DIPLOMOVÁ PRÁCE

Prognóza vývoje osobní letecké dopravy

Prognosis of Development in Passenger Air Transportation

STUDIJNÍ PROGRAM

Projektové řízení inovací

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. RNDr. Bohumír Štědroň, CSc.

BLAŽEK

JOSEF

2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Blažek Jméno: Josef Osobní číslo: 437724

Fakulta/ústav: Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)

Zadávající katedra/ústav: Oddělení ekonomických studií

Studijní program: Projektové řízení inovací

Studijní obor:

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Prognóza vývoje osobní letecké dopravy

Název diplomové práce anglicky:

Prognosis of Development in Passenger Air Transportation

Pokyny pro vypracování:

CÍL PRÁCE: Cílem DP je sestavení prognózy osobní letecké dopravy a sledování ekonomických i dalších aspektů v souvislosti s tématem.
PŘÍNOS PRÁCE: Práce je určena širší veřejnosti a její zpracování pomůže k získání představy o budoucnosti osobní letecké dopravy.
OSNOVA: (1) Úvod; (2)Současná situace a historie osobní letecké dopravy ; (3) Letecký dopravce; (4) Technologické prognózy; (5) Ekonomická situace největších leteckých společností současnosti; (6) Vlastní prognóza vývoje osobní letecké dopravy; (7) Srovnání osobní letecké dopravy v České republice a ve světě; (8) Závěr

Seznam doporučené literatury:

(1) ŠTĚDROŇ, Bohumír. Prognostika. C.H. Beck, 2019
(2) WENSVEEN, J. G. Air transportation: a management perspective. Ashgate, 2011
(3) DOBSON, Alan P. A history of international civil aviation: from its origins through transformative evolution. Routledge, Taylor & Francis Group, 2017; (4) PRUŠA, Jiří. Svět letecké dopravy. Galileo CEE Service ČR s. r. o., 2007

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. RNDr. Bohumír Štědroň, CSc., ČVUT v Praze, Masarykův ústav vyšších studií

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: 12. 11. 2019 Termín odevzdání diplomové práce: 30. 4. 2020 / 20. 8. 2020

Platnost zadání diplomové práce: 30. 9. 2021

Podpis vedoucí(ho) práce | Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry | Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

5. 3. 2020

Datum převzetí zadání | Podpis studenta(ky)

© ČVUT v Praze, Design: ČVUT v Praze, VIC

Blažek, Josef. *Prognóza vývoje osobní letecké dopravy*. Praha: ČVUT 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.

MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v přiloženém seznamu použité literatury.
Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 06. 04. 2020 Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval panu doc. RNDr. Bohumírovi Štědroňovi, CSc. za odborné vedení diplomové práce, poskytnuté konzultace a cenné rady. Dále bych rád poděkoval mým blízkým za podporu během studia.

Abstrakt

Cílem diplomové práce je tvorba prognóz vývoje osobní letecké dopravy do roku 2030. Mezi dílčí cíle práce patří sestavení prognóz osobní letecké dopravy v České republice a v jednotlivých světových regionech včetně globálního vývoje. Dalšími cíli je sledování a prognóza ekonomických i dalších aspektů v souvislosti s tématem. Práce je rozdělena na část teoretickou a na část praktickou. Teoretická část popisuje dosavadní vývoj, současnost, budoucí technologie v letectví a metody tvorby technologických prognóz. Praktická část je zaměřena na vlastní tvorbu prognóz budoucího vývoje založených na metaanalýze dostupných dat a studií s využitím kvantitativních i kvalitativních prognostických metod. Výsledky a závěry práce poskytují představu o možném budoucím vývoji osobní letecké dopravy v daném časovém horizontu.

Klíčová slova

Prognóza, předpověď, predikce, metaanalýza, vývoj, osobní letecká doprava, letectví, ekonomika

Abstract

The aim of the thesis is to create prognosis of passenger air transport development till year 2030. Partial goals include the preparation of a forecast of passenger air transport in the Czech Republic and in individual world regions, including global development. Other objectives are monitoring and forecasting of economic and other aspects related to the topic. Thesis is separated to the theoretical part and the practical part. The theoretical part contains the view of the historical development, present development, future technologies in aviation and methods of creating technological forecasts. The practical part is focused on the creating prognosis of future development based on meta-analysis of publicly available data with quantitative and qualitative prognostic methods. Results and conclusions of the work representing possible future of passenger air transport in the given time horizon.

Key words

Prognosis, forecast, prediction, meta-analysis, development, passenger air transport, aviation, economy

Obsah

Úvod **5**

1 Současná situace a historie osobní letecké dopravy **7**

1.1 Vznik letecké dopravy 7

1.2 Období první světové války 7

1.3 Období mezi světovými válkami 8

1.3.1 Nejstarší letecké společnosti světa 8

1.4 Vznik letecké legislativy 9

1.5 Období druhé světové války 10

1.6 Poválečné období 10

1.7 Fungování letecké dopravy v současnosti 11

1.7.1 Ekonomické faktory ovlivňující osobní leteckou dopravu 11

1.7.2 Load faktor 12

1.7.3 Vztah makroekonomie a mikroekonomie k letecké dopravě 12

1.7.4 Vládní a tržní krize 13

1.7.5 Fungování leteckého provozu a legislativa v současnosti 13

2 Budoucí technologie v letectví **15**

2.1 Elektrické a hybridní pohony 15

2.2 Robotika 16

2.3 Biometrie 17

2.4 Supersonické lety 18

2.5 Digitální dvojčata 18

2.6 Budoucí letecký navigační systém FANS 19

2.7 Umělá inteligence a strojové učení 19

3 Analýza provedených technologických prognóz **20**

3.1 IATA 20

3.2 ICAO 21

3.3 Statista 22

3.4 Oxford Economics 22

3.5 The World bank 22

3.6 Boeing 23

3.7 Airports Council International 23
3.8 Eurocontrol 23
3.9 Dopady COVID-19 na osobní leteckou dopravu 24
3.9.1 Prognóza ICAO 24
3.9.2 Prognóza IATA 26
4 Technologické prognózy 27
4.1 Účel prognóz 27
4.2 Přesnost prognóz 28
4.3 Prognostické metody 29
4.4 Kvalitativní metody 29
4.4.1 Brainstorming 29
4.4.2 Panel expertů 29
4.4.3 Metoda Delphi 30
4.4.4 Metoda analogie 30
4.5 Kvantitativní metody 30
4.5.1 Časové řady 30
4.5.2 Metoda nejmenších čtverců 31
4.6 Metaanalýza 32
4.7 Spojení kvalitativních a kvantitativních metod 32
4.8 Logistická funkce 32
4.9 CAGR 34
5 Vlastní prognóza vývoje osobní letecké dopravy v ČR a jednotlivých světových regionech 36
5.1 Prognóza počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR 36
5.1.1 Prognóza počtu přepravených osob se zohledněním zastoupení nepravidelných linek letecké dopravy v ČR 40
5.1.2 Prognóza vývoje celkového přepravního výkonu letišť na území ČR 43
5.1.3 Prognóza vývoje vnitrostátního leteckého provozu v ČR 44
5.1.4 Prognóza vývoje mezinárodního leteckého provozu v ČR 45
5.2 Prognóza počtu přepravených osob v Evropě 46
5.2.1 Prognóza počtu přepravených osob regionu Evropa a Střední Asie 49

5.3 Prognóza počtu přepravených osob v Severní Americe 51
5.4 Prognóza počtu přepravených osob v Latinské Americe 52
5.5 Prognóza počtu přepravených osob v regionu Asie a Tichomoří 54
5.5.1 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy na území Čínské lidové republiky s dopady COVID-19 55
5.6 Prognóza počtu přepravených osob v Africe 56
5.7 Prognóza počtu přepravených osob na Blízkém východě 57
6 Vlastní prognóza globálního vývoje osobní letecké dopravy a srovnání růstu v jednotlivých světových regionech 59
6.1 Srovnání růstu v jednotlivých regionech pomocí CAGR 59
6.2 Prognóza počtu přepravených osob globálně 61
6.3 Predikce celkového počtu osobních dopravních letadel 62
6.4 Možné faktory ovlivňující budoucí vývoj letectví 64
7 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy v ekonomických souvislostech 68
7.1 Souvislost vývoje osobní letecké přepravy a makroekonomických ukazatelů 68
7.1.1 Vliv vývoje HDP na osobní leteckou dopravu 68
7.1.2 Prognóza počtu vyrobených letadel v ČR s využitím logistické funkce 69
7.2 Prognóza vývoje load faktoru 71
7.3 Prognóza vývoje EAT 72
7.4 Prognóza vývoje EBITDA 73
Závěr 74
Seznam použité literatury 76
Seznam grafů 79
Seznam obrázků 80
Seznam tabulek 81

Seznam použitých zkratek

ČSA České aerolinie/Československé aerolinie
ČLS Československá letecká společnost
KLM Koninklujke Luchvaart Maatschappij
ICAO International Civil Aviation Organization (Mezinárodní organizace pro civilní letectví)
IATA International Air Transport Association (Mezinárodní asociace leteckých dopravců)
HDP Hrubý domácí produkt
HNP Hrubý národní produkt
OSKM Osobokilometr
TKM Tunokilometr
SLF Seat Load Factor
PLF Passenger Load Factor
LF Load faktor
ŘLP Řízení letového provozu
ČR Česká republika
ATM Air Traffic Management
ÚCL Úřad pro civilní letectví
MD Ministerstvo dopravy
EU Evropská unie
EP Evropský parlament
ES Evropské společenství
CO2 Oxid uhličitý
EVTOL electrical vertical take-off and landing
VTOL vertical take-off and landing
EIA Edmonton International Airport
DDC Drone Delivery Canada
ANA All Nippon Airways
USA Spojené státy americké
3D Trojrozměrný
FANS Future Air Navigation System
CNS Communication, navigation and surveillance (komunikace, navigace a dohled)
GPS Global Positioning Systém (radionavigační systém pro určení polohy a času)
IRS Inerciální referenční systémy
FMS Systém řízení letu Honeywell
ATC Air Traffic Control (řízení letového provozu)
VHF Very High Frequency (komunikace šířená pomocí velmi krátkých vln)
SATCOM Satellite Communication (satelitní komunikace)
AI Artificial intelligence (umělá inteligence)
AR Augmented Reality (rozšířená realita)

AVA	AirAsia Virtual Allstar
ACI	Airports Council International
USD	Americký dolar
COVID	Coronavirus disease (koronavirus)
CAGR	Compound annual growth rate (složená roční míra růstu)
LKPR	Letiště Václava Havla Praha (ICAO kód)
EAT	čistý zisk
EBITDA	zisk před odpisy, úroky a zdaněním

Úvod

Již od dávných časů se člověk pokoušel dobývat vzdušný prostor a po celé stovky let se veškeré snahy lidstva stávaly neúspěšnými. Přes mnohé návrhy Leonarda Da Vinciho z přelomu 15. a 16. století se první úspěšné pokusy datují až v 18. století během pokusů bratrů Montgolfierů se vzdušnými balóny. Významnější posun pak znamenala první řiditelná vzducholoď, kterou sestrojil Francouz Henri Giffard v polovině 19. století. Opravdovým průlomem se ovšem stal až start prvního motorem poháněného letounu Flyer I bratří Wrightů v roce 1903, který odstartoval masivní rozmach letectví až do dnešních dní. Postupným rozvojem se letectví dostalo do všech koutů světa a stalo se denní součástí fungování všech států a obyvatel na celém světě. Letecká přeprava se stala jedním ze symbolů dnešní doby a otevřela lidstvu možnosti, které byly dosud nevídané. Dnešní svět, tak jak jej známe, by bez letecké dopravy nemohl existovat a dnešnímu blahobytu tak vděčíme také díky rozvoji letecké dopravy.

Vzhledem k neustálému vývoji společnosti stojí před letectvím a leteckou přepravou stále více výzev a rok od roku stoupají požadavky na pohodlí, bezpečnost, rychlost a počet přepravených pasažérů. Rok od roku stoupá počet zájemců o leteckou dopravu a počet lidí, kteří si mohou cestování pomocí letadel dovolit. Takový vývoj sebou přináší mnohé komplikace a překážky, které je potřeba předem predikovat, aby bylo možné se na budoucí situaci dobře připravit a nést rizika související s budoucím vývojem.

Cílem diplomové práce je tvorba prognóz vývoje osobní letecké dopravy na základě analýzy historického vývoje a současného stavu v letecké dopravě. Vstupní data pro tvorbu prognóz byla získána metaanalýzou veřejně dostupných dat. Práce cílí především na sestavení prognóz osobní letecké dopravy v České republice, ve světových regionech a na celou problematiku nahlíží i z globálního pohledu. Dále se práce zaměřuje na sledování a tvorbu prognóz ekonomických i dalších aspektů v souvislosti s problematikou osobní letecké dopravy.

Práce je rozdělena na část teoretickou a na část praktickou. Teoretická část se skládá ze čtyř hlavních kapitol popisujících současnou situaci a historii osobní letecké dopravy, budoucí technologie v letecké dopravě, analýzu provedených prognóz a technologické prognózy, ve kterých jsou popsány kvalitativní i kvantitativní metody tvorby prognóz, které byly využity při tvorbě vlastních predikcí budoucího vývoje v praktické části. Praktická část je složena ze tří hlavních kapitol zaměřujících se na prognózu vývoje osobní letecké dopravy v České republice a v různých světových regionech, na prognózu globálního vývoje se vzájemným regionálním a mezistátním srovnáním a v poslední části na prognózu vývoje osobní letecké dopravy v ekonomických souvislostech.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Současná situace a historie osobní letecké dopravy

Počet letecky přepravených osob od vzniku osobní letecké dopravy za svou historii ohromně vzrostl. Svoji zásluhu na tom má technologický pokrok, zvyšující se životní úroveň obyvatelstva a dlouhá období míru v mnoha regionech. Lidé tak dnes mohou cestovat na dříve nemyslitelné vzdálenosti za krátký čas a dostupnou cenu. V této kapitole je nastíněna historie vývoje letecké dopravy, současnost a nové technologie, které mohou výrazně ovlivnit podobu osobní letecké dopravy a její využití v budoucnu.

1.1 Vznik letecké dopravy

První motorem poháněný let v historii lidstva se uskutečnil za větrného počasí 17. prosince 1903 na Kill Devil Hill v Kitty Hawk ve státě Severní Karolína a trval 12 sekund, za kterou urazil 36,5 metru. Letoun byl pojmenován Flyer I a jeho autory byli bratři Wrightové. [1]

V Čechách se v počátcích letectví proslavili nejvíce konstruktéři a piloti Ing. Jan Kašpar a jeho bratranec Evžen Čihák, kteří začali pracovat na svém prvním letadle v Pardubicích již v roce 1909. Svůj památný přelet vykonal Ing. Kašpar 13. 5. 1911 z Pardubic do Prahy – Chuchle, kdy překonal vzdálenost 121 kilometrů ve výšce 800 metrů za 92 minut. Zároveň v roce 1911 vykonal let s prvním cestujícím na trase Mělník-Praha. Ve stejném roce byl Evženem Čihákem sestrojen slavný letoun „Rapid", který byl nejvyspělejším letounem ve své době na našem území. Čihák se svým bratrem Hugem v Pardubicích přihlásili svoji firmu k výrobě letadel, což byl první pokus tohoto druhu v Čechách. V českých zemích bylo větší množství nadšených konstruktérů, ale až do první světové války se letectví v Čechách příliš nerozšířilo a neexistoval žádný větší podnik na výrobu letadel. [2]

Historicky první komerční let uskutečnil pilot Tony Jannus v roce 1914 na lince mezi floridským St. Petersburgem a Tampou. První letecké společnost nesla i příznačný název St. Petersburg-Tampa Airboat Line. [3]

1.2 Období první světové války

Na počátku první světové války byla letadla stále primitivní konstrukce. Byla pomalá, měla slabý výkon, konstrukce byla křehká a poruchovost vysoká. Konstrukce letadel byla především dřevěná, potažená překližkou a plátnem. Plátěné potahy byly vysoce hořlavé a letadla velmi rychle podléhala zkáze při sebemenším požáru. Technologie a produkce letadel však zaznamenala během první světové války výrazný pokrok a z pár desítek letadel na začátku války byly tisíce na jejím konci v roce 1918. Zároveň se výrazně zvýšily schopnosti a možnosti strojů. [4]

1.3 Období mezi světovými válkami

Rozvoj letectví za první světové války dal vzniknout mnoha spolehlivým strojům, které položily základy civilní, a tedy také osobní letecké dopravy. Následující rozvoj osobní letecké dopravy přinášel mnoho nových výzev. Mezi hlavní patřilo především překonávání stále větších vzdáleností tzv. dálkové lety. Jedna z nejvýznamnějších událostí meziválečného období se stala 21.5. 1927, kdy se uskutečnil úspěšný přelet Atlantiku pilotem Charlesem Lindberghem na stroji pojmenovaném Spirit of St. Louis. Důležitým milníkem pro osobní leteckou dopravu bylo zavedení amerického letounu Douglas DC-3 v roce 1936, který se stal nosným letounem civilního i vojenského letectva. Meziválečné období je vnímáno jako období velkého rozvoje letectví a letecké dopravy. V Československu vzniklo mnoho výrobců letadel (Aero, Avia, Praga, Letov, Tatra), kteří tak dali vzniknout tuzemskému leteckému průmyslu a vzniku mnoha civilních letišť. Mezi hlavní letecké dopravce meziválečného období řadíme především ČSA (Československé aerolinie) a ČLS (Československou leteckou společnost). Vznikají domácí i zahraniční letecké linky a v roce 1920 je zahájena letecká doprava pošty z Prahy. Paralelně k civilní dopravě je budováno vojenské letectvo. Letecké společnosti využívají stroje zahraniční i domácí produkce. [5]

V pozadí leteckého rozvoje vznikaly nové technologie. Jedním z důležitých průkopníků byl německý konstruktér Hans Joachim Pabst Von Ohain, který v roce 1935 vyvinul teorii turbovrtulových motorů a sestavil pracovní model, který si nechal patentoval v roce 1936. Navrhl a sestrojil úspěšný kapalinou poháněný motor Hes.3B, který byl nainstalován v letadle Heinkel HE-178. První let proudového letadla byl proveden 27. srpna 1939 a vedl Německo k vývoji proudových letadel. [6]

1.3.1 Nejstarší letecké společnosti světa

Od prvního komerčního letu 1. ledna 1914 provedeného Tony Jannusem na americké Floridě vznikaly další letecké společnosti. Nejstarší leteckou společností světa, která stále operuje od doby svého založení bez přerušení je nizozemská společnost KLM založená 7.10.1919. Zkratka v názvu společnosti znamená Koninklujke Luchvaart Maatschappij, což je v překladu do českého jazyka královská letecká společnost. Svůj první let společnost realizovala 20.5.1920 z Londýna do Amsterdamu. Nejstarší leteckou společností na našem území, která operuje do dnešních dní jsou ČSA (dříve Československé aerolinie, dnes již České aerolinie) založené 6.10.1923. Celkově jsou ČSA pátou nejstarší leteckou společností světa. Mezi dalších deset nejstarších leteckých společností světa řadíme kolumbijskou společnost Avianca, australský Qantas, ruský Aeroflot, finský Finnair, americké Delta airlines, tádžikistánské Tajik Air, srbské Air Serbia a španělskou společnost Iberia. [3]

1.4 Vznik letecké legislativy

Po prvních úspěšných letech a stále více se rozvíjejícímu letectví si jednotlivé státy stále více uvědomovaly potřebu regulace a kontroly vzdušného prostoru. První snahou o rozdělení si vlivu ve vzdušném prostoru byla Pařížská konference v roce 1910. Nedošlo zde ovšem k dohodě mezi zúčastněnými a schůze skončila neúspěšně. Přes neúspěšnou konferenci si státy nadále uvědomovaly nutnost řešení právních otázek souvisejících se vzdušným prostorem. Výsledkem bylo uzavření bilaterální dohody 23. června 1913 mezi Francií a Německem, která dávala státu právo rozhodovat o reţimu vzdušného prostoru nad územím státu. [7]

Po první světové válce se roku 1919 realizovala Pařížská úmluva, která byla vyvrcholením předešlých snah z roku 1910. Státy uznaly potřebu mezinárodní regulace letecké navigace. Na Pařížské mírové konferenci byla dne 6. března 1919 zřízena komise, která měla v době míru vypracovat úmluvu o mezinárodním civilním letectví. Součástí této komise bylo dvanáct zemí, které zahrnovaly tři podvýbory pro právní, technické a vojenské aspekty. Za sedm měsíců a na základě předchozí práce Pařížské konference z roku 1910 bylo dokončeno neúplné znění úmluvy. Úmluva obsahovala čtyřicet tři článků, které se zabývaly technickými, provozními a organizačními aspekty letecké navigace. Zřídila zřízení Mezinárodní komise pro leteckou navigaci pod vedením Společnosti národů. Mezinárodní komise pro leteckou navigaci (předchůdce ICAO) se měla pokusit o omezení matoucí směsice předpisů, které se v jednotlivých zemích lišily, definováním určitých hlavních zásad a ustanovení. Dne 13. října 1919, dvacet sedm států (Belgie, Bolívie, Brazílie, Britské impérium, Čínská republika, Kuba, Ekvádor, Francie, Řecko, Guatemala, Haiti, Hidžázské království, Honduras, Itálie, Japonsko, Libérie, Nikaragua, Panama, Peru, Spojené státy americké, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Království Srbů , Chorvatů a Slovinců, Siam, Československo a Uruguay) podepsalo Úmluvu o letecké navigaci. Nakonec byla úmluva ratifikována jedenácti státy. Dne 1. května 1920 byl v Paříži podepsán dodatkový protokol, který přidává možnost odchýlit se (na základě dohody ostatních signatářských států) z článku 5 úmluvy (který uvádí: „Žádný smluvní stát nesmí, s výjimkou zvláštního a dočasného povolení, povolit let nad jeho územím letadlu, které nemá státní příslušnost smluvního státu“). Pařížská úmluva byla v roce 1947 nahrazena Chicagskou úmluvou. [8]

Zároveň byla v Haagu v roce 1919 založena Mezinárodní asociace letového provozu, jejíž dnešní nástupce je společnost IATA založená v roce 1945. Společnost IATA byla založena v Havaně na Kubě 19. dubna 1945. Je hlavním nástrojem spolupráce mezi leteckými společnostmi při podpoře bezpečných, spolehlivých a ekonomických leteckých služeb ve prospěch světových spotřebitelů. [9]

Dalším dokumentem, který posunul civilní leteckou dopravu byla Varšavská úmluva podepsaná 12. 10. 1929. Její přínos pro osobní leteckou dopravu spočíval především v ustanovení konkrétních požadavků na letecké přepravní listiny jako je například letenka, lístek od zavazadel a nákladní list. Dále se úmluva zabývala odpovědností účastníků letecké dopravy, a naopak se nezabývala problematikou poštovních služeb. [10]

Varšavská úmluva z roku 1929 prošla postupem času několika změnami skrze dodatkové protokoly. Jedním z protokolů rozšiřující Varšavskou úmluvu byl Haagský protokol z roku 1955 (ICAO dokument 7632) a Montrealské protokoly z roku 1975 (ICAO dokumenty 9145-9148). Mezi další doplňkové úmluvy řadíme například Guadalajarskou úmluvu podepsanou v roce 1961 (ICAO dokument 8181), která měla za cíl posílení práv cestujících a rozšíření odpovědnosti dopravce za vzniklé škody. Postupem času bylo zřejmé, že tzv. Varšavský systém je potřeba zásadně upravit, respektive konsolidovat, aby byl přizpůsoben masivnímu růstu civilní letecké dopravy v devadesátých letech a byl připraven na nový rozvoj technologií v oblasti odbavení pasažérů a nákladu. Varšavský systém našel náhradu v Úmluvě o unifikaci některých pravidel a mezinárodní letecké přepravě, která byla podepsána v květnu roku 1999 v kanadském Montrealu (ICAO dokument 9740). Smluvní stranou nové úmluvy se stala i Česká republika (publikované jako číslo 123/2003 Sb. m. s.) a Slovensko (publikované jako číslo 544/2003 Zb.). Montrealská úmluva má své základy ve Varšavském systému, mnohé principy a ustanovení přebírá, ale ve většině případů je upravuje k lepší použitelnosti v dnešní výrazně odlišné době. [11]

1.5 Období druhé světové války

Období druhé světové války znamenalo výrazný útlum v oblasti osobní letecké dopravy. Letectví na území Československa reálně zaniklo. Veškerá letecká doprava je v rukou německé společnosti Lufthansa. Neexistuje ani vojenské ani sportovní letectví. Jediné pozůstatky letectví v Čechách jsou v pár továrnách, kde se pracuje na nových letadlech pro Německo. [5]

1.6 Poválečné období

Po skončení druhé světové války se začalo s obnovou československého leteckého průmyslu, který navázal na válečnou německou výrobu. Zároveň začíná práce na vlastních nových konstrukcích. Obnova leteckého provozu jediné poválečné letecké společnosti ČSA začíná v roce 1946 převážně díky americkým letounům Douglas DC-3 přezdívaným Dakota. [5]

Mezi důvody rychlé obnovy československého letectví po druhé světové válce patří fakt, že mnohá letiště v Československu byla významně poškozena válečnými událostmi. Činnost Československých aerolinií byla v poválečném období obnovena ke dni 14. září 1945. Počátkem roku 1946 byl zahájen pravidelný mezinárodní a vnitrostátní letecký provoz. Využití na těchto linkách našla především letadla Douglas DC-3 z přebytků amerického vojenského letectva a trofejní německé Junkersy Ju-52 přezdívané „Teta Ju“. Následující počátek studené války ovlivnil ČSA především v nutnosti přerušení provozu na většině linek směřujících do západní Evropy a do oblasti Středního východu. Zároveň se z důvodu nové politické situace změnila orientace na sovětskou leteckou techniku, což se promítlo do nákupu nových sovětských strojů nejprve

v letadlovém parku a později i v pozemní a zabezpečovací technice. Světový pokrok v oblasti techniky se po druhé světové válce projevil nejvýrazněji v letadlové technice. Nejdůležitější inovací bylo zavedení transkontinentálních letů za pomoci čtyřmotorových pístových amerických letadel Lockheed Constellation, Boeing Stratocruiser, Douglas DC-6 a DC-7. Prvním proudovým dopravním letadlem nasazeným do provozu byl britská de Havilland Comet v roce 1952, který se ovšem neosvědčil a byl stažen z provozu. Éra proudových letadel v civilní sféře byla opravdu zahájena až za pomoci ČSA, které zahájily v roce 1957 letecké linky za pomoci sovětských letadel Tupolev Tu-104A, což bylo celý rok před nástupem prvních Boeingů B 707 a Douglasů DC-8. Dalším pokrokem byl rok 1970, kdy bylo do provozu uvedeno první širokotrupé čtyrmotorové proudové dopravní letadlo Boeing B 747 v barvách společnosti Pan American, které svým nástupem zahájilo období masové letecké dopravy. Vznikaly i konkurenční širokotrupé typy jako například Douglas DC-10 a Lockheed L-1011 Tristar s trojicí proudových motorů. Vznik nových účinnějších a úspornějších proudových motorů umožnil vznik nové generace širokotrupých i úzkotrupých dvoumotorových letounů pro krátké, střední i dlouhé trasy. Další snahou bylo zrychlení letecké dopravy a vývoj nadzvukového dopravního letounu, který se realizoval v Evropě. Jednalo se o projekt anglo-francouzského letadla Concorde, které bylo uvedeno do provozu v roce 1976. Problémy letounu Concorde spočívaly především v jeho vysoké spotřebě paliva, ekologické zátěži a hluku. Jejich provoz byl po několika fatálních nehodách ukončen roku 2004. Dnes se objevují myšlenky na supersonickou (nadzvukovou) dopravu znovu, jelikož je faktem, že rychlost současných proudových letadel je na svém maximu. [11]

1.7 Fungování letecké dopravy v současnosti

Kapitola se zaměřuje na současné fungování, pravidla a legislativu v oblasti leteckého provozu. Dále jsou popsány instituce odpovědné za fungování letového provozu a ekonomické faktory, které ovlivňují leteckou dopravu. Pro celkovou orientaci v problematice je rozebrán vztah mikroekonomických a makroekonomických ukazatelů a jejich vlivů na vývoj osobní letecké dopravy. Ekonomické souvislosti jsou doplněny o dopady na leteckou dopravu v době vládní a tržní krize.

