/r~7c0817e0250211ecad06ac1f6b220ee8/> (viděno 26. květen 2023).
- [41] „Wizz Air Could Fly To India With The Airbus A321XLR”.  
<https://simpleflying.com/wizz-air-india-interest-airbus-a321xlr/>  
(viděno 26. květen 2023).
- [42] „A321P2F | Freighters | Aircraft | Airbus Aircraft”.  
<https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/freighters/a321p2f> (viděno 25. květen 2023).
- [43] „Flight Time & Route Calculator”.  
[https://aviapages.com/flight\\_\\_route\\_\\_calculator/](https://aviapages.com/flight__route__calculator/) (viděno 26. květen 2023).
- [44] „Airbus 330-200 seat map | Qantas AU”.  
<https://www.qantas.com/au/en/qantas-experience/onboard/seat-maps/airbus-330-200.html> (viděno 27. květen 2023).
- [45] W. Grimme, S. Maertens, S. Bingemer, a M. C. Gelhausen, „Estimating the market potential for long-haul narrowbody aircraft using origin-destination demand and flight schedules data”, *Transportation Research Procedia*, roč. 52, s. 412–419, 2021, doi: 10.1016/j.trpro.2021.01.048.
- [46] „BA Boeing 787-10 with Club World Suites - aeroLOPA | Detailed aircraft seat plans”. <https://www.aerolopa.com/ba-type-781>  
(viděno 13. květen 2023).
- [47] „AY ATR 72-500 seat plan - aeroLOPA | Detailed aircraft seat plans”.  
<https://www.aerolopa.com/ay-atr-72-500> (viděno 13. květen 2023).
- [48] „OH-ATK Finnair ATR 72-500 (72-212A) Photo by Niclas Karich | ID 1406883 | Planespotters.net”.  
<https://www.planespotters.net/photo/1406883/oh-atk-finnair-atr-72-500-72-212a> (viděno 13. květen 2023).
- [49] „G-ZBLC British Airways Boeing 787-10 Dreamliner Photo by Jamie Rawlins | ID 1412827 | Planespotters.net”.

- <https://www.planespotters.net/photo/1412827/g-zblc-british-airways-boeing-787-10-dreamliner> (viděno 13. květen 2023).
- [50] „Boeing\_\_787-800\_\_Dreamliner\_\_v1.0.png 3 159×2 163 pixelů”.  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Boeing\\_\\_787-800\\_\\_Dreamliner\\_\\_v1.0.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/31/Boeing__787-800__Dreamliner__v1.0.png) (viděno 14. květen 2023).
- [51] „STANDARD CONFIGURATION 68 seats”.
- [52] „BT Airbus A220-300 type 1 - aeroLOPA | Detailed aircraft seat plans”.  
<https://www.aerolopa.com/bt-223-1> (viděno 13. květen 2023).
- [53] „Ryanair Boeing 737-Max 8200 - aeroLOPA | Detailed aircraft seat plans”. <https://www.aerolopa.com/fr-boeing-737-max-8200> (viděno 13. květen 2023).
- [54] „EK Airbus A380-800 (four class) - aeroLOPA | Detailed aircraft seat plans”. <https://www.aerolopa.com/ek-388-4cl> (viděno 13. květen 2023).
- [55] „The Difference In Weight Between The Boeing 737 Family's Many Variants”. <https://simpleflying.com/boeing-737-family-variants-weight-differences/> (viděno 23. květen 2023).
- [56] „737-800BCF Specifications”. [https://www.atlasair.com/wp-content/uploads/2019/04/737-800BCF\\_\\_A4OneSheet\\_\\_final.pdf](https://www.atlasair.com/wp-content/uploads/2019/04/737-800BCF__A4OneSheet__final.pdf) (viděno 25. květen 2023).

## 10. Seznam obrázků

Obr. č. 1: dispozice letounu ATR 72-500 .....	21
Obr. č. 2: dispozice letounu Boeing 787-10 .....	21
Obr. č. 3: letoun ATR 72-500 .....	22
Obr. č. 4: letoun Boeing 787-10 .....	22
Obr. č. 6: příčný řez letounu Boeing 787 .....	23
Obr. č. 5: příčný řez letounu ATR 72–500 .....	23
Obr. č. 7: dispozice letounu Airbus A220 .....	23
Obr. č. 8: dispozice letounu Boeing 737-8200 .....	24
Obr. č. 9 a10: dispozice letounu Airbus A380, dolní a horní paluba .....	24
Obrázek č. 11: dispozice letounu ATR 72-600 combi .....	34
Obrázek č. 12: příčný řez Boeingu 737-800BCF .....	35
Obrázek č. 13: typy ULD používané pro Boeing 737-800BCF .....	35
Obrázek č. 14: vlastnosti nákladních letadel .....	36
Obrázek č. 15: trasa letu PRG – ORD (červeně) .....	39
Obrázek č. 16: trasa letu PRG – MIA (červeně) .....	40
Obrázek č. 17: trasa letu PRG – CCU (červeně) .....	41
Obrázek č. 18: trasa letu PRG – NOS (červeně) .....	42
Obrázek č. 19: trasa letu PRG – PUJ (červeně) .....	43
Obrázek č. 20: trasa letu PRG – CMB (červeně) .....	43
Obrázek č. 21: hlavní paluba Airbusu A321P2F .....	44

## 11. Seznam tabulek

Tabulka č. 1: porovnání starých a nových modelů Airbus A320 family .....	29
Tabulka č. 2: vlastnosti verzí modelu Airbus A321neo .....	30
Tabulka č. 3: srovnání verzí letounu 737 MAX .....	31
Tabulka č. 4: srovnání Airbusu A321XLR s aktuálními širokotrupými letouny .....	32

## 12. Seznam grafů

Graf č. 1: poměr uzemněných a aktivních strojů .....	25
Graf č. 2: poměr typů letadel v letecké dopravě .....	26
Graf č. 3: srovnání Airbus A321XLR a průměrného širokotrupého letadla	33
Graf č. 4: spotřeba paliva na trase PRG – CCU .....	45