1.7.1 Ekonomické faktory ovlivňující osobní leteckou dopravu

Faktory, které ovlivňují růst světového letového provozu jsou četné, složité a vyskytují se na globální, národní, regionální a občanské úrovni. Tato složitost pomáhá vysvětlit, proč může letecká doprava v jedné zemi nebo městě výrazně vzrůst a proč může v jiné zemi stagnovat nebo klesat. Hlavním z těchto faktorů je úroveň prosperity v regionu. Tento faktor ekonomické prosperity se měří pomocí takových ukazatelů, jako je hrubý domácí produkt (HDP) nebo hrubý národní produkt (HNP). Hrubý domácí produkt je celková tržní hodnota veškerého finálního zboží a služeb vyrobených v zemi v daném roce. Zvýšená prosperita se odráží ve zvýšené poptávce po letecké dopravě dvěma samostatnými, ale souběžnými způsoby. Zaprvé, stimulovaná hospodářská činnost

pomáhá vytvářet zaměstnanost, což v konečném důsledku způsobuje nárůst služebních cest, nejdůležitějšího segmentu cestujících v osobní letecké dopravě. Služební cesty jsou primárním důvodem, proč světová finanční centra, jako jsou Londýn a New York, zažila silný nárůst leteckého provozu. Zvýšená ekonomická aktivita navíc podpoří růst nákladní letecké dopravy. Druhým výsledkem ekonomické prosperity je snížení nezaměstnanosti a současné zvýšení příjmů domácností. Lidé mají více volných příjmů a více si mohou dovolit cestovat ve svém volném čase. Dobrým příkladem se stala Čína, kde rostoucí střední třída podporovala velkou expanzi letecké dopravy v zemi. Snížení skutečných nákladů na leteckou dopravu také povede k nárůstu leteckého provozu. [13]

1.7.2 Load faktor

Load faktor je jedním ze základních ukazatelů v letecké dopravě, které reflektují využití kapacity nabízené na leteckých linkách dopravců. Představuje poměr mezi skutečně využitou kapacitou a nabízenou kapacitou na dané letecké lince nebo v celé síti. Kapacita leteckých linek se pro výpočet udává v jednotkách osobokilometrů (oskm) anebo také v jednotkách tunokilometrů (tkm). Load faktor se ve svém výsledku vyjadřuje v procentech. V praxi se lze také setkat s označením SLF (Seat Load Factor) a s označením PLF (Passenger Load Factor). Obsah zmíněných označení je obdobný s obsahem LF. [11]

1.7.3 Vztah makroekonomie a mikroekonomie k letecké dopravě

Makroekonomické studie jsou rozhodovacím procesem pro celou ekonomiku. Pohyby hrubého domácího produktu (HDP), úrokových sazeb, míry inflace, směnných kurzů, obchodní bilance a jejich vzájemné vztahy jsou považovány za makroekonomiku. Na rozdíl od mikroekonomie je makroekonomie místem, kde přicházejí do hry při rozhodování leteckých společností a výrobců letadel strukturální proměnné, což jsou ty proměnné, které určují okolnosti a parametry, které nemusí být společnosti schopny ovlivnit, ale musí je vzít v úvahu. Například pohyby HDP a hospodářské činnosti mají důsledky pro cestování. Mikroekonomická rozhodnutí jednotlivců jsou ovlivněna celkovou ekonomikou a letecká společnost nebo správce letiště musí tyto okolnosti při rozhodování zohlednit. Například v pomalém ekonomickém prostředí může být zavedení zvýhodnění letenek nebo podpora prodeje účinnější strategií při vytváření poptávky než zavedení nové luxusní třídy. Manažeři letišť a leteckých společností se musí vypořádat se sezónností, protože cestování je v zimních měsících obvykle pomalé, ale během prázdnin se zvyšuje, takže je nutné upravit ceny, aby se zohlednily tyto vlivy. Podobný je dopad daní a osobních poplatků na letenky, který je makroekonomickou proměnnou, se kterou musí letecké společnosti bojovat. Podle projektu MIT Ticket Tax Project je 16 procent ceny letenky určeno makroekonomickými proměnnými, které musí letecká společnost zohlednit, pokud jde o stanovení cen a cenovou citlivost

zákazníků. Pro výrobce letadel se makroekonomické proměnné stávají rozhodujícími z hlediska predikce poptávky po letadlech v dlouhodobém horizontu, protože finanční zdraví leteckých společností je velmi závislé na ekonomické cykličnosti. [13]

1.7.4 Vládní a tržní krize

Obecně lze říct, že existují dva druhy ekonomických poklesů a těmi jsou tržní poklesy a selhání vlád. K selhání trhu dochází, když trh nepřiděluje zdroje k jejich nejúčinnějšímu využití, nebo k selhání vlastního kapitálu, kdy na trhu nedochází ke spravedlivému nepřidělování zdrojů. Při selhání ekonomického trhu trh nijak nefunguje „tak, jak by měl". Dvěma hlavními kategoriemi selhání trhu jsou externality a nedostatečná konkurence. Externality jsou skryté náklady a přínosy spojené s výrobou zboží nebo služby, které jednotlivec, který je vyrábí nebo konzumuje, plně nevyužívají, ale existují jako vedlejší produkt takové výroby nebo spotřeby. Negativní externalita je nežádoucím důsledkem produkce, která není přímo ovlivněna výrobcem, zatímco pozitivní externalita je žádoucím důsledkem, která je také vedlejším produktem výroby daného producenta. Klasickým příkladem externalit v letectví by byly náklady na přetížení způsobené zvýšenou všeobecnou leteckou činností. Druhým druhem poklesu trhu je přirozený nedostatek hospodářské soutěže. Některá průmyslová odvětví mají tak vysokou úroveň investic do fixních nákladů, vysoké vstupní překážky a velké úspory z rozsahu, že monopoly jsou jedinou udržitelnou strukturou firmy. Výroba velkých letadel je dobrým příkladem takového odvětví. Vývoj Airbus A380 stál přibližně 14 miliard amerických dolarů. Vývoj Boeingu 777 stál přibližně 5,5 miliardy amerických dolarů a byl založen na existující produktové platformě. To vytváří vysoké překážky vstupu do průmyslu a úspory z rozsahu, které jsou výsledkem hromadné výroby, znesnadňující udržení silné hospodářské soutěže. Nejistota toku příjmů je navíc vždy extrémně vysoká. Jinými slovy, i když výrobce může spolupracovat se svými zákazníky při navrhování a stavbě letadel, tak neustálé změny leteckého průmyslu, nestabilní konkurenční struktura kvůli bankrotům a změny v ekonomických okolnostech způsobují, že konečné příjmy produktu jsou mimořádně nejisté a zvyšují investiční náklady. Proto výrobnímu odvětví dominuje několik velkých hráčů, aby se hospodářská soutěž udržovala v chodu, i když se přeměňuje na duopoly. Musí existovat stabilní zdroj příjmů, aby bylo možné účinně dotovat výrobní odvětví velkých letadel jako v případě Boeingu a Airbusu, kde jsou nutné jisté podoby vládní obrany a civilních smluv, jakož i přímých vládních dotací. [13]

1.7.5 Fungování leteckého provozu a legislativa v současnosti

Ministerstvo dopravy je zastřešujícím státním orgánem pro sledování, regulaci a financování nejrůznějších druhů dopravy na území České republiky. Veškerá data mapující dosavadní vývoj a vztahy související s leteckou dopravou jsou zapisovány v ročenkách ministerstva dopravy. [12]

Kontrolu nad leteckým provozem nad územím ČR spravuje v současné době Řízení letového provozu České republiky, které je státem pověřený podnik na základě Chicagské úmluvy (ICAO). Posláním ŘLP ČR, s. p. je zajištění nákladově efektivních, bezpečných a dlouhodobě udržitelných letových navigačních služeb v prostředí vytvářejících se funkčních bloků vzdušného prostoru s cílem naplnění očekávání uživatelů dnešní i budoucí poptávky v dynamicky se rozvíjejícím prostředí letecké dopravy, a to jak na národní úrovni, tak v kontextu vývoje ATM v Evropě. [14]

Dalším důležitým orgánem v ČR je Úřad pro civilní letectví, který je správním úřadem České republiky a je podřízen MD. Zároveň byl ustanovený státem na základě Chicagské úmluvy o civilním letectví (ICAO). Činnost ÚCL se dělí do čtyř sekcí, a to správní a bezpečnostní, letové, technické a provozní. Do gesce ÚCL spadá oblast způsobilosti leteckého personálu, letadlové techniky, letecké dopravy, letišť apod. [15]

Letecký provoz se pak řídí legislativou ochraňující civilní letectví. Jedná se o legislativu EU skládající se ze čtyř částí: První částí je nařízení EP a Rady (ES) č. 300/2008– stanovující základní právní rámec a společné základní normy ochrany civilního letectví před protiprávními činy na úrovni Evropské unie. Nařízení Komise (EU) č. 1254/2009 stanovující kritéria umožňující členským státům odchýlit se od společných základních norem a přijmout alternativní bezpečnostní opatření. Na národní úrovni aplikováno prostřednictvím § 86e leteckého zákona (zvláštní opatření). Dále pak nařízení Komise (EU) 2015/1998 prováděcí opatření ke společným základním normám ochrany civilního letectví před protiprávními činy, návody k nastavení bezpečnostních opatření pro subjekty, kterým z Nařízení 300 nebo národní legislativy vyplývají určité povinnosti. Poslední částí je rozhodnutí Komise (EU) K (2015)8005 upřesňující postupy provádění jednotlivých bezpečnostních opatření a charakterizující podmínky udělení výjimek. Na národní úrovni aplikováno prostřednictvím § 86d leteckého zákona (základní opatření). ÚCL stanoví jednotlivým adresátům povinností na základě „potřeby znát", se zohledněním místní situace v České republice. Mimo legislativu EU pak v českém právním řádu najdeme otázky ochrany civilního letectví před protiprávními činy, které jsou řešeny v části VIII. zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o civilním letectví"). Navíc ode dne 1. února 2015 nabyl účinnosti zákon č. 127/2014 Sb., který mění zákon o civilním letectví a kterým se převádí správní agenda ochrany civilního letectví před protiprávními činy z působnosti Ministerstva dopravy do působnosti Úřadu pro civilní letectví. Prováděcím právním předpisem přímo dotýkajícím se části VIII. zákona o civilním letectví je pak vyhláška č. 410/2006 Sb., o ochraně civilního letectví před protiprávními činy a o změně a doplnění vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů č. 108/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Posledním bodem legislativy je pak letecký předpis L 17, který se zabývá bezpečností a ochranou mezinárodního civilního letectví před

protiprávními činy, jehož přístup spravuje Letecká informační služba na Řízení letového provozu České republiky. [16]

2 Budoucí technologie v letectví

Přísun nových technologií se neustále promítá do letectví skrze novou, modernější, výkonnější a úspornější techniku. Nové technologie mohou v budoucnu výrazně změnit podobu letectví a civilní letecké dopravy. Mnoho projektů budoucnosti se blíží ke svému dokončení.

2.1 Elektrické a hybridní pohony

Ekologie je v dnešní době populární téma, a právě v dnešní době je let s nulovými emisemi blíže realitě než kdy jindy. Elektrický a hybridní elektrický pohon rychle mění technologie napříč průmysly, od automobilového průmyslu až po námořní. A letecký průmysl není výjimkou. Airbus se zavazuje vyvíjet, budovat a testovat budoucí elektrickou a hybridní elektrickou technologii, která leteckému průmyslu umožní výrazně snížit emise CO2 komerčních letadel. V roce 2010 se společnost Airbus pustila do své elektrifikační cesty a vyvinula první na světě plně elektrický čtyřmotorový akrobatický letoun pojmenovaný CriCri. Od té doby dosáhla společnost Airbus významného pokroku v elektrifikaci letu. Plně elektrická dvojmotorová letadla typu E-Fan v roce 2015 úspěšně překročila anglický kanál. Dále pak vznikl typ Vahana, který je jednosedadlový elektrický letoun umožňující vertikální vzlet a přistání (technologie eVTOL), demonstrátor tohoto typu se testuje již od roku 2018. Projekt CityAirbus, je demonstrátor technologie eVTOL s kapacitou pro čtyři cestující. CityAirbus úspěšně provedl svůj první vzlet v květnu roku 2019. Očekává se, že projekt E-Fan X, který je nástupce typu E-Fan, bude třicetkrát silnější než jeho předchůdce a podnikne první let v roce 2021. Cílem Airbusu je v elektrickém pohonu řídit komercializaci nulových emisí ve všech oblastech jako jsou elektrická vozidla, městská mobilita a případně velká obchodní letadla. Dalším cílem je zpřístupnit technologii pro létání letadel s kapacitou 100 cestujících na základě elektrické a hybridní elektrické technologie v časovém rámci do roku 2030. [16]

Aktuálně probíhá 32 projektů, které byly identifikovány na globální úrovni. Jedná se o projekty od běžných leteckých nebo rekreačních letadel přes obchodní a regionální letadla až po velká komerční letadla a vertikální vzletová a přistávací letadla (VTOL), která jsou nazývaná také jako elektrická městská taxi. Většina z těchto projektů se zaměřuje na datum uvedení do provozu mezi lety 2020 a 2030 a některé jsou již komerčně dostupné. Některé projekty již mají za sebou své první lety (Lilium, City Airbus, Airbus Vahana, Boeing Aurora eVTOL a Bye Aerospace Sun Flyer 2). [17]

Obrázek 1 Autonomní demonstrátor technologie eVTOL nazvaný Vahana, který provedl svůj první let 31. ledna 2018

Zdroj: [17]

2.2 Robotika

Automatizace v leteckém průmyslu nabývá na dynamice díky rychlému pokroku v oblasti robotiky. Roboti v terminálu se stávají běžnějším jevem a mezi některé z posledních příkladů patří nový vodicí robot YAPE pro přepravu zavazadel, robot pojmenovaný Airstar působící na letišti Incheon v Jižní Koreji, robot Josie Pepper z mnichovského letiště a roboti vzešlí z partnerství mezi společnostmi British Airways se startovací společností BotsAndU s cílem otestovat autonomní roboty poháněné umělou inteligencí na terminálu 5 letiště Heathrow v Londýně, aby se dále zlepšila dochvilnost cestujících. Prosazují se nejen roboti v terminálech, ale také automatická vozidla a roboti související s pohybem zavazadly. Dobrým příkladem je komplexní řešení logistiky zavazadel společnosti Vanderlande FLEET, rozmístěné na letišti v Haagu, Rotterdamu a vyzkoušeno na mezinárodním letišti v Hongkongu. Slouží ke zlepšení účinnosti procesu manipulace se zavazadly, zlepšení ergonomických pracovních podmínek pro pozemní personál a pracuje s informacemi o budoucí manipulaci se zavazadly na letištích, takže o této technologii budeme pravděpodobně v budoucnosti slyšet více. Poslední roky byla také testována autonomní vozidla a drony. Například společnost Delta Air Lines v současné době spolupracuje s technologicky zaměřenou vysokou školou Georgia Tech a smart city laboratoří Curiosity Lab s cílem identifikovat způsoby, jak mohou autonomní vozidla prospívat zákazníkům a zaměstnancům. Vědci z uvedených společností budou mít přístup k autoservisu autoklubu Curiosity Lab ve vzdálenosti 1,5 km a k laboratoři pro inteligentní bydlení v Peachtree Corners v Atlantě. Jak se výzkum autonomních vozidel vyvíjí po celém světě, tak společnost Delta Air Lines vidí příležitosti v potenciálních aplikacích pro autonomní automobily, nákladní automobily nebo

autobusy na letištích i mimo ně. Autonomní vozidla by například mohla zákazníkům pomoci navázat rychlé spojení napříč letištěm, doručit zpožděné zavazadlo zákazníkům nebo přepravit části letadel na letiště. Fraport také nedávno dokončil pokus s hybridním leteckým vozidlem na letišti ve Frankfurtu nad Mohanem. Společnost spojila své síly se společností Hybrid-Airplane Technologies GmbH, aby provedla zkušební lety, které by posoudily, zda by bylo možné použít zkušební stroj k provádění kontrol stavu v terminálech. Využívání dronů je také stále populárnější a nedávno mezinárodní letiště v Edmontonu (EIA) vstoupilo do nového strategického partnerství s Drone Delivery Canada (DDC), díky němuž se letiště stane centrem dodávek nákladu dronů v západní a severní Kanadě. Očekává se, že se bude jednat o první pravidelně plánovanou doručovací službu pomocí dronů z letiště na světě. Mezitím tato technologie již získává využití v pohostinství díky společnosti Yotel, která například experimentuje s využitím dronů k dodání jídla a pití na objednávek hostům v Amsterdamu, takže je pravděpodobné, že se tento trend brzy projeví na letištních terminálech. Dalším zajímavým konceptem, který stojí za pozornost, jsou avatary japonské letecká společnosti ANA. V současné době vyvíjí ANA nové platformy pro telepresenci, které „ovlivní životy všech 7 miliard lidí na Zemi, spojí lidi, spojí věci a propojí myšlenky a sny". Jedním z cílů týmu je vytvořit experiment, který by mohl umožnit sportovním fanouškům zažít olympijské hry v Tokiu v roce 2020 prostřednictvím robotů na dálkové ovládání sedících na sedadlech. [18]

2.3 Biometrie

Technologie biometrie je již několik let známý trend a nabývá na vyšším využití. Celý potenciál této technologie nebyl dosud odhalen. Rok 2019 byl mezníkem pro rozvoj biometrie v letecké dopravě s mnoha úspěšnými implementacemi, od zavedení biometrie společností British Airways na letišti Heathrow v Londýně, v Orlandu, Los Angeles, na letišti Johna F. Kennedyho v New Yorku a na mezinárodním letišti Kempegowda v indickém Bengalúru. Společnost Delta Air Lines realizovala svůj první biometrický terminál ve Spojených státech na mezinárodním letišti Hartsfield-Jackson v Atlantě. V letošním roce se očekává, že bude více leteckých společností, které přijmou mobilní aplikace pro rozpoznávání obličeje, aby cestujícím usnadnily odbavovací proces. Můžeme také sledovat aplikaci Iberia trialling na rozpoznávání obličeje na madridském letišti, která zákazníkům umožňuje identifikovat se jak u obecné, tak zrychlené bezpečnostní kontroly a u nástupních bran s jejich biometrickým profilem, což vylučuje potřebu ukazovat cestovní doklady. [18]

Díky vylepšení v biometrické technologii pro ověřování totožnosti TSA (Správa zabezpečení dopravy Spojených států amerických) vyhodnocuje provozní a bezpečnostní dopady používání biometrie cestujících k ověření jejich totožnosti namísto manuálních kontrol osobních dokumentů. Využití biometrie zlepší bezpečnost letectví díky snadnému a přesnému ověřování totožnosti cestujících. [19]

2.4 Supersonické lety

Dálkové lety jsou vyčerpávající a jsou náchylné ke zpoždění. Podle studie společnosti AirHelp je více než 50% všech dálkových letů zpožděno alespoň o 15 minut nebo zcela zrušeno. Se zavedením zrychleného leteckého cestování už nebude zpoždění problémem. Letadlo bude cestovat tak rychle, že většina zpoždění bude zanedbatelná. Ačkoli nadzvukové letouny již existují, nejsou komerčně dostupné kvůli šumu, který vytvářejí na obloze rychleji než zvuk. V blízké budoucnosti by zralejší technologie mohla vyřešit problém se zvukem a konečně uvést tato vysokorychlostní letadla do komerčního letectví. [21]

Jednou z největších výzev, kterým čelí nadzvukový let, je eliminace zvukového dunění. Hluk způsobený nadzvukovými letadly narušujícími zvukovou bariéru stačil na to, aby byl zakázán jejich provoz nad Spojenými státy a dalšími zeměmi, což vážně omezilo počet životaschopných obchodních cest. Aerion Corporation pánuje návrat nad zakázané oblasti díky nové technologii křídla a novým pohonným systémům. Nový letoun by letěl rychlostí Mach 0,99 nad pevninou, co nejrychleji, tak aby respektoval veškeré předpisy. Jakmile by se ocitnul nad oceánem, zrychlí na rychlost Mach 1,5 a dokončí cestu z New Yorku do Paříže za pouhé čtyři hodiny. Letecká společnost Hypermach se zaměřuje na konstrukci tak, že se snaží eliminovat nebo omezit zvukové dunění tím způsobem, že nadzvukový let bude možný i nad pevninou. Projekt společnost Hypermach s názvem SonicStar bude obsahovat „technologii elektromagnetického snižování tahu", která sníží dunění od motorů a umožní stroji létat rychlostí Mach 3,6 v nadmořské výšce 60 000 stop. [23]

2.5 Digitální dvojčata

Společnost SITA Lab v současné době pracuje na projektu plně funkčních digitálních dvojčat, který se testuje na letištích na východním pobřeží USA, kde je 3D rozhraní s úhlopříčkou 86 palců v operačních místnostech. V nedávném blogovém příspěvku na webu SITA Lab vedoucí inženýr společnosti Kevin O´ Sullivan řekl, že výsledek „zlepší rozhodování na základě holistického pohledu na provoz letiště". Vysvětlil: „Kromě ukázání toho, co se nyní děje, si můžeme také vybrat okamžik v historii a přehrát přesně to, co se stalo v minulosti. Je to velmi účinný způsob, jak zjistit příčiny narušení a zjistit co se může příště udělat lépe. " [18]

2.6 Budoucí letecký navigační systém FANS

Budoucí letecký navigační systém (Future Air Navigation System/FANS) je koncepce, která byla vyvinuta Mezinárodní organizací pro civilní letectví (ICAO) ve spolupráci se společnostmi Boeing, Airbus, Honeywell a dalšími společnostmi zabývajícími se leteckou dopravou. Umožňuje více letounům bezpečně a efektivně využívat daný objem vzdušného prostoru. Dnes se FANS používá především v oblasti oceánů, kdy využívá výhody obou satelitních komunikací a satelitní navigace s cílem efektivně vytvořit virtuální radarové prostředí pro bezpečný průlet letadel. FANS hraje klíčovou roli při podpoře CNS / ATM (komunikace, navigace, dohled, Řízení letového provozu), strategie a nařízení, což je evoluce, která probíhá již více než deset let. Dnes je FANS-1 standardem používaným pro letadla Boeing, zatímco standard Airbus je známý jako FANS-A. Oba systémy jsou postaveny na architektuře FANS první generace. První trasy FANS debutovaly v roce 1996 v oblasti Pacifiku a byly původně využívány třemi leteckými společnostmi s letadly Boeing 747-400. Tato letadla vybavená systémem FANS 1používala globální systém určování polohy (GPS) a inerciální referenční systémy (IRS) pro stanovení jejich polohy a na palubě a systém řízení letu Honeywell (FMS) pro správu navigačního řešení a tok informací. Aktuální pozice letadla je poté přenášena prostřednictvím komunikačního směrovače a odeslána na Řízení letového provozu (ATC) prostřednictvím VHF nebo SATCOM. [20]

2.7 Umělá inteligence a strojové učení

Během několika posledních let se v odvětví letecké dopravy projevuje velký zájem realizovat plný potenciál umělé inteligence (AI) s množstvím případů použití. Na jedné straně můžeme sledovat letecké společnosti a letiště přijímající chatboty (počítačové programy určené pro automatizované komunikování s lidmi) a na druhé straně zlepšování provozu. Pokud jde o aplikace chatbot, tak společnost AirAsia v roce 2019 vyvinula a spustila svou platformu AirAsia Virtual Allstar (AVA), nepřetržitě se rozvíjející chatovací platformu poháněnou umělou inteligencí, která získala stříbrné ocenění na FTE APEX Asia EXPO Awards 2019 za nejlepší iniciativu ze zkušenosti cestujících v Kategorie leteckých společností. Proprietární platforma řízená umělou inteligencí, která bude implementována v roce 2020, pomůže profesionálům společnosti Delta Air Lines činit ještě chytřejší provozní rozhodnutí. Letecká společnost tvrdí, že uplatňuje strojové učení řízené umělou inteligencí v měřítku, které dosud žádná letecká společnost neudělala. Proprietární platforma řízená umělou inteligencí analyzuje miliony provozních datových bodů od pozic letadel přes omezení letové posádky až po podmínky na letištích a vytváří hypotetických výsledků, které pomáhají zaměstnancům společnosti Delta Air Lines činit kritická rozhodnutí před, během a po velkých poruchách. Společnost KLM vyvinula sadu pokročilých optimalizačních nástrojů, které pomáhají nastavovat robustní plány implementací inteligentního přiřazování koncových bodů, spravovat a řešit narušení a pomáhat při rozhodování. Výhody pro cestující spočívají také ve zřejmém minimalizování dopadů všech narušení jejich cesty prostřednictvím

aktualizací v reálném čase, ve snížení zpoždění zavazadel a personalizace informací poskytovaných zákazníkovi prostřednictvím digitálních kanálů. [18]

Dle eTurboNews virtuální realita (VR) a rozšířená realita (AR) patří mezi nejžhavější témata v technice. AR je typ technologie, která zobrazuje virtuální rozhraní v reálném světě, často pomocí mobilních nebo nositelných zařízení. Implementace AR v leteckém průmyslu má velký potenciál. Například cestující se mohou lépe orientovat na letišti pomocí rozhraní AR na svém telefonu nebo pomocí chytrých brýlí. Zaměstnanci letiště mohou také pomocí technologie AR snadno ověřit totožnost cestujícího a posoudit jeho velikost a hmotnost zavazadel. AR může také zlepšit zážitek z létání sám. Díky použití AR mohou letušky detekovat jemné změny v emocích cestujících, aniž by si museli vyměňovat slova, což jim umožňuje přizpůsobit své služby tak, aby lépe vyhovovaly potřebám jejich cestujících. Například poskytování lékařské pomoci cestujícímu, který nemůže mluvit kvůli svým osobním důvodům. [22]

3 Analýza provedených technologických prognóz

Vstupními daty a pro vytvoření metaanalýzy se stala data zpracovaná v mnoha prognózách různých relevantních zpracovatelů. Pro pochopení a tvorbu prognózy vývoje letecké dopravy je nutná analýza současného stavu poptávky cestujících v letecké dopravě a její vývoj v letech minulých.

3.1 IATA

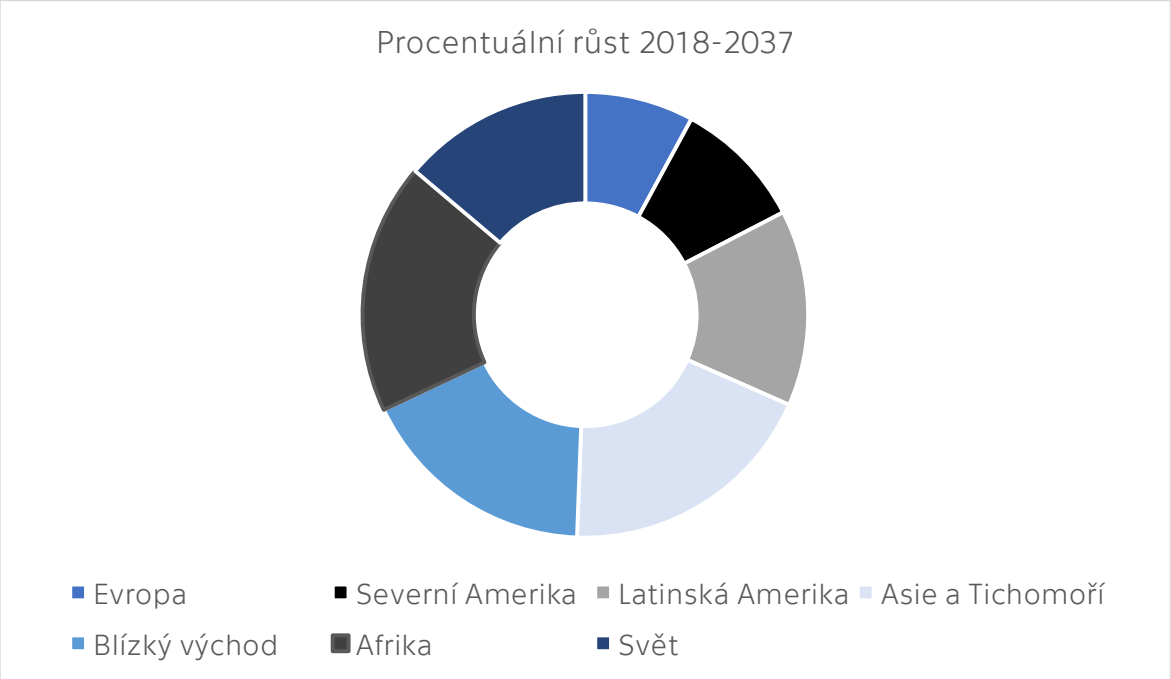
Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA) zpracovává vysoké množství dat a vytváří vlastní prognózy budoucího vývoje v oblasti osobní letecké dopravy. S využitím dat asociace IATA sledujícími vývoj letecké dopravy v období mezi lety 2018-2037 můžeme pozorovat rozdílné potenciální vývoje v regionech letecké dopravy. Podle predikce asociace IATA by z pohledu procentuálního růstu měla zaznamenat nejvyšší růst oblast Asie a Tichomoří, kde by měl nárůst osobní letecké dopravy představovat 4,8 % v roce 2037. Druhý nejvyšší růst 4,6 % je očekávaný v regionu Afriky a třetí příčku zaujímá region Blízký východ s růstem 4,4 %. Světový nárůst je pak očekávaný o 3,5 % ve sledovaném období. [24]

Tabulka 1 Prognóza procentuálního růstu v letech 2018–2037 dle IATA

	Procentuální růst 2018-2037
Evropa	2,0 %
Severní Amerika	2,4 %
Latinská Amerika	3,6 %
Asie a Tichomoří	4,8 %
Blízký východ	4,4 %
Afrika	4,6 %
Svět	3,5 %

Zdroj: [24]

Graf 1 Procentuální růst v letech 2018 - 2037 dle IATA



Zdroj: vlastní zpracování dle [24]

3.2 ICAO

Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO), zpracovává obdobně jako IATA prognózy budoucího vývoje osobní letecké dopravy v celosvětovém měřítku. Dlouhodobé prognózy jsou připraveny pro osobní i nákladní leteckou dopravu, pro pohyby letadel a související parametry, které podporují účely plánování leteckých společností, letišť, letových navigačních systémů a dalších. Mezinárodní organizace pro civilní letectví očekává, že celosvětová letecká doprava poroste do roku 2035 ročně o 3,9 procenta. Dva regiony, Blízký východ a Asie / Pacifik, překonají globální růst, přičemž první region má nejvyšší roční růst překonávající globální odhad o zhruba 1,9 procentního bodu.

Následuje Afrika, která podle odhadů poroste téměř stejným tempem jako globální odhad. Severní Amerika a Evropa porostou mírně pomaleji, než je globální odhad, zatímco oblast Latinská Amerika a Karibik má nejnižší roční tempo růstu menší než 2 procenta. [25]

ICAO vydala dokument s názvem ICAO Long-Term Traffic Forecasts, který obsahuje veškerá data budoucích prognóz zpracovaných Mezinárodní organizací pro civilní letectví. Jsou popisovány jednotlivé proměnné a různých částech světa i z globálního pohledu. [26]

3.3 Statista

Společnost Statista na svých stránkách uveřejňuje mnohé prognózy a statistiky týkající se osobní letecké dopravy a leteckého průmyslu. Statistiky vycházejí z veřejně dostupných dat z mnoha zdrojů a prognózy se opírají o kvalitativní i kvantitativní metody mnoha odborníků v oblasti prognostiky spolupracujícími se společností Statista. Sledované jevy se zaměřují jak na konkrétní oblasti, tak na globální pohled. [27]

3.4 Oxford Economics

Měnící se politické a ekonomické faktory v dnešní ekonomice mění budoucnost letecké osobní dopravy. Udržení společností za neustále se měnícího prostředí a dopadů může být pro firmy náročné. Prognózy slouží k pochopení, jak se bude osobní letecký provoz vyvíjet a jak současné politické a ekonomické trendy mohou pozitivně nebo nepříznivě ovlivnit tempo růstu. Prognózy byly společně vytvořeny společnostmi Tourism Economics, společností Oxford Economics a Mezinárodní asociací pro leteckou dopravu (IATA) s cílem poskytování dlouhodobé předpovědi cestujících v letecké dopravě. Prognóza zahrnuje pokrytí celkových domácích a mezinárodních toků pro 183 zemí a téměř 4 000 důležitých tras pro jednotlivé země. Zahrnuty jsou také alternativní scénáře prognózy založené na různých předpokladech pro základní ekonomické faktory poptávky po letecké dopravě. [28]

3.5 The World bank

Světová banka je životně důležitým zdrojem finanční a technické pomoci rozvojovým zemím po celém světě. Nejedná se o banku v běžném slova smyslu, nýbrž o partnerství pro snížení chudoby a podporu rozvoje. Skupina Světové banky zahrnuje pět institucí spravovaných jejich členskými zeměmi. Skupina The World Bank byla založena v roce 1944 a sídlí ve Washingtonu D.C. Zaměstnává více než 10 000 zaměstnanců ve více než 120 kancelářích po celém světě. [29]

Zároveň Světová banka shromažďuje množství veřejně přístupných dat přímo od jednotlivých států, které reflektují dlouhodobý vývoj v různých oblastech osobní letecké dopravy a vývoj makroekonomických ukazatelů jakým je například HDP. [30]

3.6 Boeing

Prognózy osobní letecké dopravy jsou vytvářeny také výrobci dopravních letadel. Konkrétně americká společnost Boeing v roce 2019 představila dokument Commercial Market Outlook zaměřující se na prognózu od roku 2019 do roku 2038. Dokument uvažuje jednotlivé scénáře vývoje pro různé oblasti, ale i scénáře z pohledu celosvětového. Navíc jsou v prognóze zkoumány ekonomické dopady vývoje a vývoj počtu letadel. [31]

3.7 Airports Council International

Podle Airports Council International (ACI) jsou letiště neocenitelným přínosem pro společenství, kterým slouží, pomáhají jim rozvíjet jejich plný ekonomický potenciál a zajišťují stabilní růst, podporují dlouhodobý rozvoj podnikání a zaměstnanost. V roce 1991 provozovatelé letišť po celém světě vytvořili Airports Council International – první sdružení na světě, které zastupuje jejich společné zájmy a podporuje spolupráci s partnery v celém odvětví letecké dopravy. [32]

Airports Council International zpracovává prognózy vývoje osobní letecké dopravy a shromažďuje data související s leteckou dopravou. [33]

3.8 Eurocontrol

Studie Eurocontrol s názvem Challenges of Growth si klade za cíl dosažení co nejlepších informací na podporu dlouhodobého plánování letectví v Evropě. Eurocontrol již dříve zveřejnil čtyři studie o budoucích výzvách v letech 2001, 2004, 2008 a 2013. V této práci se zaměříme na informace z nejnovější verze, která byla k dispozici v době vzniku této práce, tedy verze z roku 2018. Studie řeší především následující 4 scénáře: [34]

Tabulka 2 Otázky řešení dle Eurocontrol

Globální růst	Silný globální růst s technologií používanou ke zmírnění problémů udržitelnosti.
Regulace a růst	Nejpravděpodobnější: mírný růst regulován tak, aby sladil poptávku s otázkou udržitelnosti.
Fragmentace světa	Svět rostoucího napětí a snížené globalizace.
Šťastný lokalismus	Jako regulace a růst. Zaměřeno na Evropu.

Zdroj: [34]

Nejpravděpodobnějším scénářem je scénář s názvem Regulace a růst. Zároveň však existuje celá řada dlouhodobých rizik vedoucích k vyššímu růstu, a proto věnujeme zvláštní pozornost také scénáři Globální růst. Očekává se, že do roku 2040 vzroste počet letů v Evropě na více než 16 milionů z pohledu scénáře Regulace a růst. Z pohledu scénáře Globální růst téměř na 20 milionů letů. Jedná se o celkový růst o 53 % (perspektiva Regulace a růst) a 84 % (perspektiva Globální
Růst) ve srovnání s daty z roku 2017. [34]

Do roku 2040 bude čelit letectví dle Eurocontrol především třem klíčovým výzvám. Prvním z nich bude realizace stávajících plánů letištní kapacity. Na letištích v 17 různých státech bude zapotřebí větší kapacita. Druhá výzva spočívá v zohlednění ztráty 1,5 milionu letů v tzv. „kapacitní mezeře". Typický letní den v roce 2040 v Evropě bude mít 16 letišť přetížených na stejné úrovni jako je londýnské letiště Heathrow nyní. To se promítne celkovým posunem zpoždění v síti na průměrně 20 minut za let. Bude tedy výzvou zajistit odpovídající kvalitu služeb. Poslední výzvou pak bude změna klimatu, která poškodí leteckou infrastrukturu, změní vzorce poptávky cestujících a může vést k většímu narušení každodenních operací. Průmysl celkově uznává potřebu adaptace k novým podmínkám, ale pouze polovina organizací začala plánovat změny. [34]

3.9 Dopady COVID-19 na osobní leteckou dopravu

Na konci roku 2019 se v čínském městě Wu-chan v provincii Chu-pej poprvé objevil výskyt koronaviru SARS-CoV-2 způsobujícího onemocnění COVID-19, které se během následujících měsíců rozšířilo do většiny států světa a výrazně tak ovlivnilo osobní leteckou dopravu, která byla za účelem zamezení šíření koronaviru regulována. Omezení spojená s touto pandemií se ve velké míře podepsala na prognózách vývoje osobní letecké dopravy.

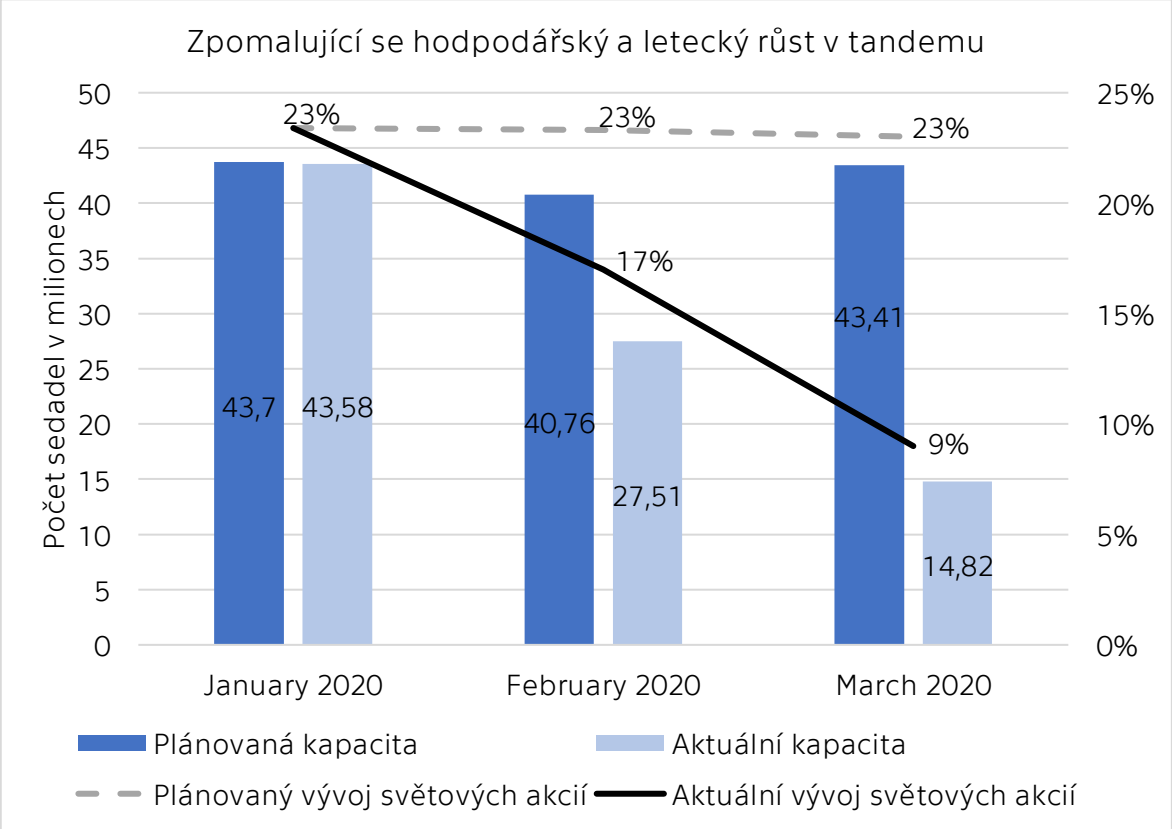
3.9.1 Prognóza ICAO

Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) vypracovala předběžné prognózy týkající se očekávaných ekonomických dopadů zákazů cestování COVID-19 na mezinárodní letecké spojení. ICAO v současné době uvádí, že přibližně 70 leteckých společností zrušilo všechny mezinárodní lety do a z pevninské Číny a dalších 50 leteckých společností omezilo související letecké operace. Výsledkem bylo 80 % snížení kapacity zahraničních leteckých společností pro cestující přímo do a z Číny a 40 % snížení kapacity ze strany čínských leteckých společností. Před vypuknutím letecké společnosti plánovaly v prvním čtvrtletí 2020 ve srovnání s rokem 2019 zvýšit kapacitu na mezinárodních trasách do a z Číny o 9 %. Předběžné odhady ICAO naznačují, že v prvním čtvrtletí roku 2020 došlo k celkovému snížení v rozmezí od 39 % na 41 % kapacity cestujících, respektive snížení o 16,4 až 19,6 milionu cestujících ve srovnání s tím, co předpokládaly letecké společnosti. To odpovídá potenciálnímu snížení hrubých provozních příjmů leteckých společností na celém světě o 4 až 5 miliard amerických dolarů.

Uvedené odhady nezahrnují potenciální dopady způsobené omezením mezinárodních pohybů letecké dopravy na letadla nákladní dopravy, na letiště, poskytovatele leteckých navigačních služeb, na čínský vnitrostátní letecký provoz nebo na mezinárodní provoz s ohledem na Hongkong a Macao, které jsou zvláštní administrativní regiony Číny nebo její tchajwanské provincie. Pokud jde o hlavní dopady související s cestovním ruchem v prvním čtvrtletí roku 2020 v důsledku snížení počtu čínských leteckých cestujících, odhaduje ICAO, že Japonsko by mohlo ztratit 1,29 miliardy amerických dolarů v příjmech z cestovního ruchu, následované Thajskem ve výši 1,15 miliard amerických dolarů. [35]

Odhadovaný dopad ohniska COVID-19 na pravidelný mezinárodní osobní provoz v prvním čtvrtletí roku 2020 ve srovnání s původně plánovaným provozem je v Korejské republice promítnut ve snížení kapacity sedadel o 27 %, snížení počtu cestujících o 6,1 až 6,6 milionu a ztráta hrubých provozních příjmů leteckých společností o 1,3 až 1,4 miliardy amerických dolarů. V Itálii se pak omezení promítnou ve snížení kapacity sedadel o 19 %, snížení počtu cestujících mezi 4,8 až 5,4 miliony, ztráta hrubých provozních nákladů leteckých společností v rozmezí 0,6 až 0,7 miliard amerických dolarů. Írán patří mezi další výrazně zasažené oblasti a dojde zde ke snížení kapacity míst o 25 %, snížení počtu cestujících o 580 000 až 630 000 a ztrátu hrubých provozních příjmů leteckých společností o 92 až 100 milionů USD. [36]

Graf 2 Zpomalující se hospodářský a letecký růst v tandemu



Zdroj: vlastní zpracování dle [36]

3.9.2 Prognóza IATA

Mezinárodní asociace pro leteckou dopravu (IATA) aktualizovala svou analýzu finančního dopadu způsobeného koronavirem (COVID-19) na světový letecký průmysl. Nyní IATA predikuje globální ztráty z příjmů v roce 2020 v oblasti osobní letecké dopravy mezi 63 miliardami amerických dolarů (ve scénáři, kdy je COVID-19 obsažen na současných trzích s více než 100 případy od 2. března) až 113 miliardami amerických dolarů (ve scénáři s širším rozšířením COVID-19). Předchozí analýza IATA (vydaná dne 20. února 2020) vykázala ztracené příjmy ve výši 29,3 miliard amerických dolarů na základě scénáře, který by viděl dopad COVID-19 z velké části na trhy spojené s Čínou. Od té doby se virus rozšířil do více než 80 zemí a rezervace letů dopředu byly vážně ovlivněny na trasách mimo Čínu. Finanční trhy silně reagovaly. Ceny leteckých společností od začátku propuknutí klesly téměř o 25 %, což je zhruba o 21 procentních bodů více než pokles, ke kterému došlo v podobném období během krize SARS v roce 2003. Aby se zohlednila vyvíjející se situace s COVID-19, odhadla IATA potenciální dopad na příjmy na základě dvou možných scénářů. První scénář počítá s omezením šíření. Tento scénář zahrnuje trhy s více než 100 potvrzenými případy COVID-19 (od 2. března). Odhaduje také pokles důvěry spotřebitelů na dalších trzích (Severní Amerika, Asie a Tichomoří a Evropa). Celosvětově se tento pokles poptávky projevuje na 11 % celosvětové ztrátě cestujících ve výši 63 miliard amerických dolarů. Čína by představovala přibližně 22 miliard amerických dolarů z této celkové částky. Trhy spojené s Asií (včetně Číny) by představovaly 47 miliard amerických dolarů z této celkové částky. Druhý scénář počítá s rozsáhlým šířením. Tento scénář používá podobnou metodologii, ale na všech trzích, které mají v současnosti 10 nebo více potvrzených případů COVID-19 (od 2. března). Výsledkem je 19 % ztráta v celosvětových příjmech cestujících, což odpovídá 113 miliardám amerických dolarů. Finančně by to bylo v měřítku rovnocenné tomu, co průmysl zažil v globální finanční krizi. Ceny ropy od začátku roku výrazně poklesly (o 13 amerických dolarů na jeden barel Brent). To by mohlo snížit náklady až o 28 miliard amerických dolarů na účtech za pohonné hmoty do konce roku 2020 (kromě úspor, kterých by se dosáhlo v důsledku omezených operací), což by poskytlo určitou úlevu, ale významně by neztlumilo ničivý dopad, který má COVID-19 na poptávku. [37]

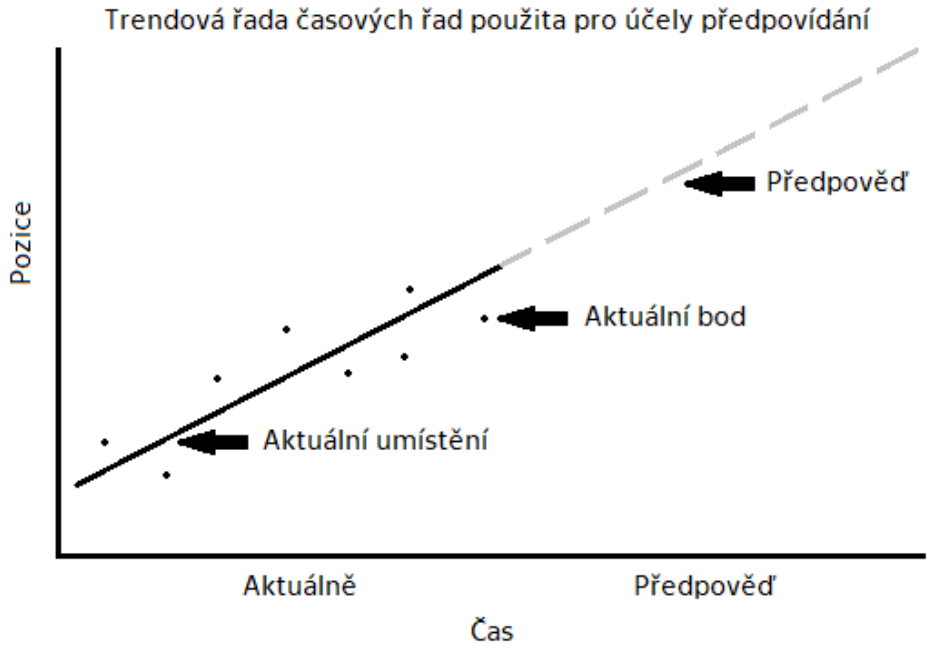
4 Technologické prognózy

Kapitola se zaměřuje na účel a použití technologických prognóz. Zmíněna je přesnost vytvořených prognóz a jejich dělení. Následně jsou popsány jednotlivé metody, nástroje a postupy tvorby technologických prognóz.

4.1 Účel prognóz

Každý typ prognózy slouží určitému účelu. Letecká společnost by tak mohla například vytvořit krátkodobou předpověď celkových cestujících mezi konkrétní dvojicí měst, aby získala základní informace pro určení potřebného personálu na letišti, pozemního vybavení, dostupnosti gatů a nákladů spojené s těmito položkami. Krátkodobé předpovědi obvykle pokrývají období jednoho měsíce až jednoho roku a pokrývají takové každodenní operace, jako jsou činnosti spojené s personálními útvary, hodnocení současné konkurenční situace na trhu a projekce krátkodobých potřeb na vybavení. Střednědobé předpovědi obvykle pokrývají rozsah jeden až pět let a zahrnují takové otázky, jako jsou rozhodnutí o plánování tras. Dlouhodobé předpovědi cílí na dobu 5 až 10 let a mohou zahrnovat rozhodnutí o plánování flotily a dlouhodobé finanční závazky. Například výrobce lehkých letadel by mohl udělat dlouhodobou předpověď poptávky po letadlech speciálně navržených tak, aby sloužila osobnímu leteckému dopravci, a poté plánovat uspokojení předpokládané poptávky. Společnosti používají různé předpovědi k provádění tří důležitých funkcí správy/analýzy, plánování a kontroly. Při předpovídání budoucího vývoje je třeba poznamenat, že je nutná jistá opatrnost. Při získávání statistických údajů je důležité si uvědomit, že různé zdroje mají různé metody výpočtu hodnot pro stejný výsledek, což znamená, že skutečné údaje nemusí být přesné. Je velmi důležité používat data z renomovaných zdrojů a důkladně porozumět tomu, jak byla data shromažďována, zejména při srovnávání s jinými zdroji. [38]

Obrázek 2 Trendová řada časových řad pro účely předpovídání



Zdroj: vlastní zpracování dle [38]

4.2 Přesnost prognóz

Krátkodobé předpovědi jsou obecně přesnější než dlouhodobé předpovědi, protože základní determinanty a vztahy mezi proměnnými mají v krátkodobém horizontu menší tendenci změn než v dlouhodobém horizontu. Krátkodobé předpovědi jsou však náchylné k sezónním výkyvům, které, pokud nejsou započítány, mohou způsobit, že budou nerealistické. Dlouhodobý model je skutečný trendový model ovlivněný pouze nepravidelnými odchylkami. Vývoj trendového modelu je obecně primárním cílem prognóz, protože management má zájem především o růst nebo kontrakci konkrétní služby. Prognózy pro ekonomiku jako celek jsou obvykle přesnější než prognózy pro konkrétní odvětví v rámci ekonomiky. Předpokládané příjmy pro letecký průmysl proto obvykle nejsou tak přesné, jako předpovídaný HND (hrubý národní důchod). Stejně tak je předpokládaný podíl jednotlivých společností na celkovém odvětví obvykle méně přesný než podíl celého odvětví. Prognóza výnosu výrobce konkrétní značky letadel je z obecného pohledu pro celé letectví méně přesná než prognóza pro kategorii letadel, jako jsou například turbovrtulová letadla. Důvody jsou v zásadě dvojí. První možností je, že se čísla zmenšují a jsou méně statisticky spolehlivá, když se předpověď stává konečnější a druhý případ je, že počet proměnných se zvyšuje, když se předpověď stává konečnější. [38]

4.3 Prognostické metody

Prognostické metody rozdělujeme na dva základní druhy. Jedná se o kvalitativní a kvantitativní metody. Kvalitativní prognostické metody jsou založené na znalostech a zkušenostech. Kvantitativní prognostické metody jsou založeny na historickém vývoji sledovaných hodnot, které jsou základem pro odhad pravděpodobného budoucího vývoje. [40]

4.4 Kvalitativní metody

Kvalitativní prognostické metody mají složitou metodologii a rozsáhlé praktické aplikace. Svůj původ mají ve společenských vědách. Skrze využití optimistických i pesimistických scénářů vývoje lze prognózovat větší množství problematik jako je například vývoj hrubého domácího produktu, vývoj ekonomiky daného státu nebo prognózu populačního vývoje odrážející se na vývoji společenských změn. Kvalitativní metody lze využít také v technické oblasti například pro prognózu vývoje internetu a identifikačních čipů RFID. Kvalitativní metody dosud ke svému zpracování využívají zpracování lidí. V budoucnu by však mohly být zpracovávány umělou inteligencí. Kvalitativní metody vytváření prognóz využívají variantnosti, mnohoznačnosti a pravděpodobnostního charakteru budoucího vývoje nejrůznějších událostí. [41]

4.4.1 Brainstorming

Brainstorming je individuální nebo skupinová metoda pro vytváření nápadů, zvyšování tvůrčí účinnosti nebo hledání řešení problémů. Účastníci vytvářejí nápady na konkrétní téma nebo problém. [39]

Jedná se o kvalitativní metodu, která je založena na snaze získat co největší množství myšlenek a nápadů pro řešení daných problémů nebo s využitím pro prognózu. Skupinový brainstorming funguje na systému sestavení skupiny odborníků, kteří mezi sebou diskutují dané téma a společně hledají nejvhodnější řešení. Zároveň se doporučuje, aby jeden ze členů skupiny figuroval jako moderátor, aby celé snažení směřovalo k vytyčenému cíli. Pomocí metody brainstormingu jsou často řešeny problémy, které je obtížné či nemožné jinou metodou kvantifikovat. [40]

4.4.2 Panel expertů

Panel expertů se řadí mezi další příklady kvalitativních metod. Podobnost metody s brainstormingem je především v sestavení skupiny expertů pro danou problematiku, která má za úkol v delším časovém období sestavení různých variant dalšího vývoje problému. Časové období se většinou pohybuje v rozmezí od 3 do 24 měsíců. Následně vzniká výstup v podobě souhrnné zprávy obsahující různé varianty budoucího vývoje. [40]

4.4.3 Metoda Delphi

Metoda Delphi funguje jako rámec prognostických procesů založený na výsledcích několika kol dotazníků zaslaných panelu expertů. Skupině expertů je zasláno několik kol dotazníků a anonymní odpovědi jsou agregovány a sdíleny se skupinou po každém kole. Odborníci mají možnost upravit své odpovědi v následujících kolech na základě toho, jak interpretují „skupinovou odpověď", která jim byla poskytnuta. Protože je kladeno několik kol otázek a panelu expertů je řečeno, co si skupina myslí jako celek, snaží se metoda Delphi dosáhnout konsensu správnou odpovědí. [42]

4.4.4 Metoda analogie

Principem metody analogie je sledování různých podobností jevu s jevem, který se již stal někdy v minulosti. Průběh takového předešlého jevu je již známý, takže je dobře použitelný pro budoucí prognózu. Dále můžeme hledat analogii vývoje daného procesu s jiným procesem, či případně sledovat analogii pozorovaného systému vůči biologickému systému. Využití metody analogie vyžaduje vysoké expertní znalosti v dané oblasti a zároveň zvýšenou opatrnost, jelikož výsledky získané metodou analogie mohou být vysoce variabilní. [40]

4.5 Kvantitativní metody

Díky rozvoji matematiky vznikla celá řada kvantitativních metod, které se dají použít při prognózování. Jejich využití se zakládá především na předpokladu budoucího vývoje, který je předvídatelný díky přímému pokračování existujících trendů. Přímé pokračování trendů nazýváme extrapolace. [41]

4.5.1 Časové řady

Analýza vývoje časových řad patří mezi hlavní metody kvantitativních metod využívaných při vytváření prognóz budoucího vývoje. Termínem časové řady rozumíme po sobě jdoucí hodnoty daného sledovaného jevu, které tvoří základ pro možnou predikci budoucího vývoje. Základním rozdělením časových řad rozumíme dělení na časové řady deterministické a stochastické. Deterministické časové řady neobsahují žádný náhodný prvek a jejich budoucí vývoj je možné dokonale předpovídat na základě předešlých údajů. Většinové zastoupení časových řad je ovšem stochastického typu. Stochastické časové řady na rozdíl od časových řad deterministických obsahují větší nebo menší míru zastoupení náhodnosti, jejichž ukazatele nelze dokonale popsat, takže celková předpověď budoucího vývoje nemůže být opravdu přesná. Časové řady obsahují množství ukazatelů, které dělíme na ukazatele absolutní a relativní. Absolutní ukazatele časových řad vyjadřují původní hodnoty, které jsou získány pozorováním a měřením. Relativní ukazatele časových řad jsou ukazatele, jejichž vznik pramení

z dopočtu absolutních ukazatelů. Další dělení časových řad spočívá v rozdělení na časové řady okamžikové a časové řady intervalové. Hodnoty okamžikových časových řad nabývají hodnot vyjadřujících stav k určitému okamžiku jako je například stav zásob na skladě. Intervalové časové řady naopak vyjadřují hodnoty, které jsou v určitém časovém intervalu dané časové řady. Podstata časových řad ovšem sebou přináší i mnohé problémy, které vznikají při vytváření analýzy časových řad. Jedním z problémů je příliš nízký nebo naopak příliš vysoký počet hodnot časové řady. Pokud má časová řada příliš vysoký počet hodnot, tak je zvyšována výpočetní náročnost a naopak má-li časová řada příliš nízký počet hodnot, tak se snižuje celková přesnost predikce budoucího vývoje. Eliminace problému spočívá ve zvolení optimální hustoty časové řady, abychom docílili přiměřené míry jednoduchosti i přesnosti časové řady. Mezi další problémy časových řad řadíme rozdílnou délku intervalů v případě intervalových časových řad. V případě, že zvolíme v intervalové časové řadě jednotlivé intervaly o velikosti jednoho roku nebo měsíce, tak si uvědomíme, že počet dní v různých měsících se liší stejně tak jako počet dní v každý čtvrtý rok. Tyto rozdíly jsou řešitelné pomocí několika metod, ale celkový efekt těchto rozdílů v rámci prognózy je zanedbatelný, a proto ani tato práce dané deviace nezohledňuje. [40]

Prvním krokem pro vytvoření analýzy časových řad je vytvoření modelu časové řady. Model časové řady je matematický model, který umožňuje následné generování budoucích hodnot, což ve výsledku vytváří prognózu budoucího vývoje. Druhým krokem je zhodnocení platnosti generovaných hodnot. Mezi možnosti analýzy časových řad řadíme metodu dekompozice, která je založena na předpokladu, že hodnoty časové řady se skládají z určitého množství nezávislých složek jako jsou například složky trendové, reziduální, cyklické a sezónní. Charakteristika trendové složky by se dala popsat jako hlavní složka časové řady. Reziduální složka se skládá z náhodných a nesystematických výkyvů. Obtížně kvantifikovatelná je cyklická složka časových řad, jelikož obsahuje proměnnou amplitudu i periodu a charakterizuje vývoj sledované hodnoty z pohledu růstu či naopak poklesu. Sezónní složka časové řady představuje pravidelné kolísání trendu v časové řadě a v rámci technologických prognóz je zanedbatelná. Dekompoziční metodu časových řad dělíme na dekompoziční metodu aditivní a dekompoziční metodu multiplikativní. Aditivní dekompoziční metoda je založena na součtu jednotek jednotlivých složek. Multiplikativní dekompoziční metoda je založena na součinu jednotek jednotlivých složek. [40]

4.5.2 Metoda nejmenších čtverců

Nejčastěji využívanou metodou pro získání statistických dat potřebných pro vytvoření prognózy v rámci analýzy časových řad je metoda nejmenších čtverců. Například lineární regrese provedená v počítačovém programu Excel využívá metody nejmenších čtverců. Základním principem metody nejmenších čtverců je hledání minimálního součtu druhých mocnin odchylek vyrovnaných a skutečných hodnot. Grafickým znázorněním situace vznikne čtverec a cílem je minimalizace součtu ploch těchto čtverců. Použití metody nejmenších čtverců je podmíněno splněním podmínky, kdy součet

všech odchylek skutečných a vyrovnaných hodnot musí být roven nula. Aplikace metody nejmenších čtverců je možná pouze v případě lineární funkce. Naopak v případě funkcí exponenciálních a kvadratických je nutné jejich převedení do lineárních tvarů, aby byla aplikace metody nejmenších čtverců možná. [40]

4.6 Metaanalýza

Metaanalýza je vědeckou metodou, která spočívá v analyzování dat z více na sobě nezávislých studií s cílem identifikace a kvantifikace převažujících trendů a případně příčin rozporu mezi danými studiemi. Správné provedení metaanalýzy poskytuje výrazně přesnější a objektivnější údaje oproti původním studiím. Výsledkem je také zjištění deviací mezi jednotlivými studiemi, důvody rozdílných závěrů a redukce falešně negativních výsledků. Zpracování metaanalýzy navíc umožňuje testování hypotéz. Sestavování metaanalýzy probíhá v několika po sobě jdoucích a navazujících krocích. [43]

Mezi jednotlivé kroky patří:

- Získání dosud publikovaných a nepublikovaných studií
- Selekce vhodných studií
- Extrakce dat z vybraných studií
- Zhodnocení a snaha o zvýšení homogenity dat
- Realizace vlastní analýzy [43]

4.7 Spojení kvalitativních a kvantitativních metod

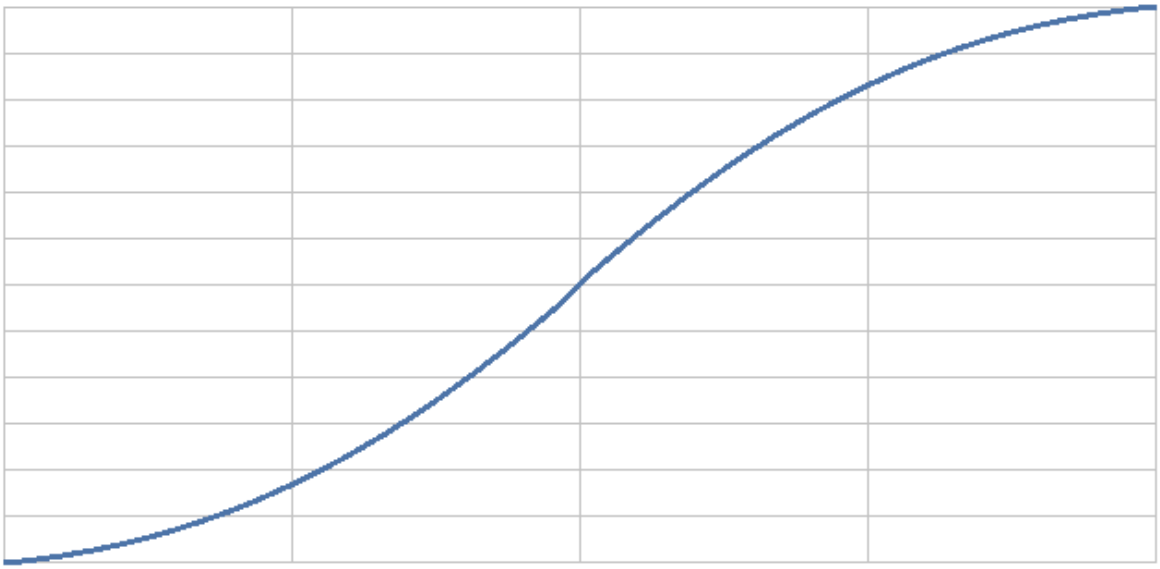
Analýza trendu a dopadu je představitelkou spojení kvalitativních a kvantitativních metod pro sestavování prognóz. Princip analýzy trendu a dopadu spočívá v extrapolaci dostupných dat, což je velmi podobné průběhu tvorby skrze kvantitativní metody sestavování prognóz, ale navíc doplňuje postup dosud kvantitativní metody o očekávané budoucí události a faktory typické pro kvalitativní metody a ty ve svém zpracování zohledňuje. [44]

4.8 Logistická funkce

Logistická funkce je tvořena křivkou, která je charakterizována symetrickým průběhem trendu. Symetrický průběh trendu představuje situaci, kdy se na pravé i levé straně od inflexního bodu nachází totožný počet hodnot. Inflexní bod logistické funkce má kladnou asymptotu K. Pozice inflexního bodu se dá na křivce vyjádřit jako: [44]

$$x_i = {-\ln \alpha}/{\ln \beta} \quad [45]$$

Obrázek 3 Obecný tvar logistické funkce



Zdroj: vlastní zpracování dle [45]

Tvar logistické funkce můžeme zapsat následujícím způsobem:

$$Y = {K}/{1 + \alpha\beta^x} \text{ [45]}$$

kde x vyjadřuje nezávislou proměnnou. Reálné parametry jsou vyjádřeny K, α, β. Podmínkou je, že K je nezáporným číslem a nabývá hodnot větších 1. Dále pak parametr β musí nabývat hodnot v intervalu $\langle 0;1 \rangle$. Naopak Štědroň [40] popisuje rovnici logické funkce následujícím způsobem:

$$f(t) = a\ \frac{1+m.e^{-\frac{t}{\tau}}}{1+n.e^{-\frac{t}{\tau}}} \text{ [40]}$$

kde t vyjadřuje nezávislou proměnnou. Nezávislé parametry jsou vyjádřeny pomocí a, m, n, τ. Práce využívá při výpočtu logistické funkce první varianty logistické funkce dle Hindlse [45].

Pomocí metody částečných součtů lze docílit odhadu parametrů dané logistické funkce. Metoda je založena na rozdělení daného souboru o n pozorováních na 3 části o délce m se stejným počtem. Následujícím krokem je výpočet součtů jednotlivých částí a jejich označená S1, S2 a S3. V případě, že nastane situace, kdy není možné daný soubor rozdělit do tří stejně velkých částí, tak jsou vynechávána nejstarší pozorování v rámci daného souboru. Pro určování odhadů parametrů pomocí metody částečných součtů platí následující vztahy: [46]

$$\mathrm{b} = \sqrt[m]{\frac{S3-S2}{S2-S1}};\ \mathrm{a} = \frac{(\mathrm{b}-1)(\mathrm{S2}-\mathrm{S1})}{\mathrm{b}\,(\mathrm{bm}-1)^2};\ \mathrm{k} = \frac{1}{m}\left(S_1 - \mathrm{ab}\frac{b^m-1}{b-1}\right)$$ [46]

4.9 CAGR

Pro výpočet ročního tempa růstu využíváme metodu složené roční míry růstu označovanou také jako CAGR (Compound annual growth rate). Výsledné hodnoty zjištěné pomocí metody složeného tempa ročního růstu můžeme interpretovat jako vyhlazené roční tempo růstu dosažené ve sledovaném časovém horizontu. V případě CAGR jde tedy o míru růstu, která představuje diferenci proměnné v případě jejího konstantního průběhu ve sledovaném období. Složené tempo ročního růstu můžeme vypočítat pomocí následující rovnice: [47]

$$\sqrt[n]{\frac{konečná\ hodnota}{počáteční\ hodnota}} - 1$$ [47]

kde n je počet období růstu.

PRAKTICKÁ ČÁST

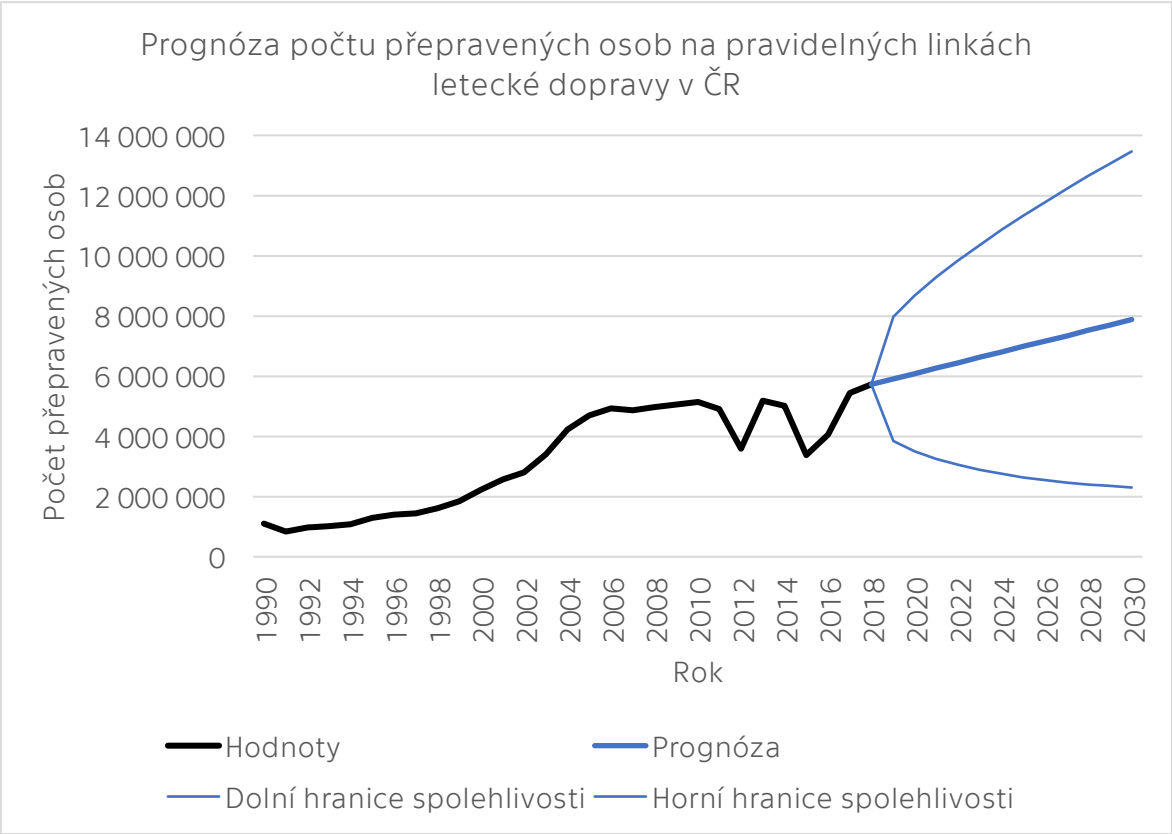
5 Vlastní prognóza vývoje osobní letecké dopravy v ČR a jednotlivých světových regionech

Kapitola je zaměřena na zpracování vlastních prognóz budoucího vývoje v oblasti osobní letecké dopravy za použití kvantitativních i kvalitativních prognostických metod. Při řešení prognóz je využito intervalu spolehlivosti 99 %. Zkoumaný počet přepravených osob pracuje s počtem cestujících, kteří využívají dopravce z dané lokality, takže není zkreslený přílivem pasažérů dopravených pomocí aerolinií z jiných oblastí a vypovídá tak o potřebách a potenciálu daného regionu. Prognóza tedy neuvažuje celkový počet odbavených pasažérů (s výjimkou České republiky), který bychom mohli nazvat jako výkon letišť. Zpracovávané prognózy vycházejí ze vstupních dat, které vznikly metaanalýzou veřejně dostupných dat a časových řad popsaných v teoretické části. Nejprve jsou zpracovány prognózy bez ohledu na problémy v osobní letecké dopravě způsobené COVID-19, které jsou následně doplněny ve vhodných případech o prognózy s dopadem COVID-19 na osobní leteckou dopravu. Práce uvažuje rozdělení regionů dle IATA a jejich vývoj sleduje v období 10 let od současnosti do roku 2030. Výpočty jsou řešeny v programu Microsoft Excel pomocí statistických a prognostických funkcí.

5.1 Prognóza počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR

S využitím vstupních dat mapující historický vývoj byla sestavena prognóza budoucího vývoje počtu přepravených osob pomocí letecké dopravy na pravidelných linkách z pohledu českých obchodních leteckých dopravců. Nejprve byl uvažován scénář bez dopadů krize způsobené šířením COVID-19 do roku 2030. Zpracovaná prognóza budoucího vývoje představuje realistický scénář vývoje, který se vyznačuje rostoucím trendem. Podle realistického scénáře vývoje by měl dosáhnout počet přepravených osob na území ČR skrze pravidelné linky letecké dopravy 7 822 315 osob v roce 2030, což představuje nárůst zhruba 38 % oproti roku 2018. Optimistický scénář vývoje na horní hranici spolehlivosti uvádí počet přepravených osob 13 464 971 v roce 2030, což představuje 135 % nárůst vůči roku 2018 a můžeme jej považovat za nereálný vzhledem k zaměření sledované prognózy a populaci ČR stejně tak velikosti letadlových flotil tuzemských leteckých dopravců. Pesimistický scénář na dolní hranici spolehlivosti prognózuje 2 299 659 přepravených osob, což by byl v případě uskutečnění propad o takřka 60 % oproti roku 2018 do počtu přepravených osob a výsledek roku 2030 by se řadil na úroveň roku 2000.

Graf 3 Prognóza počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR



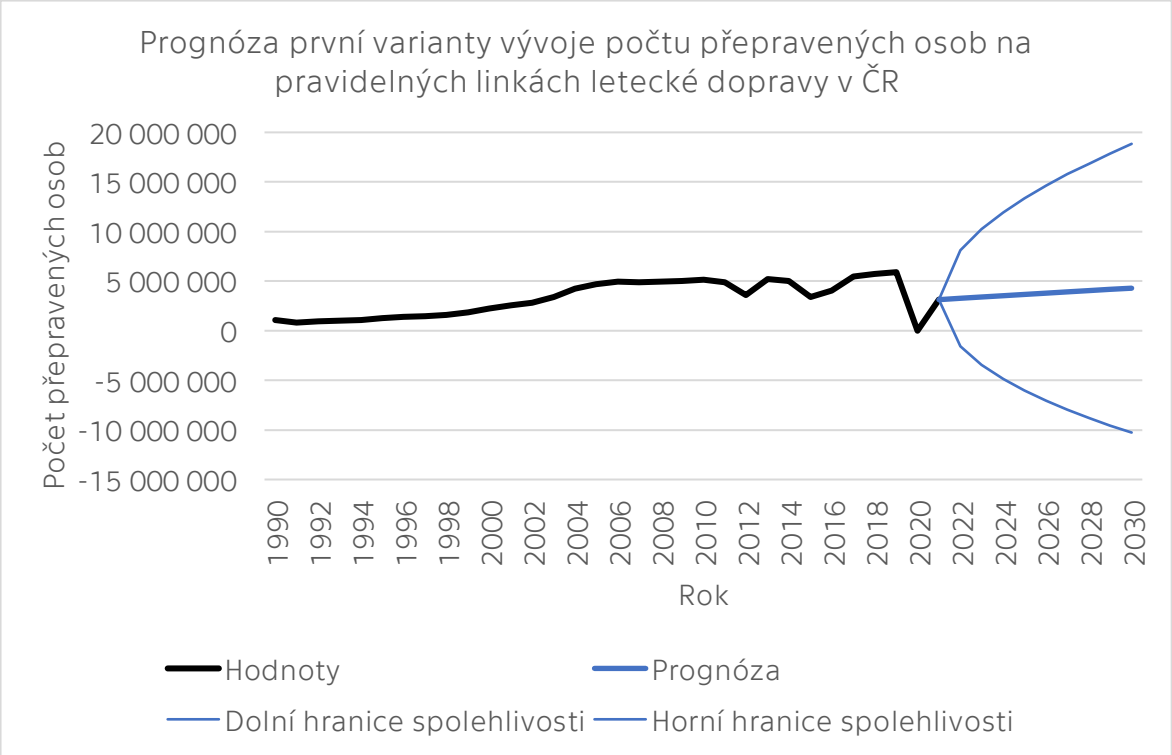
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Na začátku roku 2020 tvrdě zasáhlo letecký provoz v České republice šíření COVID-19, což se promítlo do propadu v březnu 2020 na celkovém letištním provozu o 84 %. Celkově se z důvodu vládních restrikcí sníží osobní letecká přeprava na tak nízké číslo, že můžeme uvažovat v rámci prognózy nulový počet cestujících v dalších měsících. Ve snaze o co nejvyšší přesnost predikce budoucího vývoje bylo v práci využito kvalitativních metod. Konkrétně bylo využito metod brainstormingu, metody Delphi a využití metody analogie za účasti odborníků v oblasti osobní letecké přepravy.

Zpracováním kvalitativních prognostických metod bylo docíleno shody na nejpravděpodobnějším scénáři vývoje v České republice. Od dubna roku 2020 můžeme uvažovat nulový provoz osobní letecké dopravy na území České republiky. Částečná obnova letecké provozu je předpokládána v listopadu 2020 na lince do egyptského letoviska Hurgáda, což by ovšem znamenalo přepravu pouhých pár tisíc pasažérů ke konci roku 2020 bez výraznější obnovy leteckého provozu. Můžeme tedy z pohledu osobní letecké dopravy považovat rok 2020 za ztracený. Obnova pravidelného letového řádu na větším množství linek by se měla realizovat až na jaře 2021. Zároveň je nutné brát v potaz ekonomickou situaci mnoha domácností po krizi, obavy z létání do ciziny a omezení celkového počtu linek z důvodů vzniku nových epicenter COVID-19 ve světě. Zde odhady mluví především o nejisté budoucnosti situace v Africe, Rusku, Středním východě, Jižní Americe a v mnoha asijských zemích. Omezení mnoha linek, nedůvěra k cestování a ekonomická situace domácností by se měla dle odhadů

promítnout do ztráty 50 % cestujících oproti plánovanému počtu přepravených osob v roce 2021.

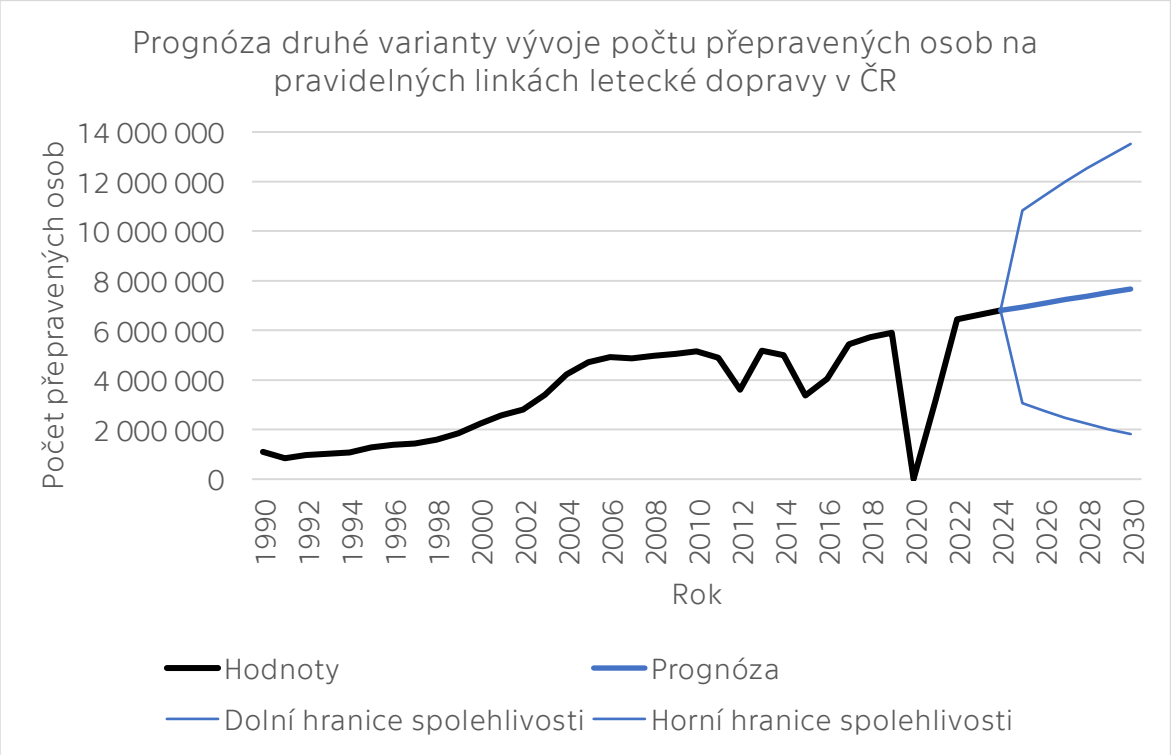
Graf 4 Prognóza první varianty vývoje počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Prognóza budoucího vývoje se zohledněním krize v osobní letecké dopravě způsobené COVID-19 předpovídá realistický scénář počtu pasažérů na pravidelných linkách v roce 2030 na úrovni 4 290 100 přepravených osob, což představuje o 45,1 % nižší výsledek oproti prognóze nezohledňující dopady COVID-19. Takový výsledek je ovšem vysoce zkreslený změnou trendu v prognóze, která má výrazné dlouhodobé dopady a pandemie koronaviru by pak musela ovlivňovat leteckou dopravu několik budoucích let, což by vrátilo objem osob na úroveň kolem roku 2004. Naopak optimistický scénář působí až příliš vysoce, jelikož uvažuje počet přepravených osob v roce 2030 v počtu 18 843 119, což je způsobené rapidním nárůstem poptávky po letecké přepravě po uvolnění vládních restrikcí. Takový scénář je ovšem vysoce nepravděpodobný především z důvodu ekonomické situace domácností po krizi. Negativní scénář není potřeba seriózně uvažovat, jelikož vede k postupnému zániku osobní letecké dopravy a mohl by nastat například v málo pravděpodobných scénářích vývoje s mutací viru s vysokou mortalitou či zásadní změnou na mezinárodní politické úrovni.

Graf 5 Prognóza druhé varianty vývoje počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR



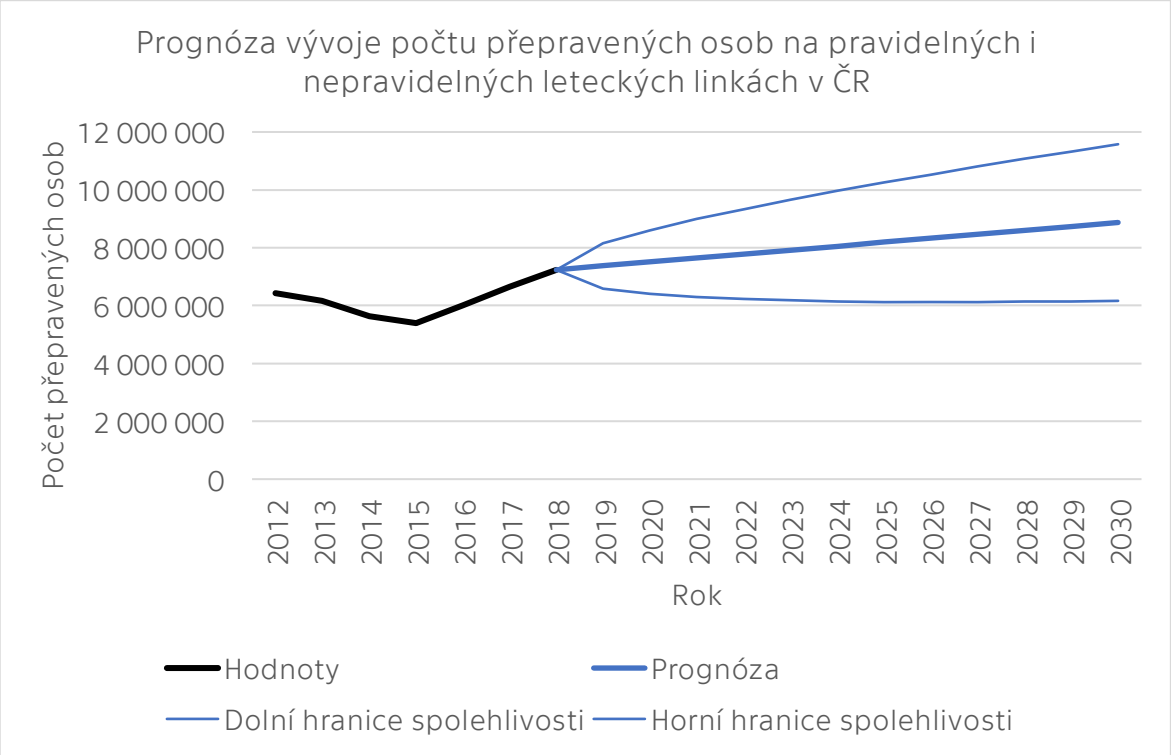
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Upravíme-li dopady pandemie s tím, že budeme počítat návrat dříve prognózovaného růstu osobní letecké dopravy v letech 2022 a 2023 po propadu v roce 2020 a 50% podílů očekávaného počtu přepravených osob v roce 2021, tak získáme pravděpodobnější závěry k počtu přepravených osob pro rok 2030. Upravená prognóza počítá s počtem 7 667 709 přepravených osob skrze pravidelné linky, což se blíží prognóze bez krize a odpovídá předpovídanému růstu dle mezinárodních leteckých organizací a společností zabývajících se prognózami vývoje v oblasti osobní letecké dopravy. Realizace takového scénáře je ovšem podmíněna větším množstvím nejrůznějších faktorů, které ovlivňují naplnění predikce. Odbočíme-li od vývoje společenské a politické situace, tak bude budoucí vývoj silně ovlivňovat finanční situace společnosti Smartwings, a.s., která se dostává v situaci krize osobní letecké dopravy v roce 2020 do nepříjemné ekonomické situace a její budoucnost je těžce předvídatelná.

5.1.1 Prognóza počtu přepravených osob se zohledněním zastoupení nepravidelných linek letecké dopravy v ČR

Letecký provoz na území ČR reprezentuje kromě pravidelných leteckých linek také značný podíl nepravidelných leteckých linek. Jejich budoucí množství je z podstaty jejich fungování obtížně predikovatelné, ale zároveň nelze tento aspekt přehlížet, jelikož je jejich podíl na celkové letecké přepravě je nemalý. První část kapitoly uvažuje vývoj bez dopadů COVID-19.

Graf 6 Prognóza vývoje počtu přepravených osob na pravidelných i nepravidelných leteckých linkách v ČR



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

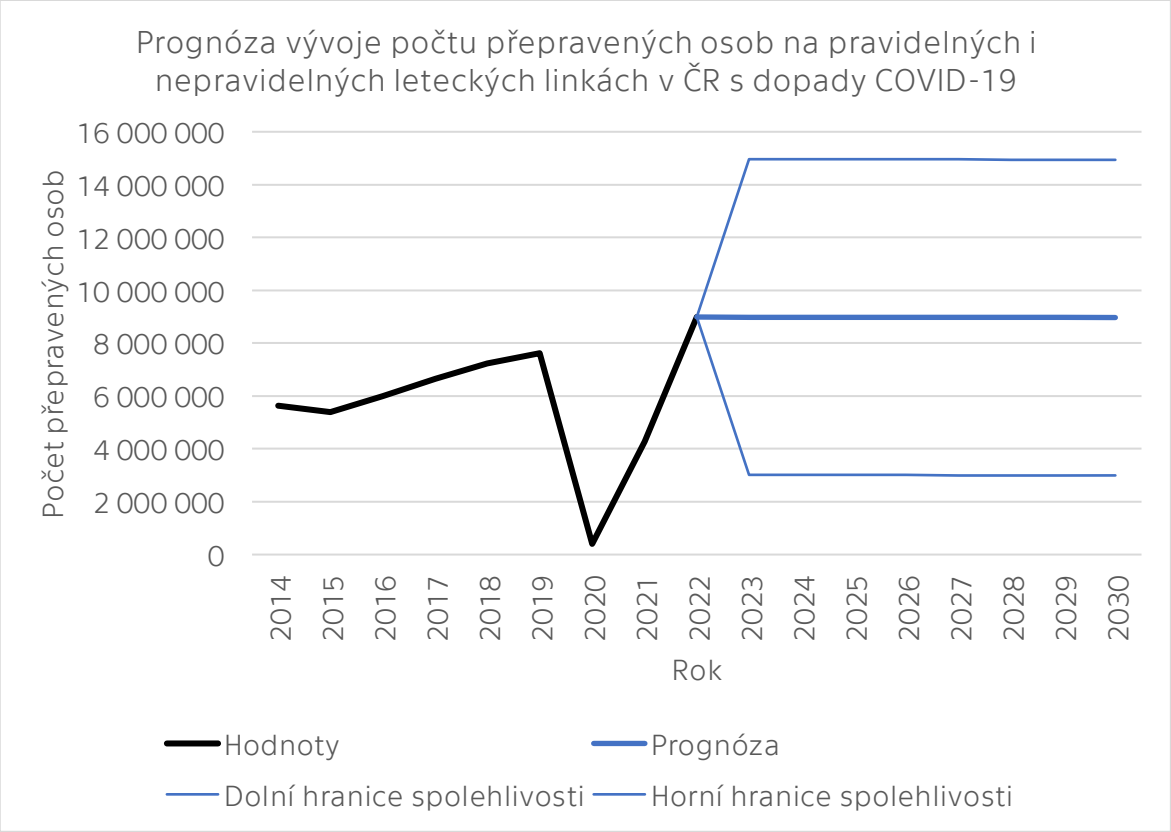
Tabulka 3 Prognóza vývoje počtu přepravených osob na pravidelných i nepravidelných leteckých linkách v ČR

Rok	Počet cestujících nepravidelných linek	Počet cestujících pravidelných linek	Celkem
2012	2 823 600	3 596 000	6 419 600
2013	2 268 300	3 886 700	6 155 000
2014	2 311 500	3 311 700	5 623 200
2015	2 019 000	3 374 000	5 393 000
2016	1 956 200	4 043 800	6 000 000
2017	1 210 700	5 446 100	6 656 800
2018	1 508 000	5 726 000	7 234 000
2019	1 463 768	5 906 793	7 370 561
2020	1 420 735	6 086 386	7 507 121
2021	1 377 703	6 265 979	7 643 682
2022	1 334 671	6 445 572	7 780 243
2023	1 291 639	6 625 165	7 916 804
2024	1 248 606	6 804 758	8 053 364
2025	1 205 574	6 984 351	8 189 925
2026	1 162 542	7 163 944	8 326 486
2027	1 119 509	7 343 537	8 463 046
2028	1 076 477	7 523 130	8 599 607
2029	1 033 445	7 702 723	8 736 168
2030	990 414	7 882 315	8 872 729

Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Na základě provedených výpočtů můžeme sledovat neustále rostoucí trend se začleněním nepravidelné osobní letecké dopravy a její výrazný podíl na celkovém počtu přepravených osob s předpokladem zachování trendu podílu pravidelné a nepravidelné osobní letecké dopravy. Celkový počet přepravených pasažérů pomocí tuzemských přepravců by tak narostl na 8 872 729 přepravených osob, což by znamenalo celkový růst v odvětví o 38 % vůči roku 2012. Takový objem by byl pro Letiště Václava Havla v Praze řešitelný, jelikož již dnes je přepravní výkon letiště (LKPR zaujímá zhruba 96 % celkového objemu) vyšší a růst ze strany tuzemských dopravců je tedy možné pokrýt již za stávajících kapacit.

Graf 7 Prognóza vývoje počtu přepravených osob na pravidelných i nepravidelných leteckých linkách v ČR s dopady COVID-19



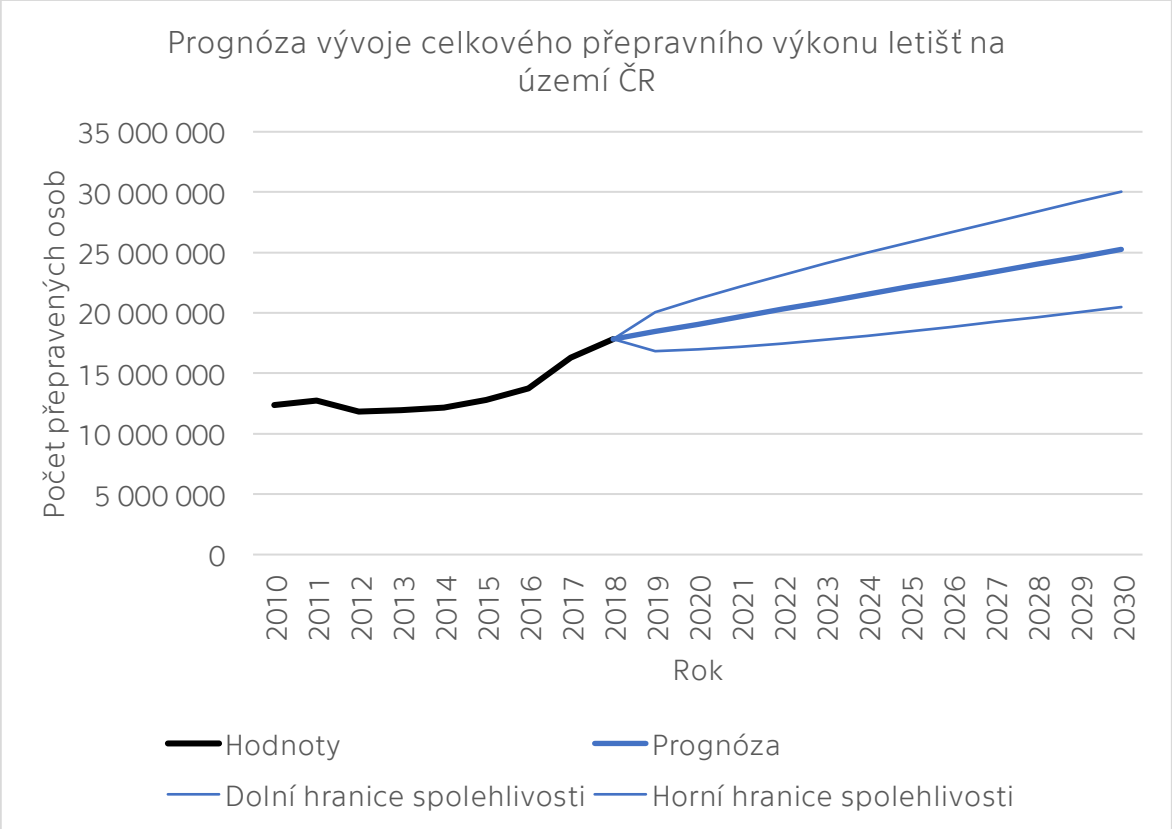
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Zaměříme-li se na stejnou situaci ovšem s dopady COVID-19, tak se celkové scénáře značně liší. Omezení osobní letecké dopravy byla aplikována takřka totožně jako v případě pravidelných linek, kdy bylo dosaženo předpokladu vývoje pomocí kvalitativních metod. Stejný postup byl aplikován v případě této kapitoly s rozdílem v počtu přepravených pasažérů za rok 2020, který byl započítán jako 5 % z plánovaného celku. Výsledek realistického scénáře odhaluje hodnotu 8 907 258, což by představovalo rapidní po krizový nárůst v případě dostatku finančních prostředků domácností v pokrizovém období spojeného s vysokou chutí vynahradit si cestování v době omezení a následnou stagnací vývoje osobní letecké dopravy ve stabilizované situaci od roku 2022. Optimistický a pesimistický scénář nemá vysokou vypovídající hodnotu a oba tak není potřeba blíže rozebírat.

5.1.2 Prognóza vývoje celkového přepravního výkonu letišť na území ČR

Celkový přepravní výkon představuje množství odbavených cestujících pomocí osobní letecké dopravy na letištích v ČR. Prognóza tedy uvažuje veškeré transfery osobní letecké dopravy realizované všemi dopravci operujícími na území ČR bez rozdílu jejich původu, stejně tak bez rozdílu původu cestujících. Zásadní postavení má v celkovém přepravním výkonu osobní letecké dopravy v ČR pražské Letiště Václava Havla, které zaujímá zhruba 96 % daného výkonu. Kapitola uvažuje scénář bez dopadů COVID-19, jelikož přepravní výkon letišť nesouvisí pouze se situací v ČR a potažmo v Evropě, ale více či méně dle konkrétních oblastí s celkovou světovou situací, takže predikovat výkon letišť na území ČR je z pohledu dopadů COVID-19 značně neobjektivní a z tohoto důvodu není tato situace v kapitole uvažována.

Graf 8 Prognóza vývoje celkového přepravního výkonu letišť na území ČR



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

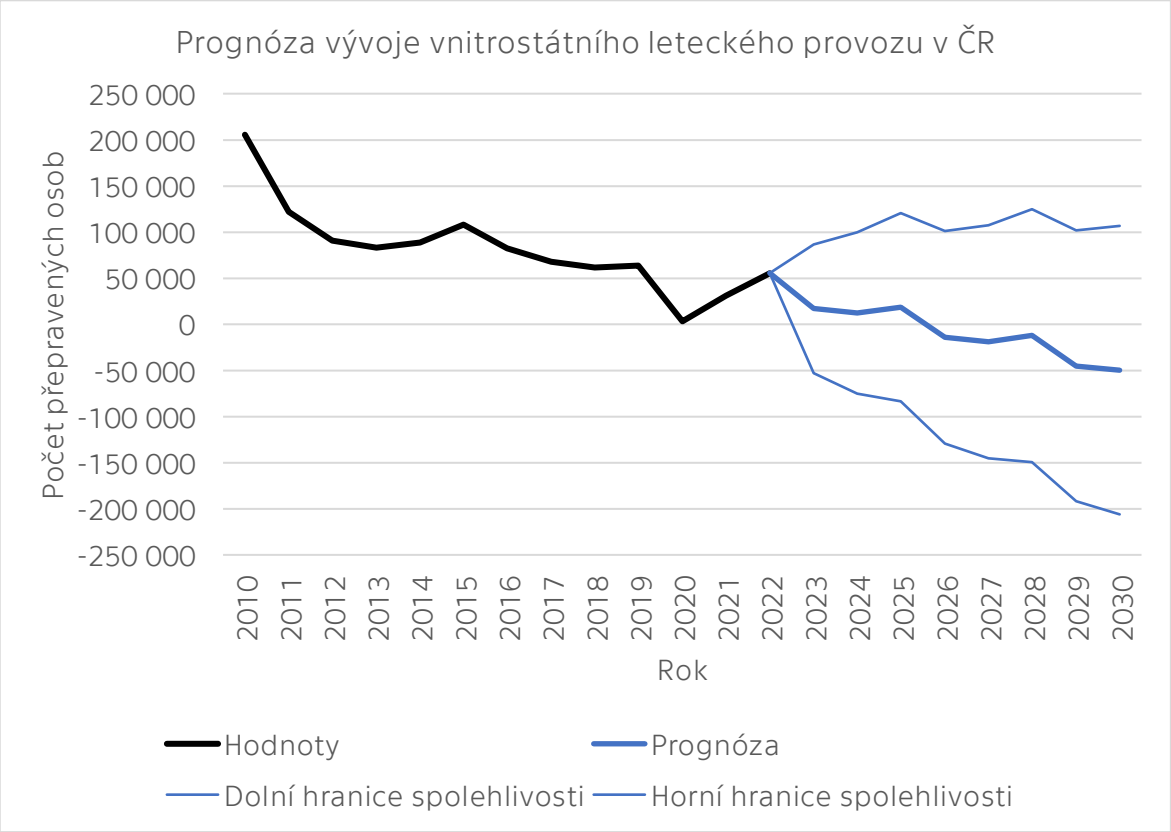
Sestavení prognózy bez dopadů COVID-19 má neustále rostoucí trend, kdy rozdíly mezi optimistickým a pesimistickým scénářem nejsou příliš velké. Realistický scénář poukazuje na 25 265 095 přepravených osob v roce 2030 při zachování historického trendu růstu. Optimistický scénář představuje hodnotu 30 039 484 přepravených osob a pesimistický scénář představuje hodnotu 20 490 705. V případě realistického scénáře se jedná o celkový nárůst 41,6 % vůči počtu přepravených pasažérů v roce

2018. Budeme-li předpokládat i nadále vůdčí postavení Letiště Václava Havla v Praze se stejným podílem přepravených osob v rámci České republiky, které se pohybuje kolem 96 %, tak by mohl být počet cestujících obtížně splnitelný s absencí nové vzletové a přistávací dráhy. Zároveň je pro zvládnutí takového nárůstu nutný předpoklad masivního využití budoucích technologií jako je biometrie, umělá inteligence a robotika (popsaných v teoretické části práce). Využití moderních technologií by především snížilo množství zpožděných letů a přispělo by k optimalizaci celého provozu letiště, což by mělo za následek zvýšení jeho kapacity díky vysoké efektivitě přepravy osob. Dále by bylo nutné efektivnější rozložení příletů a odletů dle časového plánu, jelikož v dnešních době bývají maximálně využity atraktivní časy a dny pro cestující, ale v mnoha časových úsecích letiště nevyužívá plně svůj potenciál. Kombinace těchto faktorů by dále vedla k pravděpodobné nutnosti rozšíření letištních prostor a k dostavbě nových stojánek a terminálů.

5.1.3 Prognóza vývoje vnitrostátního leteckého provozu v ČR

Ačkoli si většina lidí představí pod leteckou dopravou primárně cestování do zahraničí (a mají také v kontextu ČR pravdu), tak i na území menšího státu jako je ČR nelze opomenout vnitrostátní leteckou dopravu, která přepraví desítky tisíc pasažérů každý rok. Na základě historických dat byla sestavena prognóza predikující budoucí vývoj osobní letecké dopravy na vnitrostátních linkách se zohledněním pravidelných i nepravidelných leteckých spojů.

Graf 9 Prognóza vývoje vnitrostátního leteckého provozu v ČR



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

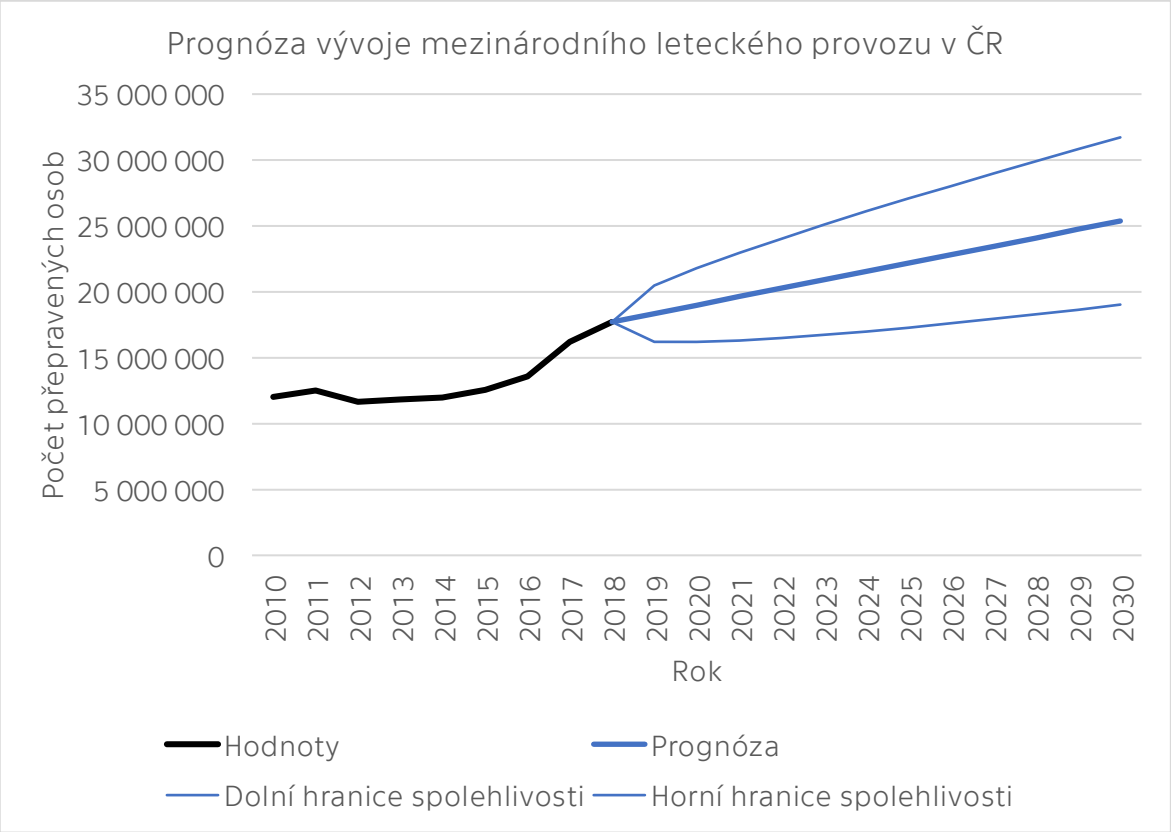
Realistický scénář předpovídá postupný zánik vnitrostátní letecké dopravy, což je vzhledem k fungování letecké dopravy takřka vyloučené a můžeme jak realistický, tak i pesimistický scénář neuvažovat. Z historického vývoje můžeme sledovat jistou nestabilitu vývoje s klesajícím trendem. Optimistický scénář předvídá růst na celkových 106 512 pasažérů přepravených vnitrostátně v roce 2030. Růst vnitrostátní dopravy je ze všech spočítaných scénářů nejpravděpodobnější, ale jeho míra bude s nejvyšší pravděpodobností příliš vysoká. Nejvhodnější je předpokládat vývoj na hranici mezi optimistickým a realistickým scénářem, jelikož pokrývá podobně jako v posledních letech potřeby osobní letecké dopravy s návazností na další transfery. Prognóza uvažuje dopady COVID-19 na osobní leteckou dopravu se stejnou metodikou jako v kapitole zaměřující se na přepravu skrze pravidelné linky letecké dopravy v ČR.

5.1.4 Prognóza vývoje mezinárodního leteckého provozu v ČR

Mezinárodní provoz hraje klíčovou roli v osobní letecké dopravě v ČR, čemuž nasvědčuje i jeho výrazný podíl vůči vnitrostátní dopravě, který zaujímala v roce 2018 poměr zhruba 1:295 ve prospěch mezinárodního leteckého provozu. Výsledky prognózy nezohledňují dopady COVID-19, jelikož nelze předpokládat budoucí vývoj či opatření v jiných státech a světových regionech, takže celková predikce by byla značně zkreslená.

Prognóza se tedy zabývá vývojem mezinárodního leteckého provozu v ČR v bezkrizovém vývoji.

Graf 10 Prognóza vývoje mezinárodního leteckého provozu v ČR



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

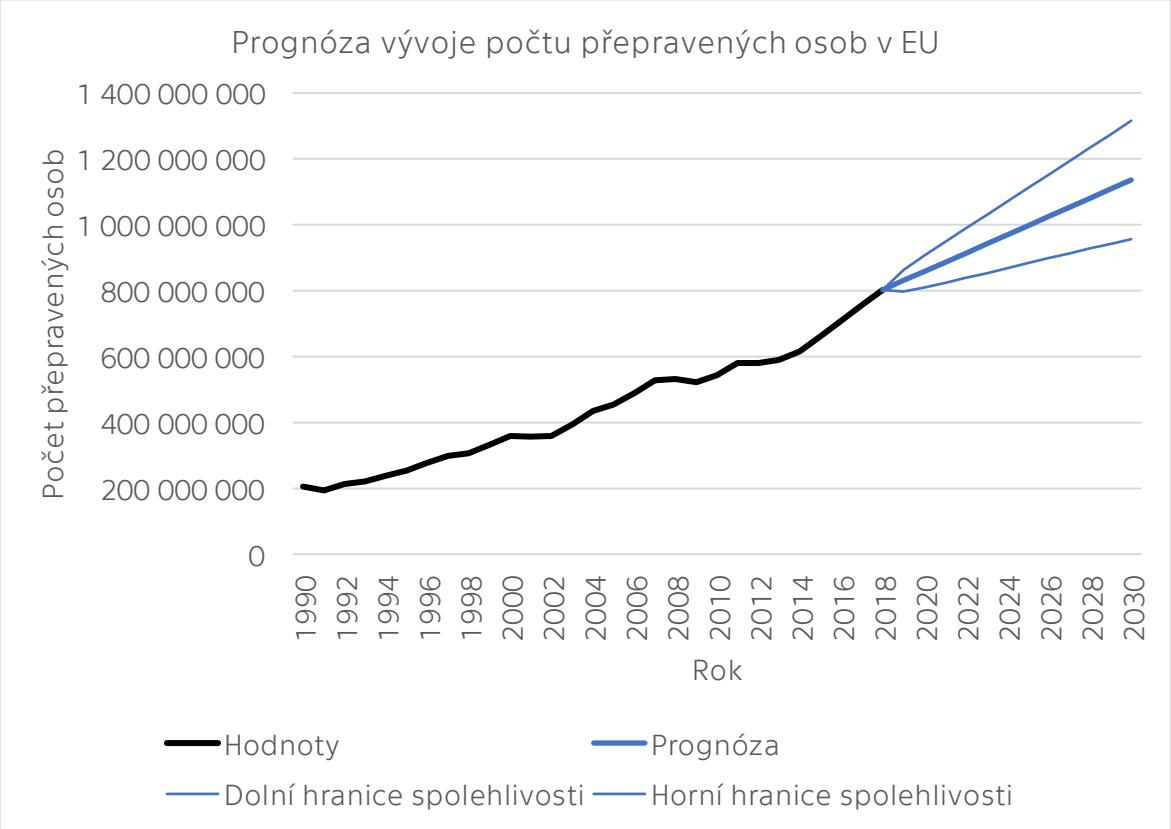
Realistický scénář vývoje předvídá nárůst na 25 372 077 přepravených osob skrze mezinárodní leteckou dopravu z ČR. Optimistický scénář stanovuje hodnotu 31 716 378 přepravených osob a pesimistický 19 027 776 přepravených osob v roce 2030. V kontextu s předchozími kapitolami vidíme, že letecký provoz na území ČR byl, je a bude závislý především na mezinárodní letecké dopravě a jeho fungování bez mezinárodních letů je nemyslitelné. Z tohoto důvodu je pro fungování letectví u nás obecně potřeba co nejdříve stabilizovat situaci způsobenou COVID-19, protože aktuální stav vede k postupnému zániku současné podoby letectví a k zániku mnoha firem včetně těch největších, které své podnikání směřují do oblasti letecké dopravy.

5.2 Prognóza počtu přepravených osob v Evropě

Pro sestavení prognózy vývoje osobní letecké dopravy ve vzdušném prostoru nad Evropou byla využita vstupní data získaná metaanalýzou veřejně dostupných dat. Nejdříve byl uvažován scénář vývoje bez dopadů krize, způsobené šířením pandemie koronaviru, až do roku 2030.

První část kapitoly se zaměřuje na území členských států EU. Výsledky prognózy budoucího vývoje představují realistický scénář vývoje vyznačující se rostoucím trendem. Na základě realistického scénáře uvažujeme počet přepravených osob leteckou dopravou na území států Evropské unie v počtu 1 135 906 833 osob v roce 2030, což je nárůst o 41,5 % vůči počtu pasažérů v roce 2018. Prognóza zjištěná pomocí lineární regrese se ve svém výsledku přibližuje prognózám zpracovaným mnoha organizacemi, které byly prezentovány v teoretické části práce. Je důležité poznamenat, že není podstatné brát v potaz růst populace EU vůči růstu počtu přepravených pasažérů v rámci EU, jelikož prognóza neuvažuje národnostní složení cestujících a cizinci zaujímají na evropských letištích značné procento všech cestujících, kteří do Evropy míří hlavně z důvodu turismu. Optimistický scénář vývoje na horní hranici spolehlivosti předpovídá 1 315 665 416 přepravených osob v roce 2030. Takové číslo není vůbec nereálné podíváme-li se na volně dostupné prognózy, ale zcela jistě by záviselo na zvýšení kapacit evropských letišť a na lokalizačním nárůstu vyššího množství cestujících, jelikož představa o rovnoměrném rozložení je poměrně nepravděpodobná. Z pohledu pesimistického scénáře vývoje můžeme sledovat propad meziročního růstu, který se odráží ve výsledku konce sledovaného období, kdy se zastavuje na 956 148 250 přepravených osob. Ani tento scénář není nereálný a blíží se pesimistickým předpovědím mnoha studií.

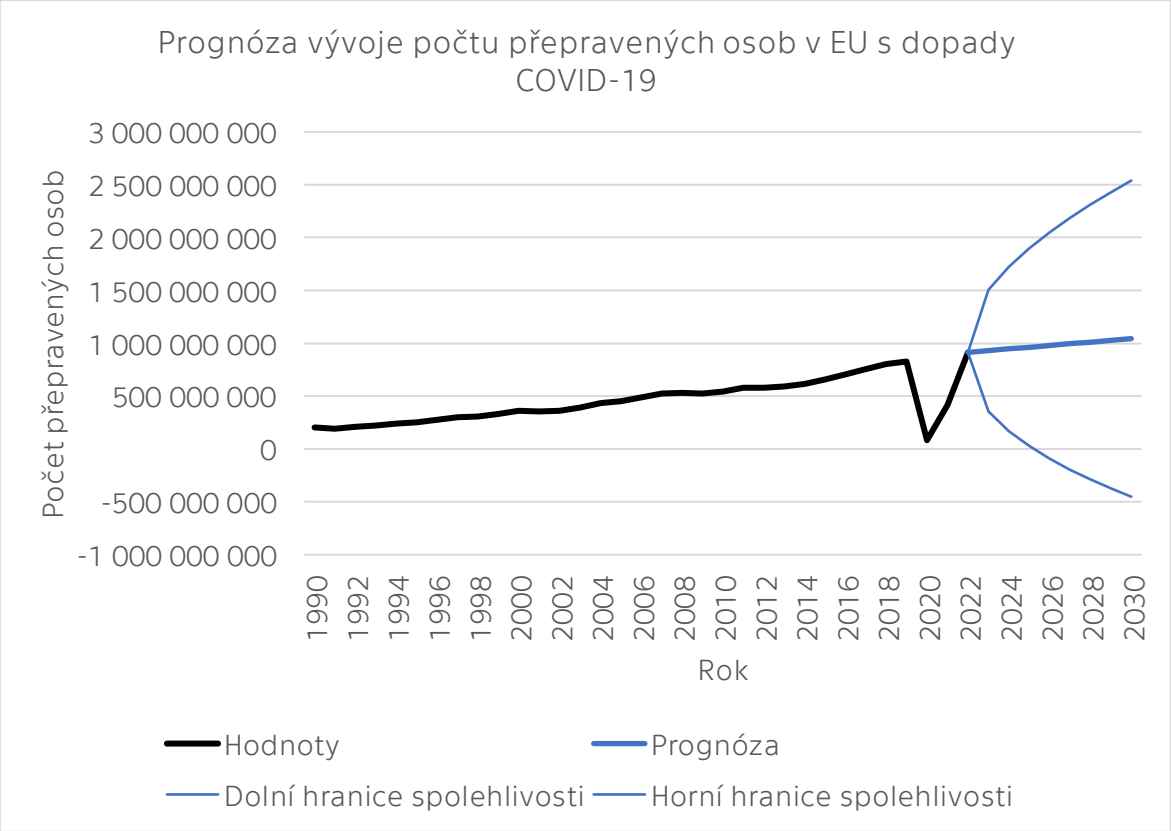
Graf 11 Prognóza vývoje počtu přepravených osob v EU



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Zásadní ovlivnění osobní letecké dopravy v prostoru EU přinesla v roce 2020 pandemie COVID-19, která se negativně promítla ve výrazném poklesu osobní letecké dopravy v minimálním časovém úseku několika měsíců. Realistický scénář vývoje předpovídá v roce 2030 celkový počet přepravených pasažérů v hodnotě 1 043 881 946, což představuje oproti scénáři bez dopadů COVID-19 rozdíl 8,81 % v neprospěch scénáře s dopady pandemie. Optimistický i pesimistický scénář je z důvodu silného výkyvu v oblasti dopravy v roce 2020 velmi vzdálený realitě a nemá smysl je v tomto případě uvažovat. Krize způsobená COVID-19 se projevuje v grafu typickým tvarem do písmene V, který můžeme pozorovat na postižených místech v historicky podobných situacích, jako je například podobnost vývoje epidemie SARS.

Graf 12 Prognóza vývoje počtu přepravených osob v EU s dopady COVID-19

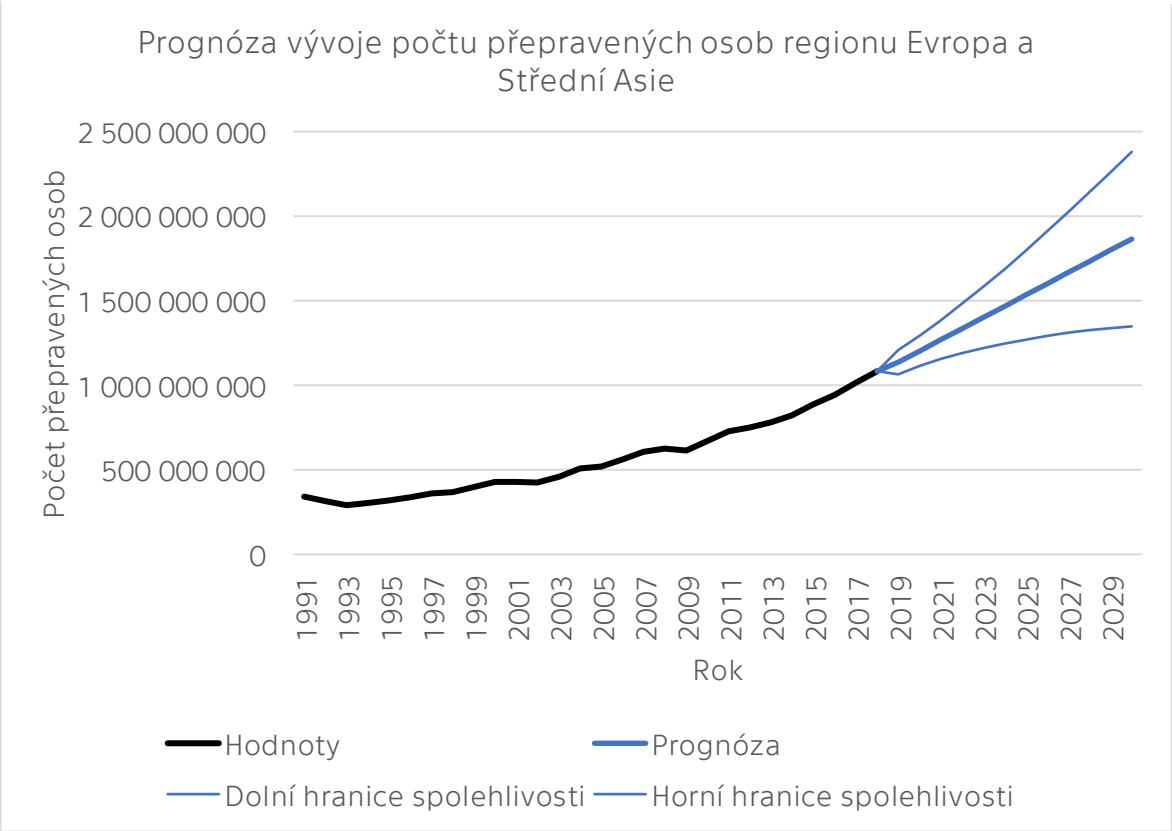


Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

5.2.1 Prognóza počtu přepravených osob regionu Evropa a Střední Asie

Při prognózování budoucí letecké přepravy osob v Evropě je potřeba pro vyšší objektivitu výsledků zahrnout celé evropské území i mimo Evropskou unii a zároveň oblast Střední Asie. Takové spojení dává logiku především pro vysoký počet transferů mezi zeměmi bývalého Sovětského svazu a zeměmi, které jsou součástí Evropské unie.

Graf 13 Prognóza vývoje počtu přepravných osob regionu Evropa a Střední Asie

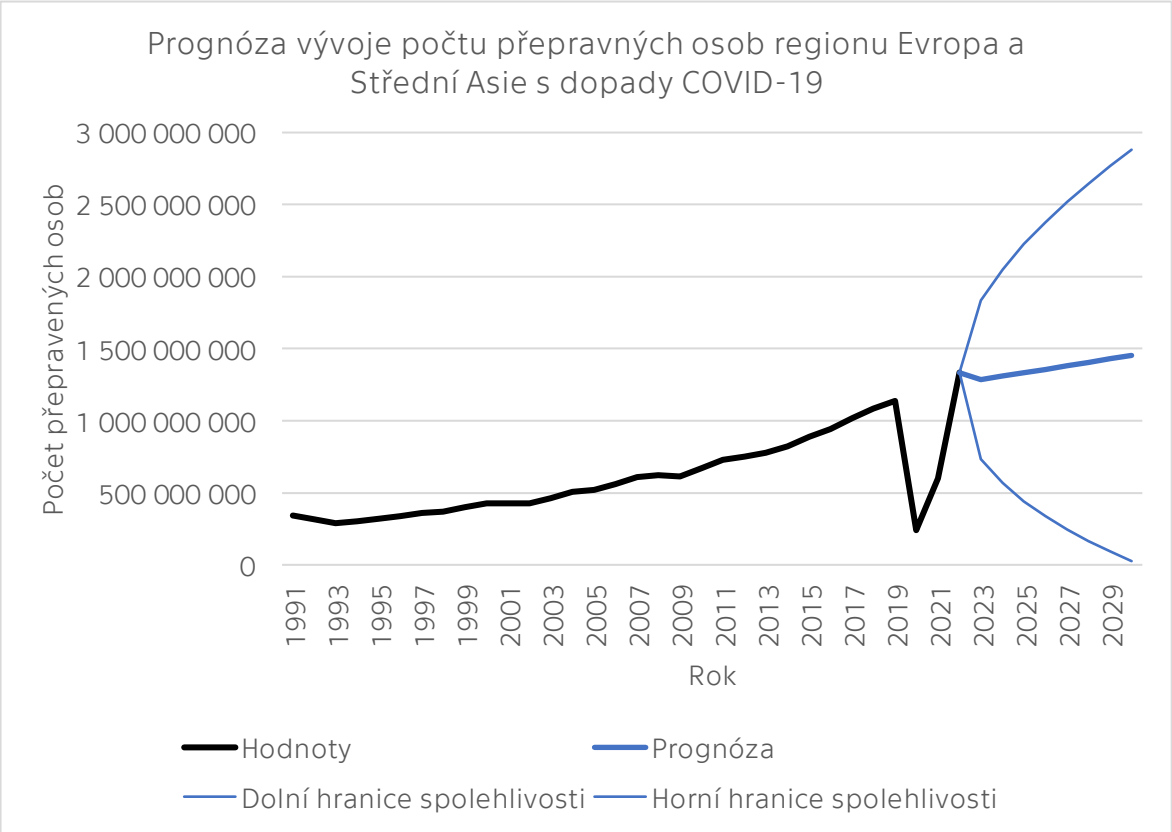


Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Prognóza využívá data od roku 1991. Rozsah historických hodnot byl zvolen právě od roku 1991 z důvodu rozpadu Sovětského svazu, který dal vzniknou mnoha suverénním státům a navázal tak na postupný rozpad východního bloku v předešlých letech. Vznikl tak prostor pro leteckou osobní dopravu mezi státy oblasti Střední Asie a Evropou, který s menšími změnami přetrvává až do roku 2020. Realistický scénář vývoje osobní letecké dopravy ve sledovaném prostoru a období predikuje 1 864 178 719 přepravených osob v roce 2030. Výsledek prognózy můžeme považovat za pravděpodobný budoucí scénář, jelikož podobný vývoj předpovídá mnoho studií popsaných v teoretické části a vlastní zpracovaná prognóza vykazuje hodnotu 1 u statistického ukazatele MASE, který vyjadřuje míru přesnosti předpovědi (nižší číselná hodnota vypovídá o vyšší přesnosti předpovědi). Zároveň daná prognóza dosáhla nejnižší hodnoty MASE ze všech prognóz v práci a můžeme její výsledky považovat za nejpřesnější.

Optimistický i pesimistický scénář jsou ve svých výsledcích v přijatelných mezích a v závislosti na faktory ovlivňující osobní leteckou dopravu mohou více či méně nabývat reálné podoby. Optimistický scénář budoucího vývoje predikuje růst na 2 380 109 977 přepravených osob a pesimistický scénář predikuje 1 348 247 459 přepravených osob.

Graf 14 Prognóza vývoje počtu přepravných osob regionu Evropa a Střední Asie s dopady COVID-19



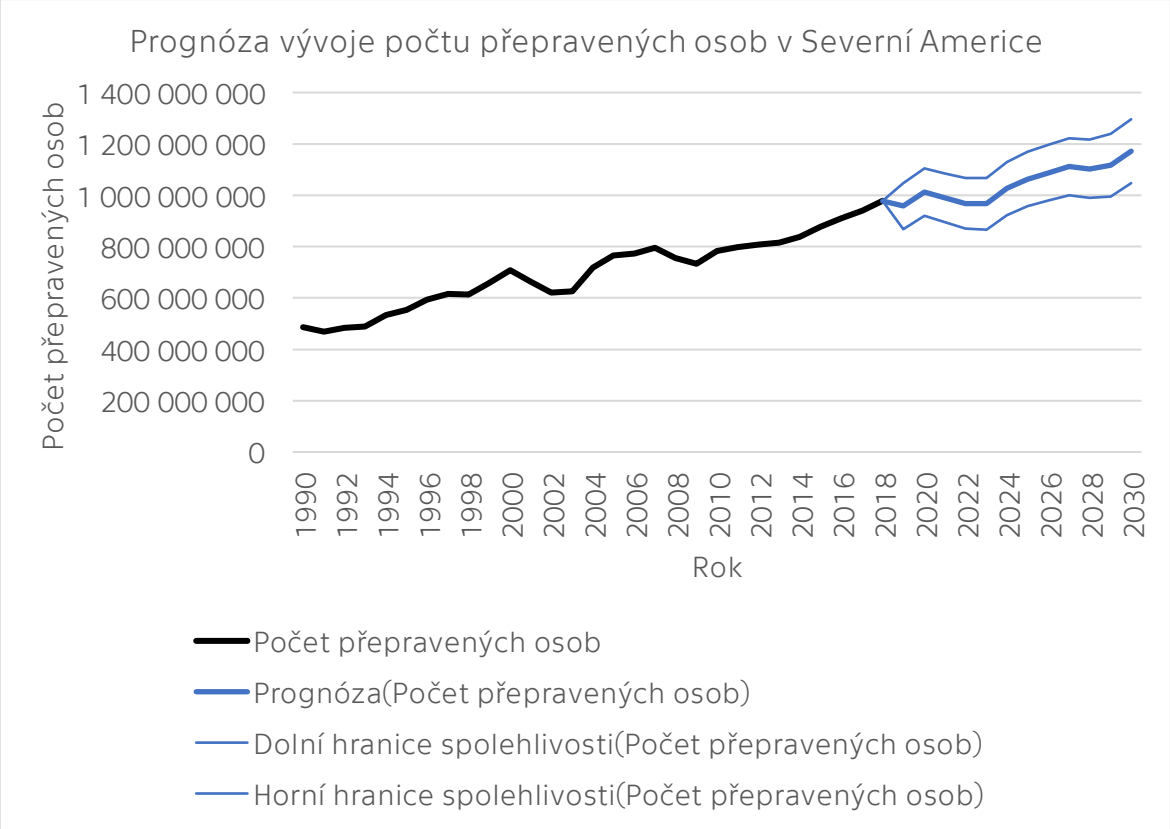
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Stejně jako v leteckém prostředí Evropské unie, tak i v prostoru regionu Evropy a Střední Asie jsou dopady COVID-19 znatelné především pro vysoké množství transferů mezi regiony. Realistický scénář uvažující dopady epidemie predikuje 1 453 230 101 přepravených osob v roce 2030, což v porovnání se scénářem bez dopadu COVID-19 činí celkový propad za sledované období 28 %. Dojde-li k naplnění obou scénářů s dopady COVID-19 ve stejném měřítku v rámci EU i v rámci regionu Evropa a Střední Asie, tak můžeme uvažovat větší dopady krize v celoevropském měřítku se středoasijským regionem než v prostoru EU.

5.3 Prognóza počtu přepravených osob v Severní Americe

Obdobně jako v předchozím případě byla využita data ze zdrojů uvedených v teoretické částí a jejich metaanalýzou byla získána vstupní historická data pro prognózu budoucího vývoje osobní letecké dopravy se zaměřením na počet přepravených osob. Zkoumaným obdobím jsou historická data od roku 1990 s prognózovaným vývojem do roku 2030. Tato část se zabývá pouze prognózou vývoje pomocí lineární regrese na základě historických dat bez dopadů epidemie COVID-19, jelikož v době vzniku práce nebyla situace kolem omezení v oblasti Severní Ameriky z žádného oficiálního zdroje číselně podložena a nebylo tedy možné posuzovat možný celkový dopad a plán případných vládních restrikcí na osobní leteckou dopravu. Budeme-li uvažovat podobný pokrizový vývoj v oblasti Severní Ameriky jako je předpokládaný vývoj v Evropě, tak zjistíme, že celkový dopad na stav letectví v dlouhodobém horizontu 10 let není zásadní.

Graf 15 Prognóza vývoje počtu přepravných osob v Severní Americe



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

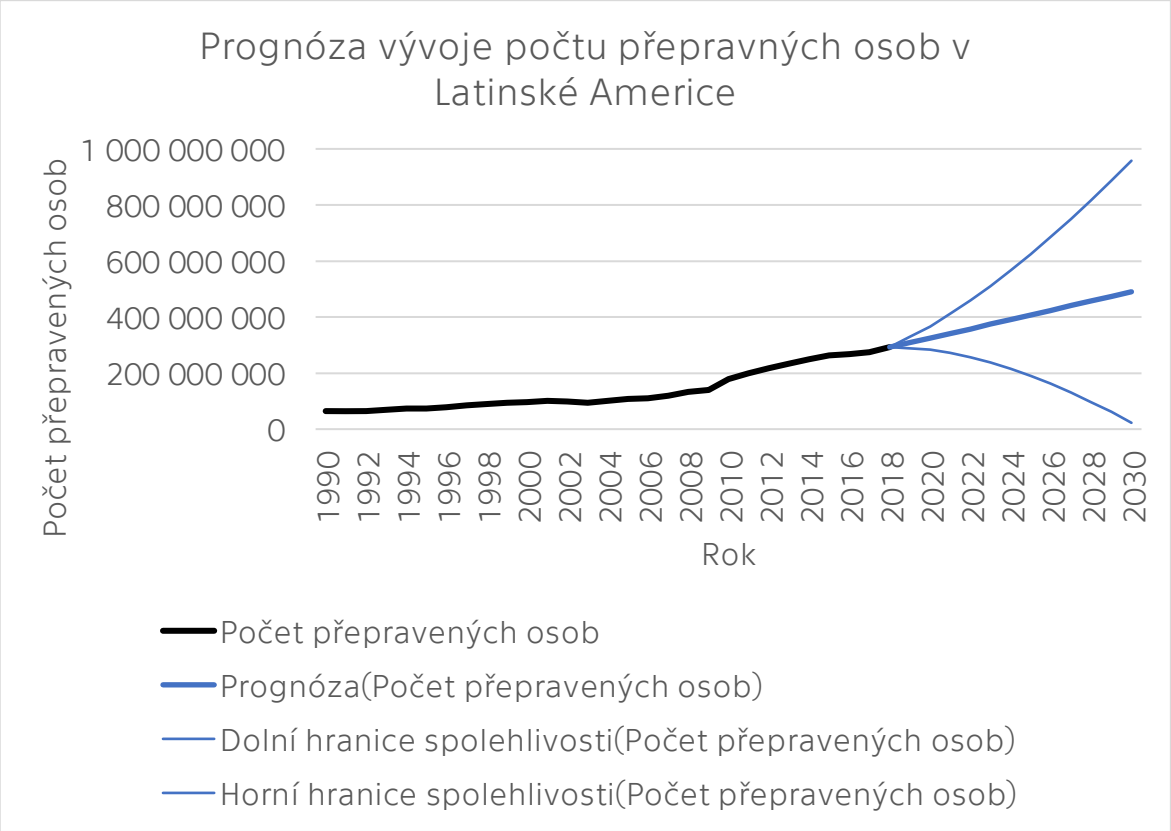
Realistický scénář budoucího vývoje předpovídá počet přepravených osob leteckou dopravou v rámci Severní Ameriky v počtu 1 171 537 706 osob v roce 2030. Jedná se tak o nárůst 19,7 % v porovnání s počtem přepravených pasažérů v roce 2018. Výsledky prognózy dosažené pomocí lineární regrese se blíží veřejně dostupným

prognózám zpracovanými mezinárodními organizacemi. Uspokojivá vypovídající hodnota prognózy je podložena hodnotou ukazatele MASE o hodnotě 1,06, který svou relativně nízkou hodnotou vykazuje vyšší míru přesnosti předpovědi. Relativně nízký růst v porovnání s jinými částmi světa řešenými v práci je dán vysokým nasycením vzdušného prostoru nad Severní Amerikou a nižším potenciálem růstu spojeným s celou škálou faktorů. Jako příklad některého z faktorů můžeme uvést relativně stabilní postavení letecké dopravy v Severní Americe z důvodu překonávání velkých vzdáleností (východní a západní pobřeží) bez možnosti jiných uspokojivých alternativních dopravních prostředků co do pohodlí a rychlosti přepravy. Optimistický scénář predikuje 1 295 884 264 přepravených osob v roce 2030. Pesimistický scénář predikuje 1 047 191 146 přepravených osob. Jak optimistický, tak pesimistický scénář budoucího vývoje nevykazuje příliš velký výkyv vůči reálnému scénáři a s přihlédnutím na veřejně dostupná data a statistické údaje můžeme data na dolní i horní hranici spolehlivosti považovat za relevantní.

5.4 Prognóza počtu přepravených osob v Latinské Americe

Pro výpočet prognózy v oblasti Latinské Ameriky byla využita data ze zdrojů uvedených v teoretické částí. Následně byla metaanalýzou získána vstupní historická data pro prognózu budoucího vývoje počtu přepravených osob pomocí osobní letecké dopravy se zaměřením na počet přepravených osob. Prognóza se zaměřuje na období od roku 1990 do roku 2030. Oblast Latinské Ameriky byla zvolena dle regionálního členění IATA a zahrnuje státy Jižní Ameriky, Karibiku a Mexiko. Podkapitola zaměřující se na oblast Latinské Ameriky se zaměřuje výhradně na prognózu pomocí lineární regrese na základě historických dat bez dopadů COVID-19 na letecký provoz. V době vzniku práce nebyla dostupná relevantní data popisující možné následky COVID-19 na leteckou přepravu v oblasti Latinské Ameriky a nelze tak uvažovat přesnější scénáře vývoje a rozsah dopadů na danou oblast. Zároveň nelze aplikovat scénáře pro jiné oblasti (například Evropu), jelikož struktura letecké dopravy v oblasti Latinské Ameriky je příliš odlišná a přenesená data by neměla požadovanou vypovídající hodnotu.

Graf 16 Prognóza vývoje počtu přepravných osob v Latinské Americe



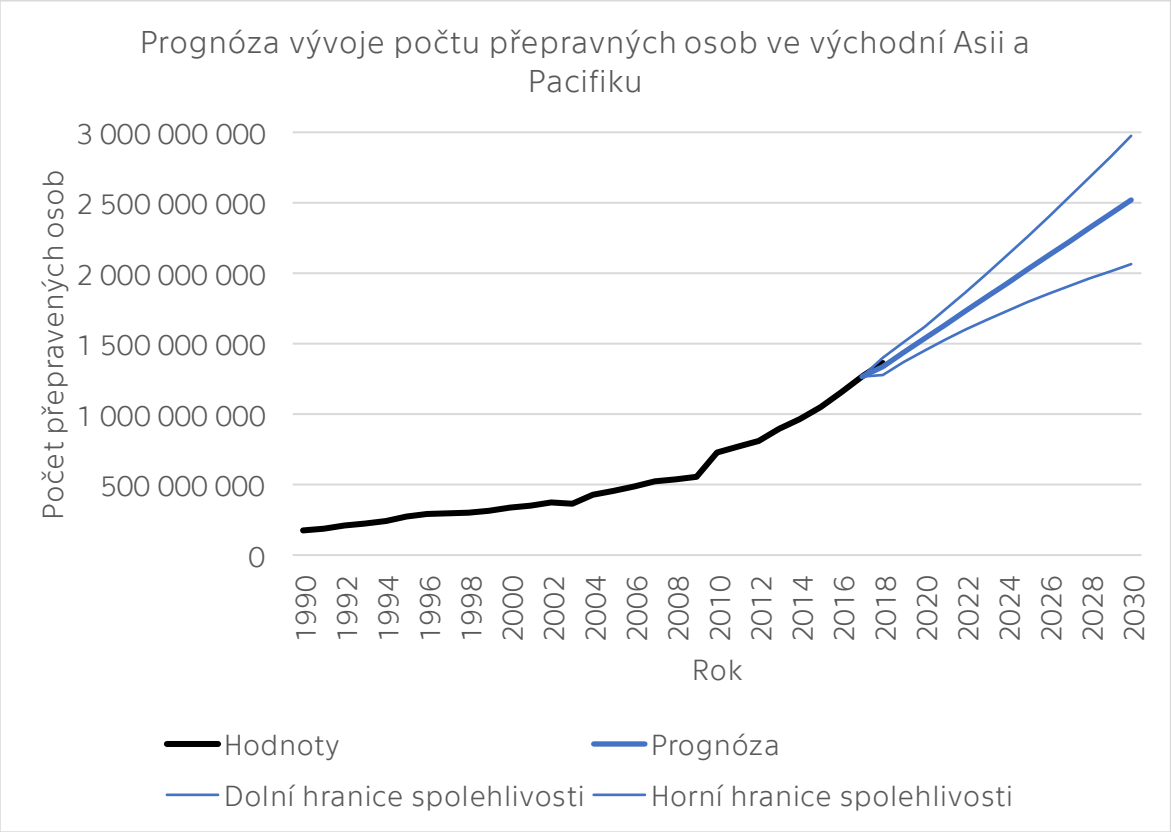
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Realistický scénář predikuje počet přepravených osob leteckou dopravou v oblasti Latinské Ameriky na 490 305 243 osob přepravených v roce 2030. Očekávaný nárůst je založen na několika předpokladech. Nejdůležitějším aspektem je potenciál regionu, kdy se zkoumaná oblast řadí mezi ekonomicky rychle rostoucí části světa. Zároveň míra přepravených osob dosud výrazně zaostávala, a i v budoucnu bude zaostávat proti regionům s vysoce frekventovanou osobní leteckou dopravou. Optimistický scénář stanovuje hodnotu 957 889 798 přepravených cestujících za rok 2030. Pesimistický scénář určuje dolní mez na počtu 22 720 689 přepravených osob. Výkyv optimistického i pesimistického scénáře je opravdu vysoký a nelze je považovat za příliš pravděpodobné. Naopak realistický scénář bez větších odchylek odpovídá předpokladům vývoje v dané oblasti.

5.5 Prognóza počtu přepravených osob v regionu Asie a Tichomoří

Oblast východní Asie a Tichomoří se řadí mezi další místa s vysokým ekonomickým potenciálem do budoucna, což se ve veřejně dostupných studiích odráží na očekávaném budoucím růstu počtu přepravených osob v celé oblasti. Zpracování prognózy proběhlo na základně metaanalýzy veřejně dostupných dat, která vytvořila základní soubor hodnot pro výpočet budoucí prognózy. Kapitola zaměřená na oblast východní Asie a Pacifiku se v rozsahu regionu zaměřuje pouze na vývoj situace bez dopadů COVID-19, jelikož v době tvorby práce nebylo k dispozici potřebné množství dat pro zhodnocení situace v celém regionu. Naopak dopady COVID-19 na letecký provoz budou znázorněny na příkladu vývoje v Čínské lidové republice.

Graf 17 Prognóza vývoje počtu přepravných osob ve východní Asii a Pacifiku



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

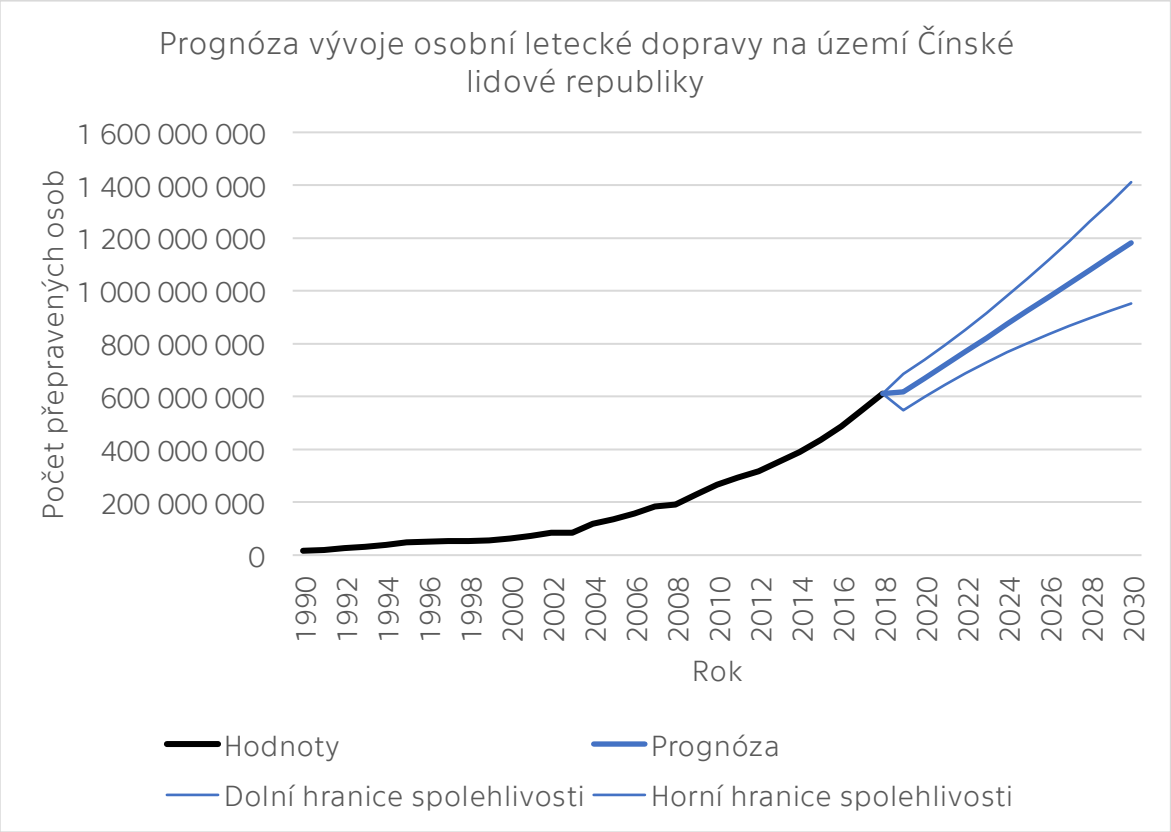
Celkový průměrný roční růst v rámci regionu bude odpovídat růstu spočítaného pomocí metody složené roční míry růstu (CAGR) 4,79 %. Realistický scénář určuje hodnotu přepravených osob pomocí letecké dopravy v roce 2030 na 2 519 860 090 přepravených osob. Pesimistický scénář určuje hodnotu 2 064 712 362 přepravených osob a optimistický scénář předpokládá nárůst na 2 975 007 818 přepravených osob. Všechny

získané hodnoty jsou realistické s ohledem na dosavadní růst, možnosti regionu a prognózy mnoha studií.

5.5.1 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy na území Čínské lidové republiky s dopady COVID-19

Čínská lidová republika byla první zemí, která se potýkala s dopady vládních restrikcí z důvodu COVID-19 a propadem osobní letecké dopravy. V době vzniku práce se již situace na poli letecké dopravy v Čínské lidové republice zlepšovala a vývoj situace se graficky promítal do typického tvaru písmene V, tedy postupnému růstu směrem k normálu. Nejprve si představíme prognózu vývoje osobní letecké dopravy v Číně bez krize způsobené COVID-19, kde realistický scénář uvažoval v roce 2030 celkem 1 181 952 337 přepravených osob. Pesimistický scénář představoval 952 313 915 přepravených osob a optimistický scénář 1 411 590 757 přepravených osob.

Graf 18 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy na území Čínské lidové republiky

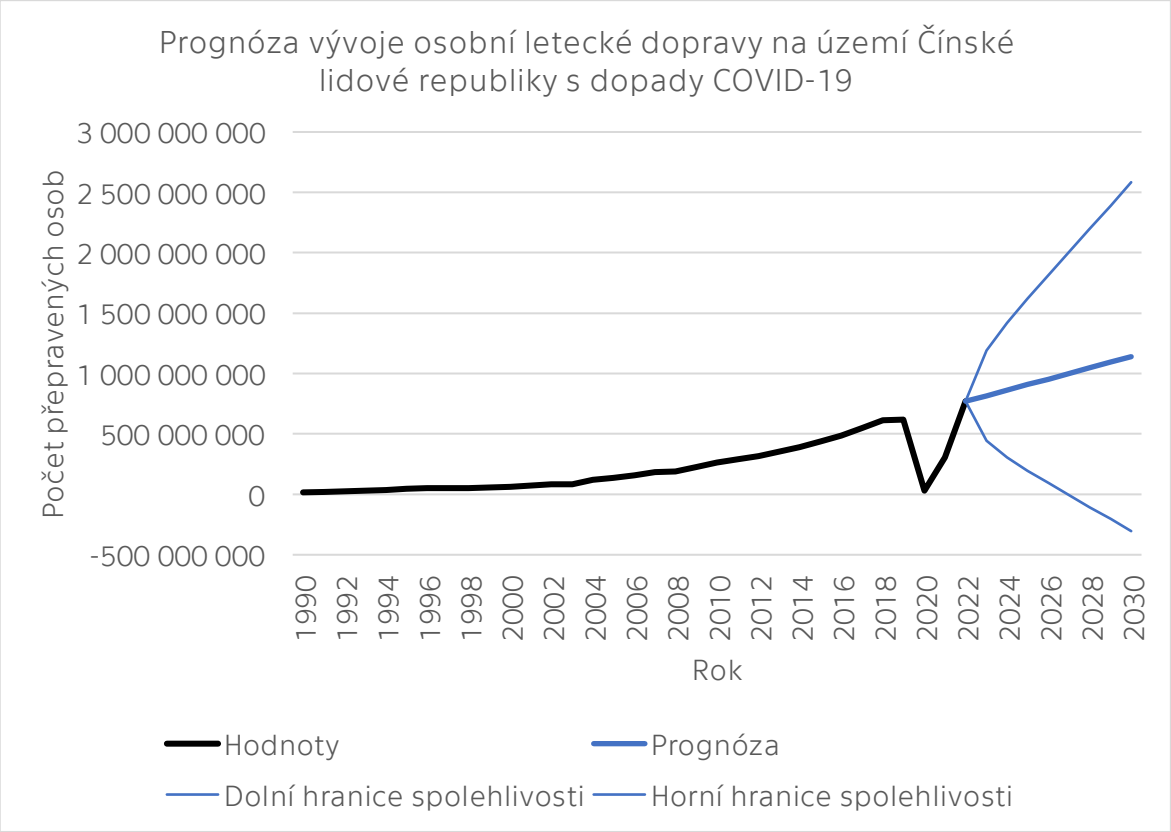


Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Na následujícím grafu můžeme vidět propad způsobený omezením osobní letecké dopravy z důvodu COVID-19 a dopady na dlouhodobý vývoj. Upravený realistický scénář určuje hodnotu realistického scénáře 1 139 865 428 přepravených osob., což představuje dlouhodobý propad pouhých 3,69 % v horizontu 10 let. V důsledku

rychlého propadu a postupné normalizace stavu v dalších měsících jsou optimistický a pesimistický scénář značně zkreslené díky statistickému postupu výpočtu a jejich hodnoty jsou tedy irelevantní.

Graf 19 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy na území Čínské lidové republiky s dopady COVID-19



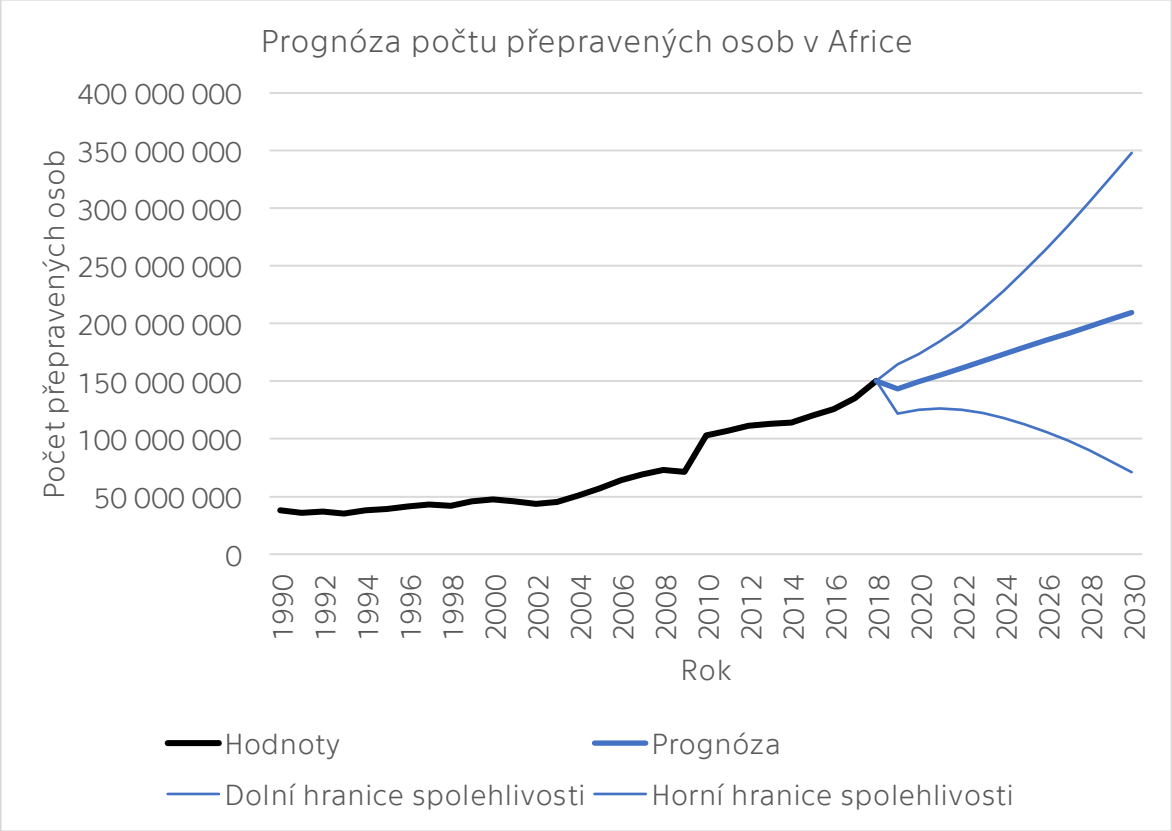
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

5.6 Prognóza počtu přepravených osob v Africe

Afrika historicky nepatřila mezi kontinenty s vysokou hustotou osobní letecké dopravy, ale v důsledku růstu ekonomik mnoha afrických států se hustota provozu neustále zvyšuje. Prognóza osobní letecké dopravy v Africe byla vytvořena na základně metaanalýzy veřejně dostupných dat. Vzniklá data posloužila jako základní soubor hodnot pro výpočet budoucí prognózy osobní letecké dopravy. Výpočet prognózy neuvažuje dopady na leteckou dopravu z důvodu pandemie COVID-19, jelikož v době vzniku práce nebylo k dispozici dostateční množství informací pro objektivní zhodnocení dopadů a jejich predikci v budoucích letech. Jedním z faktorů nepřehlednosti situace v Africe je nízká úroveň zdravotnictví spojená s nízkým počtem testovaných osob a různorodými rozhodnutími vlád na řešení situace. Realistický scénář predikuje vysoký růst v oblasti osobní letecké dopravy. Počet pasažérů by měl v roce 2030 dosáhnout 209 585 766 přepravených osob. Výsledek optimistického scénáře 348 032 130 přepravených osob by musel být podložený výrazným rozvojem celého regionu, který je v daném tempu

ale málo pravděpodobný ačkoli některé studie z teoretické části predikují více jak 400 milionů přepravených osob v roce 2037. Pesimistický scénář uvádí výslednou hodnotu 71 139 402, což je značný propad, který by mohl být reálný například s vážnými dopady COVID-19 v budoucích letech na africkém kontinentu nebo destabilizací mezinárodní politické situace v regionu. Propad daný pesimistickým scénářem by znamenal pro Afriku návrat na úroveň přelomu let 2007 a 2008.

Graf 20 Prognóza počtu přepravených osob v Africe



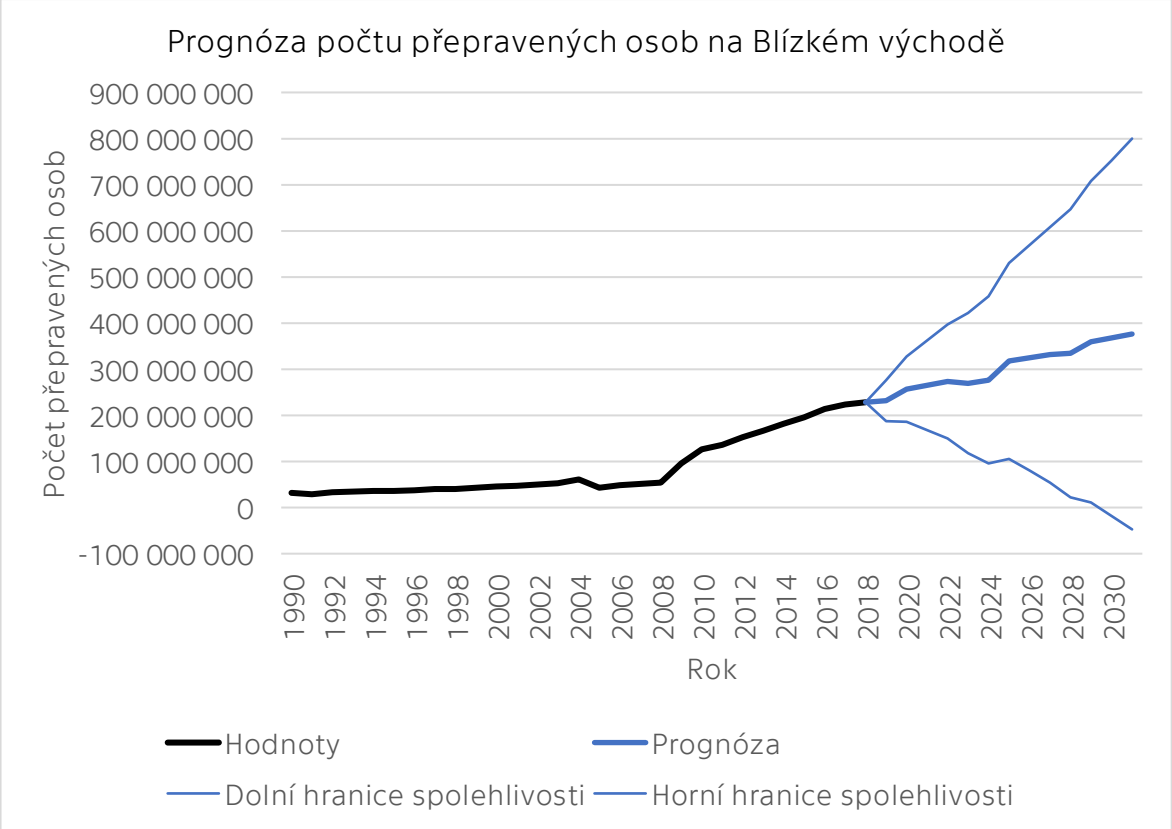
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

5.7 Prognóza počtu přepravených osob na Blízkém východě

Blízký východ je z pohledu osobní letecké dopravy region bohatý na mnohé kontrasty, kdy můžeme sledovat státy se značným bohatstvím a velkým rozvojem osobní letecké dopravy jako jsou Spojené arabské emiráty či Katar v kontrastu se Sýrií, Irákem a dalšími zeměmi, které jsou často postiženy politickou a společenskou destabilizací, která se zákonitě podepisuje na osobní letecké dopravě. Prognózy v daném regionu tedy nabývají nižší pravděpodobnosti v porovnání s jinými regiony, ale i přes to je regionu v mnoha prognózách (uvedených v teoretické části) přisuzován vysoký budoucí růst. Prognóza osobní letecké dopravy na Blízkém východě vznikla na základě metaanalýzy veřejně dostupných dat, která byla představena v teoretické části. Data získaná

pomocí metaanalýzy dostupných dat představují základní soubor hodnot pro výpočet budoucí prognózy osobní letecké dopravy. Vytvořená prognóza nebere v potaz situaci letecké dopravy v krizi s dopady pandemie COVID-19. Dopady omezení provozu nejsou v práci uvažovány z důvodu nedostatečného množství informací o situaci v regionu a o jednání vlád v závislosti na dané problematice. Realistický scénář vývoje predikuje 367 587 771 přepravených osob v roce 2030, což se blíží dlouhodobému růstu dle predikce IATA představené v teoretické části. Naopak optimistický i pesimistický scénář vývoje je ve vypracované prognóze od realistického velmi vzdálený, což nepodporuje ve věrohodnosti ani hodnota ukazatele míry přesnosti předpovědi MASE, která nabyla hodnoty 4,32.

Graf 21 Prognóza počtu přepravených osob na Blízkém východě



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

6 Vlastní prognóza globálního vývoje osobní letecké dopravy a srovnání růstu v jednotlivých světových regionech

Kapitola se zaměřuje na zpracování vlastních prognóz budoucího vývoje v oblasti osobní letecké dopravy za použití kvantitativních i kvalitativních prognostických metod v globálním rozsahu s následným srovnáním jednotlivých regionů. Pro řešení prognóz je obdobně jako při řešení jednotlivých regionů využito intervalu spolehlivosti 99 %. Vytvořené prognózy budoucího vývoje mají základ v dostupných časových řadách, které v práci slouží jako vstupní data. V kapitole je z důvodu kontinuity práce uvažováno období 10 let od současnosti do roku 2030. Veškeré prognózy a výpočty jsou řešeny v programu Microsoft Excel pomocí statistických a prognostických funkcí.

6.1 Srovnání růstu v jednotlivých regionech pomocí CAGR

Při srovnání počtu nových pasažérů v jednotlivých státech na celém světě zjistíme, že noví cestující z Indie a Číny budou zaujímat dle prognózy 39 % nové budoucí poptávky po osobní letecké dopravě v roce 2030. Dle složené roční míry růstu počtu přepravených osob se dle prognózy nejvyšší procentuální růst očekává v oblasti regionu Asie a Tichomoří s hodnotou růstu 4,79 % následovaného oblastí Afriky (4,58 %) a Blízkého východu (4,4 %).

Tabulka 4 Regionální růst podle složené roční míry růstu osobní letecké dopravy

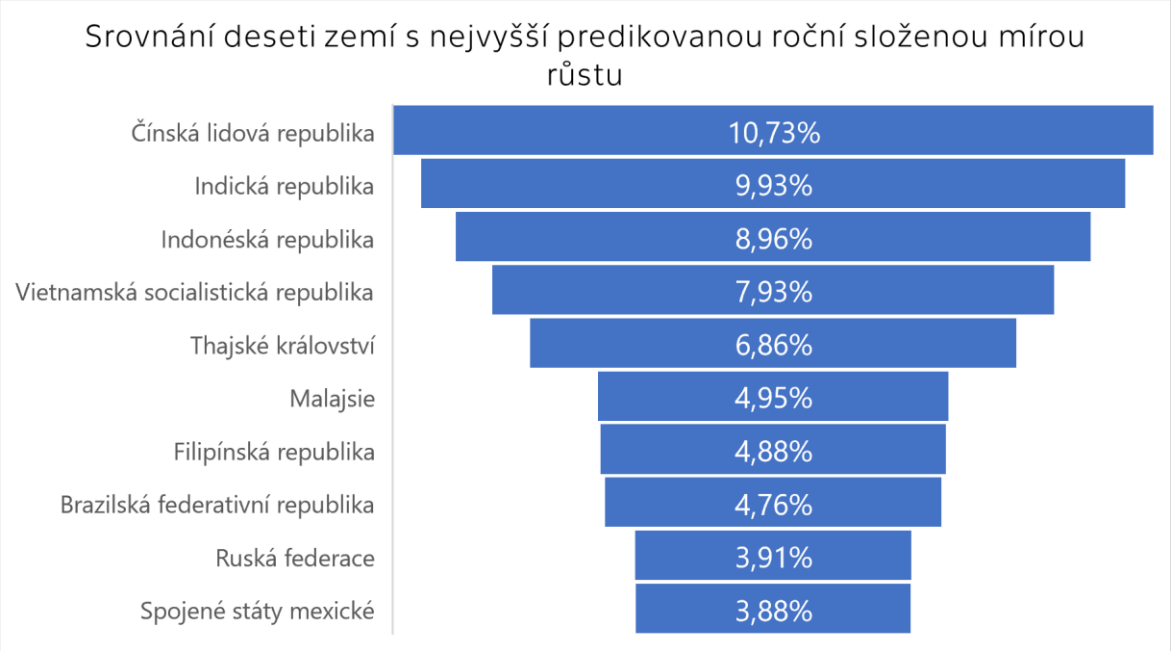
Evropa	2,012 %
Severní Amerika	2,385 %
Latinská Amerika	3,603 %
Asie a Tichomoří	4,793 %
Blízký východ	4,402 %
Afrika	4,586 %

Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

Zaměříme-li se na srovnání vývoje osobní letecké dopravy v jednotlivých zemích a srovnáme jej, tak dospějeme k závěru, že vyšší růst můžeme očekávat v zemích

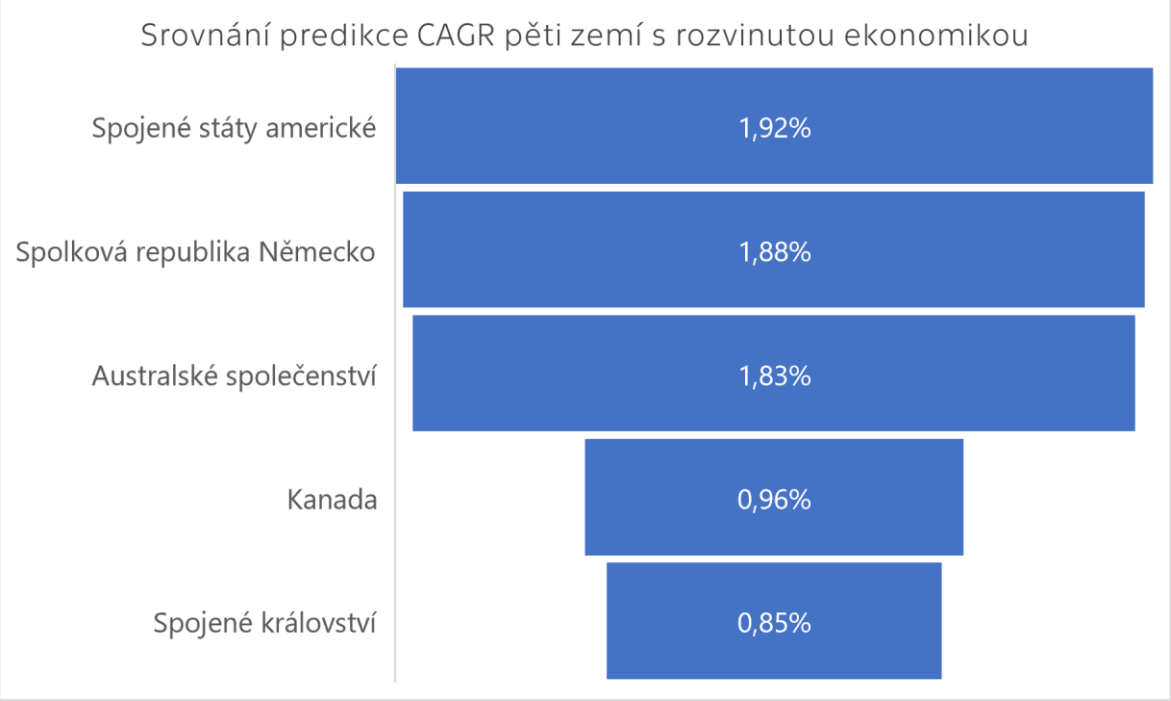
s rozvíjející se ekonomikou, a naopak malý růst v rozvinutých zemích. Srovnání růstu vycházející ze zpracované prognózy přináší následující graf:

Graf 22 Srovnání deseti zemí s nejvyšší predikovanou roční složenou mírou růstu



Zdroj: vlastní zpracování na základě vlastních prognóz

Graf 23 Srovnání predikce CAGR pěti zemí s rozvinutou ekonomikou



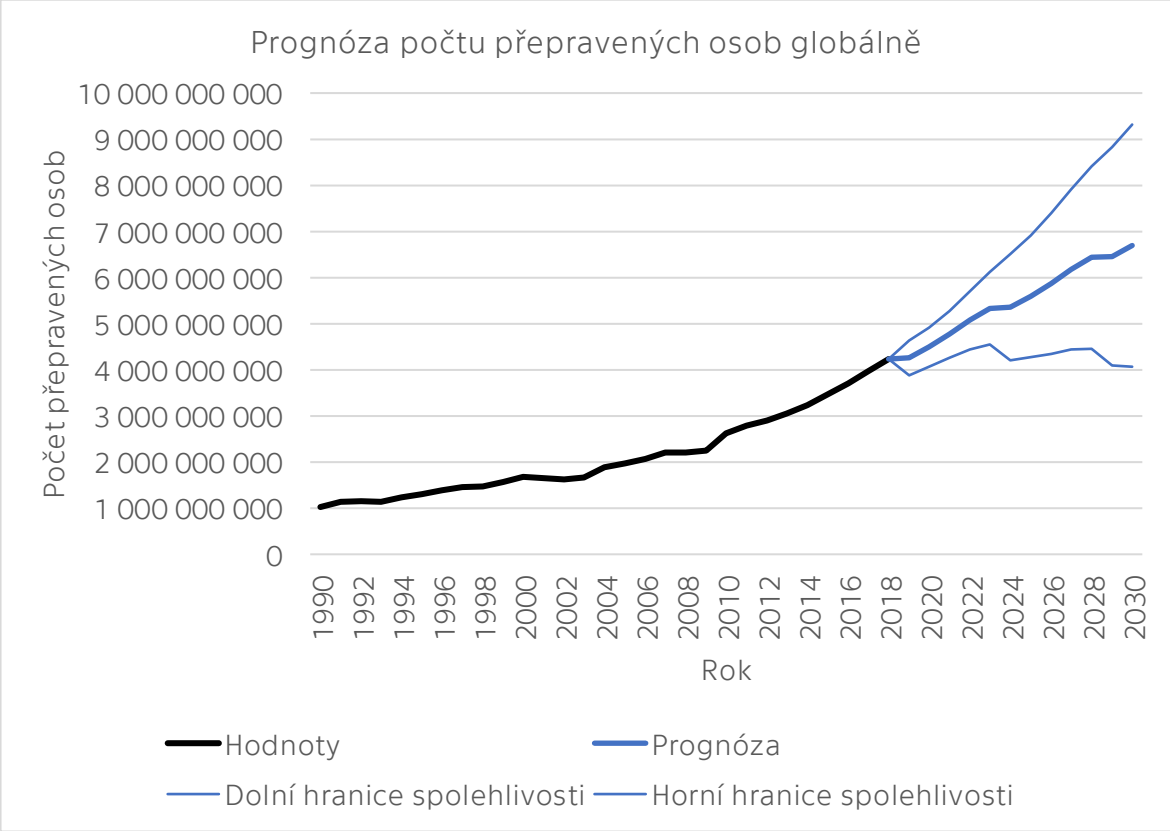
Zdroj: vlastní zpracování na základě vlastních prognóz

Čínská lidová republika nahradí Spojené státy americké na prvním místě mezi světovými leteckými trhy (definovaný dopravou do, ze země a uvnitř dané země) kolem roku 2024. Dle výpočtů by růst letecké dopravy v Indii měl nahradit Spojené království na třetím místě mezi světovými leteckými trhy v roce 2025.

6.2 Prognóza počtu přepravených osob globálně

Při shrnutí všech provedených prognóz v této práci dostáváme výsledný růst z globálního pohledu. Ve sledovaném období do roku 2030 můžeme sledovat růst osobní letecké dopravy v celosvětovém měřítku. Základem této predikce je fakt, že všechny realistické scénáře zpracované v jednotlivých regionech mají rostoucí tendenci a z tohoto důvodu nemůže ani světový vývoj zaznamenat jiný trend než rostoucí. Dopady COVID-19 na leteckou dopravu nebyly zaneseny do výpočtu reflektujícího globální situaci, jelikož není známý rozsah a konkrétní data popisující omezení ve všech částech světa a výsledná hodnota by byla značně zkreslená. Výsledek vlastní prognózy z pohledu realistického scénáře činí 6 413 469 529 v roce 2030. Pesimistický scénář udává hodnotu 4 073 607 771 přepravených osob a optimistický scénář končí na hodnotě 9 317 909 985 přepravených osob. S využitím kvalitativních metod prognóz dospějeme k závěru, že optimistický scénář je značně přemrštěný a takové tempo růstu, navíc s krizí způsobenou COVID-19, je nereálné. Pesimistický scénář by byl naopak možný v důsledku možné destabilizace politické a společenské situace ve světě, nastavením ekologických limitů nebo neschopností se rychle vypořádat s nejrůznějšími druhy přenosných onemocnění. Přesuneme-li se zpátky k realistickému scénáři, tak při porovnání výsledků vlastní prognózy s dlouhodobými prognózami IATA zjišťujeme, že v roce 2037 (na který cílila prognóza IATA) je vlastní prognóza vzniklá metaanalýzou historických dat a vlastní prognózou budoucího vývoje na hodnotě 8 246 352 685 přepravených osob celosvětově, kdy IATA uvádí zaokrouhlenou hodnotu 8,2 miliardy přepravených osob ve stejném roce. Složená roční míra růstu je za sledované období 3,63 % ročně.

Graf 24 Prognóza počtu přepravených osob globálně



Zdroj: vlastní zpracování na základě vlastních prognóz

6.3 Predikce celkového počtu osobních dopravních letadel

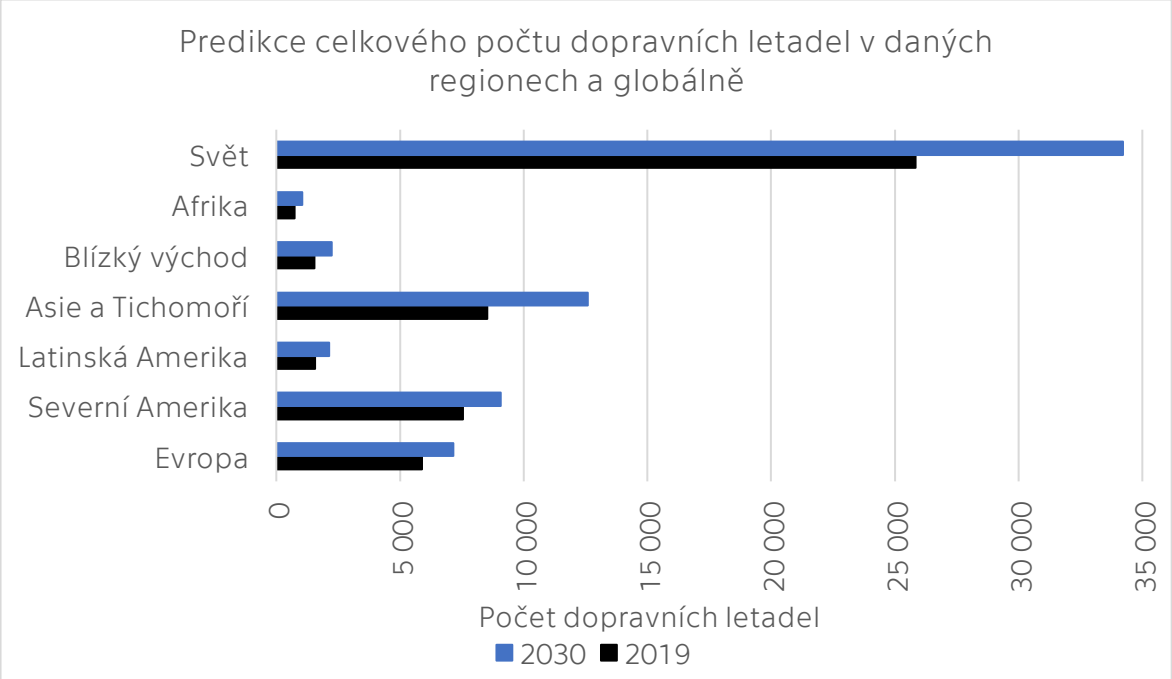
S růstem osobní letecké dopravy ve světě bude nutné rozšíření jednotlivých letadlových flotil, a tedy zvýšení celkového počtu nových dopravních letadel. Vstupní data z teoretické části o počtech dopravních letadel v současnosti tvoří základ vlastní predikce počtu dopravních letadel ve sledovaném období do roku 2030 v závislosti na růstu osobní letecké dopravy, ekonomickém růstu a růstu letadlových flotil v konkrétních regionech.

Tabulka 5 Predikce celkové počtu dopravních letadel v daných regionech a globálně

	Ekonomický růst (HDP)	Růst leteckého provozu	Růst letadlových flotil	2019	2030
Evropa	1,60%	2,012%	2,90%	5895	7 151
Severní Amerika	1,90%	2,385%	1,90%	7550	9 068
Latinská Amerika	2,90%	3,603%	3,90%	1580	2 146
Asie a Tichomoří	3,90%	4,793%	4,60%	8515	12 577
Blízký východ	3,20%	4,402%	4,90%	1550	2 237
Afrika	3,40%	4,586%	4,00%	740	1 052
Svět	2,70%	3,63%	3,40%	25830	34 231

Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat a vlastních výpočtů

Graf 25 Predikce celkového počtu dopravních letadel v daných regionech a globálně



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat a vlastních výpočtů

Výsledek prognózy predikuje největší procento v oblasti Asie a Tichomoří, kde roční růst činí 4,4 %, což se ve výsledku projevuje nárůstem dopravních letadel z 8 515 kusů v roce 2019 na 12 577 kusů, které budou potřebné pro osobní leteckou dopravu v regionu. Region Asie a Tichomoří bude zároveň dle počtu dopravních letadel největším trhem na světě. Druhý nejvyšší procentuální růst byl zaznamenán v regionu Blízkého východu, kde procentuální růst v počtu nových strojů činí 4,1 % ročně s nárůstem 687 dopravních letadel na celkovou hodnotu 2 237 strojů v roce 2030. Ovšem i přes vysoký růst bude co do počtu strojů region Blízkého východu až na čtvrtém místě

v celosvětovém měřítku. Třetí nejvyšší růst je předpokládaný v Africe, kde bude růst počet letadel ročním tempem 3,9 %, což se promítne v konečném množství 1 052 strojů. V porovnání s ostatními regiony bude Afrika ovšem oblastí s nejmenším počtem dopravních letadel. Z pohledu počtu dopravních letadel vévodí oblast Asie a Tichomoří, jak již bylo zmíněno. Druhý největší počet dopravních letadel nalezneme v roce 2030 v Severní Americe, kde bude v daný rok sloužit 9 068 strojů. Procentuální růst v oblasti Severní Ameriky bude nejmenší ze všech sledovaných a bude nabývat meziročního hodnoty 2 % ve sledovaném období. Třetí největší počet dopravních letadel v roce 2030 bude v Evropě, kde se celkový počet zastaví na 7 151 strojích s meziročním růstem 2,1 %. Poslední nezmíněnou oblastí je Latinská Amerika, kde bude zaznamenán meziroční růst 3,4 %. Výsledný počet dopravních letadel v Latinské Americe bude 2 146 strojů v roce 2030.

Z globálního perspektivy zaznamená osobní letecká doprava přírůstek nových strojů 3,2 % ročně a zvýší tak počet dopravních letadel o 8 401 kusů na celkových 34 231 dopravních letadel v aktivní službě, což představuje celkový nárůst ve sledovaném období 32,5 %.

6.4 Možné faktory ovlivňující budoucí vývoj letectví

Osobní letecká doprava se do dnešních dní neustále vyvíjí a její fungování závisí na mnoha faktorech. Historicky byla například ovlivněna růstem kapacity dopravních letadel, zvyšující se spolehlivostí letadel, zvýšeným doletem, příchodem proudových dopravních letounů a mezinárodní politickou situací. Mnohé z těchto faktorů mají svojí roli i v dnešních dnech, ale s technologickým pokrokem a neustále se měnící společenskou situací vznikají další faktory, které mohou více či méně ovlivnit osobní leteckou dopravu.

Jedním z možných faktorů, který bude v budoucnu ovlivňovat osobní leteckou dopravu více než v dnešních dnech je vývoj cen ropy. Ceny ropy měly vždy své výkyvy, ale situace na trhu s leteckými palivy by se mohla výrazně změnit díky změnám v pozemní dopravě. V dnešní době vzniká stále více a více alternativních pohonů určených pro automobilovou, lodní a železniční dopravu, což by v budoucnu mohlo výrazně zvýšit podíl odběru ropy leteckou dopravou a promítnout se tak výrazně do cen. Ropné společnosti by přišli o své zákazníky z tradičních oborů a vzájemná soutěž mezi ropnými společnostmi by mohla vést k výraznému poklesu cen ropy, což by se kladně promítlo do cen letenek a dostupnosti letecké přepravy. Opačný scénář by naopak mohl být způsobený vládními a mezinárodními regulacemi proti znečišťování životního prostředí, kdy by v zájmu podpory životního prostředí byla ke spotřebě ropy přidána vyšší daň, která by celkově prodražovala leteckou dopravu a dopravci by byli nuceni zdražit.

Turismus je dalším významným faktorem, který může změnit využívání osobní letecké dopravy v budoucnu. Lidé jsou v dnešní době zvyklí cestovat na velké vzdálenosti více než kdy dříve a za nižší ceny. Především se jedná o generaci tzv. "mileniálů", jejichž návyky a představy se mohou výrazně promítat do poptávky v budoucnu. Mladí lidé dnes berou dostupnost cestování po celém světě za samozřejmost a dá se

očekávat, že v budoucnu budou následující generace ve svých očekáváních ještě odvážnější. Celkově by tak osobní letecká doprava zaznamenala ještě větší využití.

Produkce letadel ve své ceně na trhu nezaznamenává příliš velké změny, ale zlevnění výroby a následně i snížení ceny letadel na trhu by vedlo ke vzniku většího množství menších dopravců, kteří by si mohli dovolit figurovat na trhu. Zvýšil by se tak prodej letadel a v konkurenčním boji i snížení cen pro cestující, což by vedlo k dalšímu růstu osobní letecké dopravy.

Dalším zajímavým faktorem, který by mohl zásadně ovlivnit osobní leteckou dopravu je elektrifikace. Ta se zdá z pohledu fyziky v plném rozsahu dosud neproveditelná, ale její částečné zavedení v podobě hybridních pohonů letadel už je pravděpodobnější. V dnešní době můžeme sledovat mnoho strojů, které využívají částečný elektrický pohon a jeho získávání z nejrůznějších zdrojů (solární panely na křídlech) a dosahují tak velice ekologického a dlouhého letu. Mezi stinné stránky patří především rychlost, kdy se dnešní koncepty pohybují příliš pomalu a nevyhovovaly by tak požadavkům zákazníků na rychlost a pohodlí. Při překonání technických bariér by mohlo odvětví hybridních letounů využívajících konvenční spalovací motory a elektrický pohon zaznamenat velký nárůst. Zároveň by takové lety mohly vykazovat výrazně nižší náklady na provoz a snížit tak náklady cestujících při přepravě, což by se kladně promítlo do poptávky.

Obrázek 4 Hybridní letoun E-Fan X společností Airbus a Rolls-Royce

Zdroj: [17]

Fenoménem dnešní doby jsou drony. Dronem v dnešním pojetí rozumíme bezpilotní letouny řízené z dálky člověkem. V civilní sféře se pak drony objevují jako pomůcky pro fotografy, kameramany a pro hobby létání. Vývoj ovšem umožňuje podobným dronům nést stále těžší závaží a vykazují vyšší spolehlivost a stabilitu. V poslední době se objevilo hned několik konceptů, které tyto drony zvětšily do velikosti odpovídající většímu osobnímu automobilu a byly tak schopné svým tahem nést člověka, který dron ovládal stejně jako u běžných bezpilotních dronů, ale byl usazen na konstrukci stroje. Vzniknul tak pilotní prostředek založený na původních bezpilotních dronech. Pokud by budoucí legislativa umožnila fungování takových prostředků a byla zajištěna vyšší bezpečnost jejich provozu, tak by se mohly podobné stroje stát výraznými konkurenty automobilové dopravy a osobní letecká doprava v dnešní podobě by se specializovala na větší vzdálenosti a mezikontinentální lety.

Obrázek 5 Dron uzpůsobený k přepravě člověka

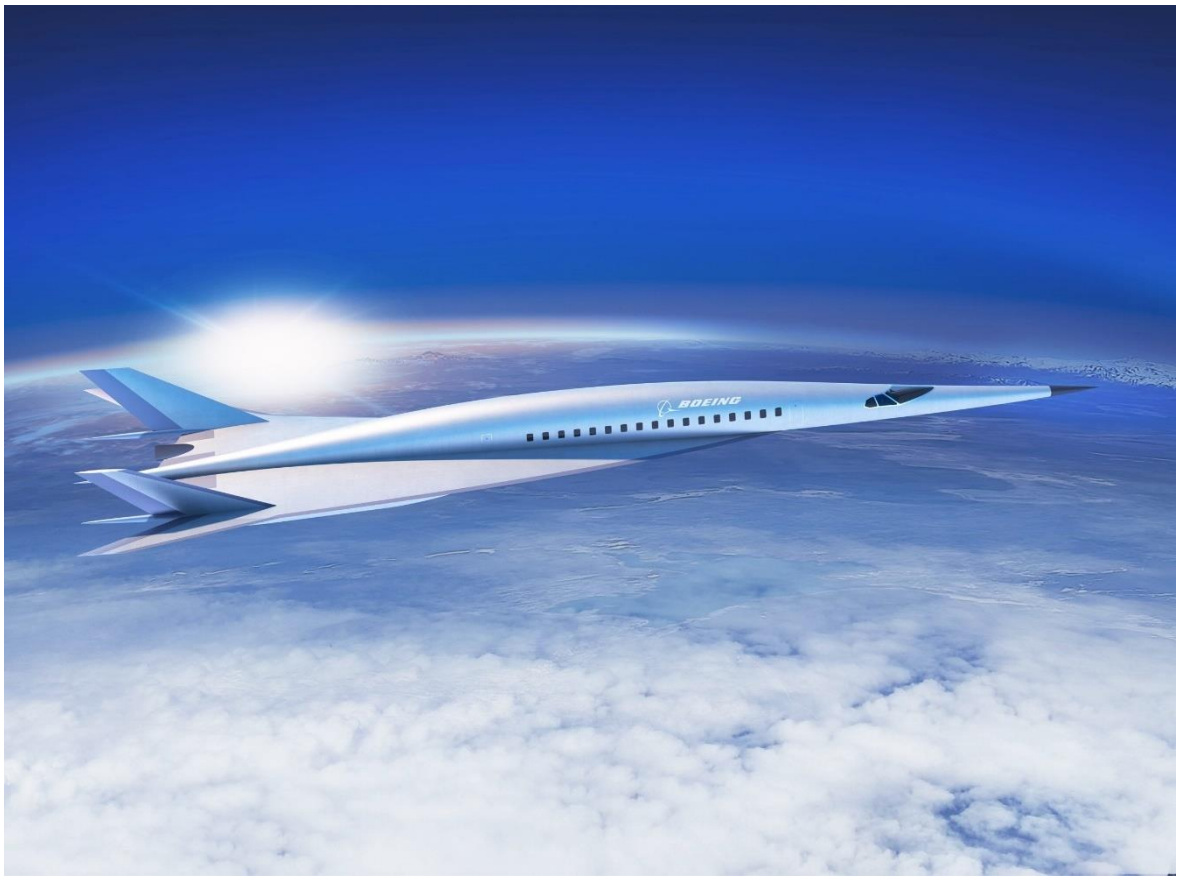
Zdroj: [48]

S vývojem nových technologií se znovu vrací téma nadzvukové (supersonické) osobní letecké dopravy, která by umožnila cestovat v rychlostech vyšších rychlosti zvuku za většího pohodlí, nižší ceny a vyšší ekologičnosti. Doba se neustále zrychluje a lidé stále více touží po přepravování se na větší vzdálenosti za kratší časový úsek. Dostupnost nadzvukové letecké dopravy, která by nebyla vysoce nákladným způsobem přepravy, jako v historii v případě letounu Concorde, by znovuotevřela tento segment a nabídla jej většímu množství potenciálních zákazníků. Mnoho nových i zaběhlých společností pracuje na konceptech nových nadzvukových dopravních letadel.

Neopomenutelný faktor budoucího vývoje je v celosvětovém růstu střední třídy obyvatelstva. Dnešní společnost má větší množství občanů spadajících do měřítek střední třídy, kteří si mohou dovolit nákup letenek a cestovat letecky. Celosvětový nárůst těchto potenciálních zákazníků zvyšuje pravděpodobnost poptávky po službách osobní letecké dopravy, který by se kladně promítnul v budoucím růstu.

Důležitým faktorem ovlivňujícím budoucnost letectví je globalizace. Dnešní svět je stále více propojený a je snazší cestovat a obchodovat mezi jednotlivými částmi světa. Budoucí vývoj může takový trend dále podporovat a chuť vnímat svět globálně na úkor lokálního jednání by zvýšil poptávku po letecké dopravě. Ovšem globalizace má mnoho svých odpůrců a některé státy se naopak snaží tomuto trendu bránit. Rozsah a množství takového přístupu může naopak snižovat zájem o leteckou dopravu v mezinárodním měřítku a může tak způsobit pokles. Podobné dopady může mít politická stabilita, a naopak nestabilita jednotlivých regionů či velmocí.

Obrázek 6 Koncept nadzvukového dopravního letadla společnosti Boeing



Zdroj: [49]

7 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy v ekonomických souvislostech

Kapitola se zaměřuje na prognózu různých ekonomických veličin, ukazatelů dopravců a predikci vztahů mezi makroekonomickým vývojem a osobní leteckou dopravou. Jako vstupní data byla využita data z teoretické části, která se stala základem následně vytvořených kvantitativních prognóz řešených v programu Microsoft Excel pomocí statistických a prognostických funkcí na intervalu spolehlivosti 99 %. Kapitola využívá kvalitativní i kvantitativní prognostické metody. Při výpočtech s využitím kvantitativních prognostických metod nebyly uvažovány dopady COVID-19 pro nedostatek informací z pohledu dopadů na jednotlivé ekonomiky v době tvorby práce.

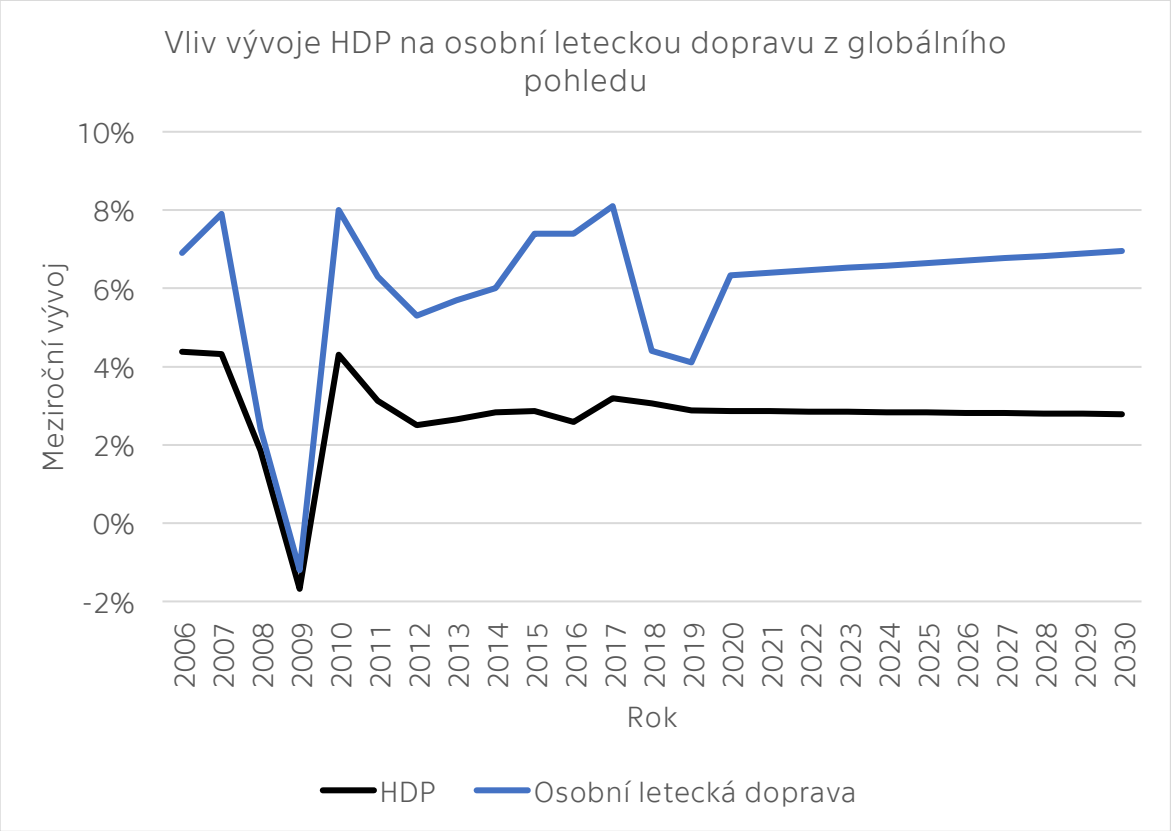
7.1 Souvislost vývoje osobní letecké přepravy a makroekonomických ukazatelů

Osobní letecká doprava a její vývoj souvisí s mnoha faktory mimo letectví. Z ekonomického pohledu začíná vývoj osobní letecké dopravy vyplývat už od samotných mikroekonomických subjektů (domácností) a jejich bohatství. S vyšší mírou bohatství domácností a růstem makroekonomického ukazatele HDP můžeme sledovat dopady na osobní leteckou dopravu, které ji přímo ovlivňují.

7.1.1 Vliv vývoje HDP na osobní leteckou dopravu

Vytvořená prognóza procentuálního růstu osobní letecké dopravy z celosvětového pohledu byla skloubena s prognózou vývoje celosvětového HDP. Při tvorbě prognózy nebyly uvažovány dopady COVID-19, jelikož nelze v době vytvoření práce s určitostí predikovat budoucí dopady na obě zkoumané hodnoty v prognóze. Spojení dat viditelně vykazuje úzkou vazbu HDP na vývoj osobní letecké dopravy. Můžeme sledovat, že osobní letecká doprava zaznamenává vyšší rozdíly v růstu a poklesu v jednotlivých obdobích, což vyplývá především z její vyšší citlivosti jakožto odvětví letecké dopravy oproti HDP, které je už ze svého původu výrazně stabilnější.

Graf 26 Vliv vývoje HDP na osobní leteckou dopravu z globálního pohledu



Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

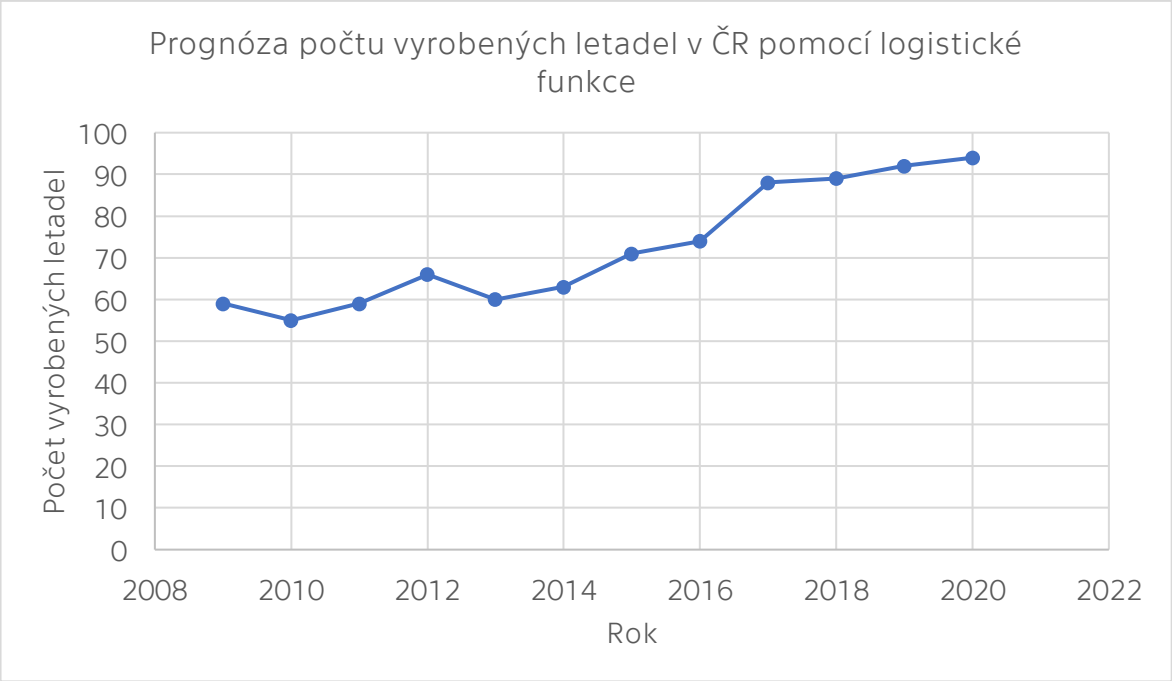
Zaměříme-li se na dopady krize způsobené COVID-19 z pohledu kvalitativních prognostických metod, tak můžeme předpokládat, že nastane výrazně větší propad osobní letecké dopravy vůči HDP, který se nebude podobat propadu viditelnému v době ekonomické krize ve výše zobrazeném grafu. Krize způsobená COVID-19 má totiž zásadně jinou povahu oproti ekonomické krizi, kdy byl útlum ekonomických aktivit více spojený s osobní leteckou dopravou. Pandemie viru svojí povahou výrazně zpomalila produkci firem a celkově se tak podepsala na klesání HDP, ovšem osobní leteckou dopravu reálně zastavila, což neodpovídá vazbě, kterou jsme mohli historicky sledovat v krizovém období.

7.1.2 Prognóza počtu vyrobených letadel v ČR s využitím logistické funkce

Pomocí logistické funkce lze odhadovat budoucí vývoj výroby, poptávky a prodeje výrobků. Dobrým příkladem takového využití logistické funkce je vývoj výroby civilních letadel na území ČR. V zobrazeném grafu můžeme zřetelně sledovat 5 fází vývoje ve sledovaném období. V první fázi sledujeme období s formováním nové progresivní síly, která se do druhé fáze začíná prosazovat a ovlivňuje tak následný vývoj logistické funkce. Třetí fáze se vyznačuje stálým růstem, který je ovšem doplněn o jisté opoziční

síly, které tlumí růst a počet vyrobených letadel tak neroste stejnou rychlostí jako dosud. Čtvrtá fáze vede k dalšímu zpomalení růstu, kdy opoziční síly v logistické funkci nabývají převahy, která se dále promítá to páté fáze, kdy opoziční síly převažují nad progresivními (výrobou letadel) a růst je velmi nízký až stagnující. Další nárůst produkce by nastal v případě nově vzniklých typů letadel, společností a kontraktů, kdy by do vývoje zasáhly nové progresivní síly a celý cyklus by se opakoval. S dosazením proměnných do vzorce uvedeného v teoretické části můžeme odhadovat počet vyrobených letadel na území ČR v roce 2020 na 94 kusů, budeme-li ignorovat fakt krize způsobené COVID-19. Při využívání logistické funkce je nutné pamatovat na vnější faktory, které výpočty nezohledňují jako v případě zmíněné krize. Její využití má smysl především v době ekonomické konjunktury, kdy je platební bilance, nezaměstnanost, či inflace v běžné míře a lze lépe predikovat budoucí vývoj s vyšší přesností.

Graf 27 Prognóza počtu vyrobených letadel v ČR pomocí logistické funkce

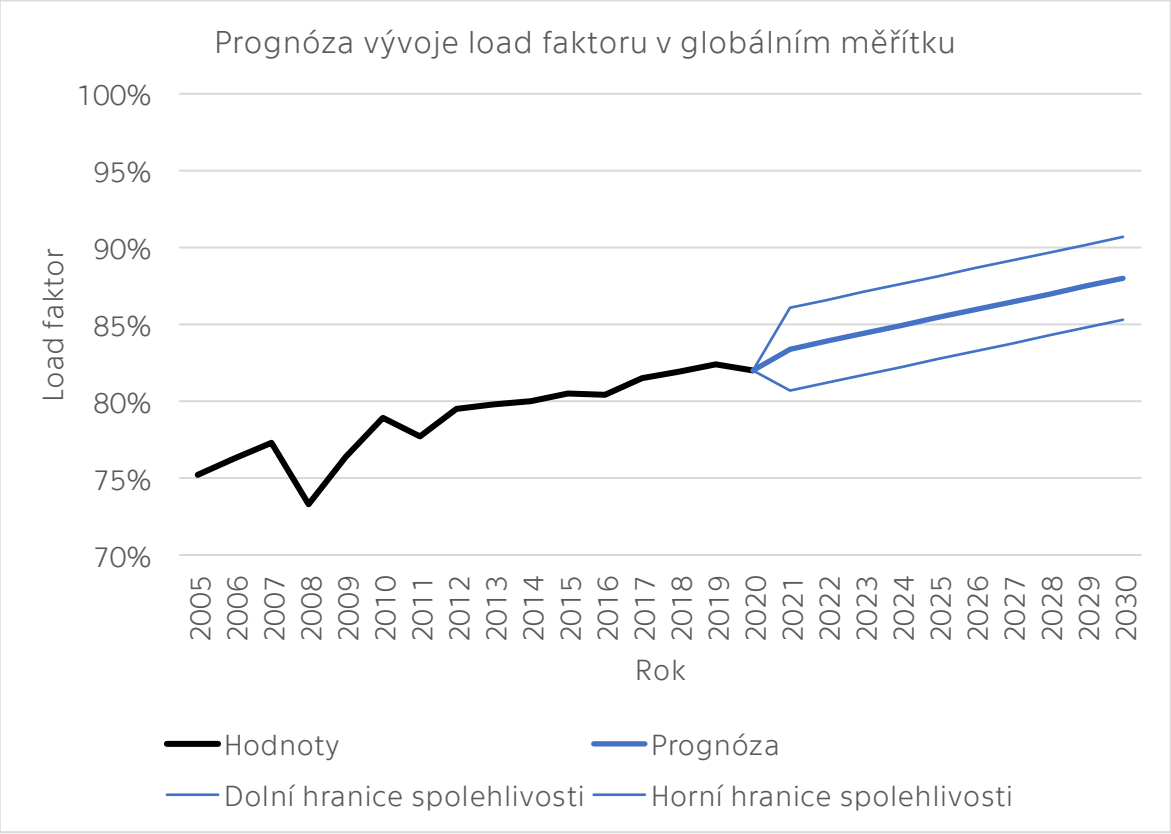


Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

7.2 Prognóza vývoje load faktoru

Load faktor patří mezi základní ukazatele v letecké dopravě a vyjadřuje míru využití kapacity na leteckých linkách, kdy je porovnávána skutečně využitá kapacita leteckých linek s nabízenou kapacitou. Uvedená prognóza uvažuje celosvětový trend vývoje sledovaného load faktoru, a tedy i schopnost leteckých dopravců efektivně využívat svá aktiva. Dopady COVID-19 není třeba uvažovat, jelikož snaha o maximální využívání kapacity a zvýšení efektivity linek se řadí mezi základní snahy leteckých dopravců a veškeré krizové scénáře jen posilují tuto snahu v zájmu maximalizace výnosnosti. Load faktor tedy nezaznamenává propad v době krize obdobně jako pokles zájmu o osobní leteckou dopravu. Realistický scénář vývoje predikuje hodnotu load faktoru 88 % v roce 2030. Optimistický scénář predikuje hodnotu 90,7 % na horní hranici spolehlivosti a pesimistický 85,3 % na dolní hranici spolehlivosti. Naplnění každého z uvedených scénářů je svým způsobem realistické, jelikož při pohledu na historická data sledujeme rostoucí trend využívání kapacit letecké dopravy a můžeme předpokládat, že i následkem krize budou letečtí dopravci mít vyšší snahu v budoucnosti o využití svých kapacit na fungujících leteckých linkách. V porovnání se začátkem roku 2020 sledujeme celkový procentuální nárůst o 7,3 % vůči predikovanému roku 2030 z pohledu realistického scénáře, 10,6 % z pohledu optimistického scénáře a 4 % z pohledu pesimistického scénáře.

Graf 28 Prognóza vývoje load faktoru v globálním měřítku

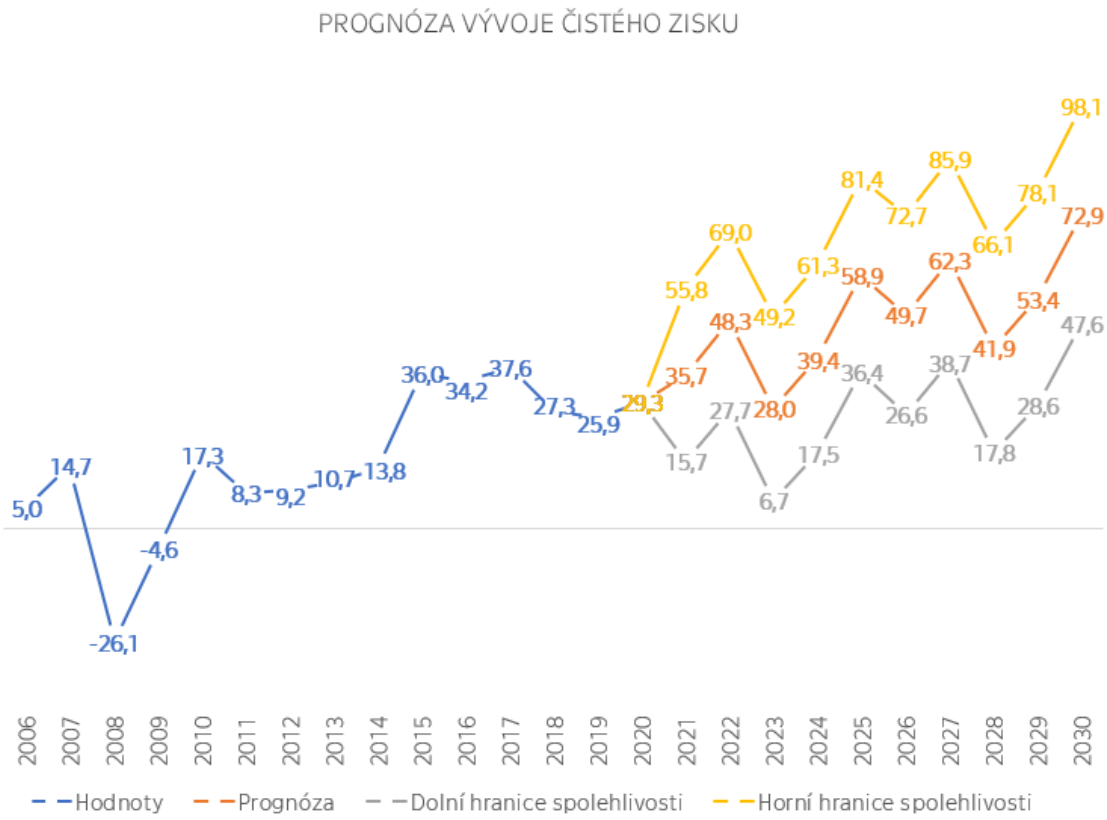


Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

7.3 Prognóza vývoje EAT

Každá firma se snaží ve svém podnikání dosahovat zisku, který je nedílnou součástí jejího dlouhodobého fungování. Atraktivita celého odvětví je dána také ziskovostí v daném odvětví. Prognóza vývoje čistého zisku (EAT) z celosvětové osobní letecké dopravy je proto zajímavá z pohledu leteckých dopravců, aby mohli uvažovat, zda je odvětví v budoucnu dostatečně atraktivní pro jejich podnikatelské aktivity a očekávaný zisk v odvětví je uspokojivý vůči rizikům spojeným s podnikáním v osobní letecké dopravě. Prognózované hodnoty jsou uvedeny v miliardách amerických dolarů. Prognóza z důvodu nedostatku informací spojených s vývojem celosvětové krize v osobní letecké dopravě způsobené COVID-19 neuvažuje dopady omezení na očekávaný čistý zisk. Z výsledků prognózy můžeme sledovat pozitivní trend růstu očekávaného čistého zisku, který vrcholí hodnotou stanovenou realistickým scénářem na 72,9 miliard amerických dolarů čistého zisku celosvětově v roce 2030. Optimistický scénář předpokládá hodnotu 98,1 miliardy amerických dolarů a pesimistický scénář na dolní hranici spolehlivosti uvažuje hodnotu 47,6 miliardy amerických dolarů, která by mohla být v budoucnu realistickou variantou a možnou hodnotou, kterou může nabýt čistý zisk v roce 2030, přihlédneme-li k dopadům COVID-19.

Graf 29 Prognóza vývoje čistého zisku



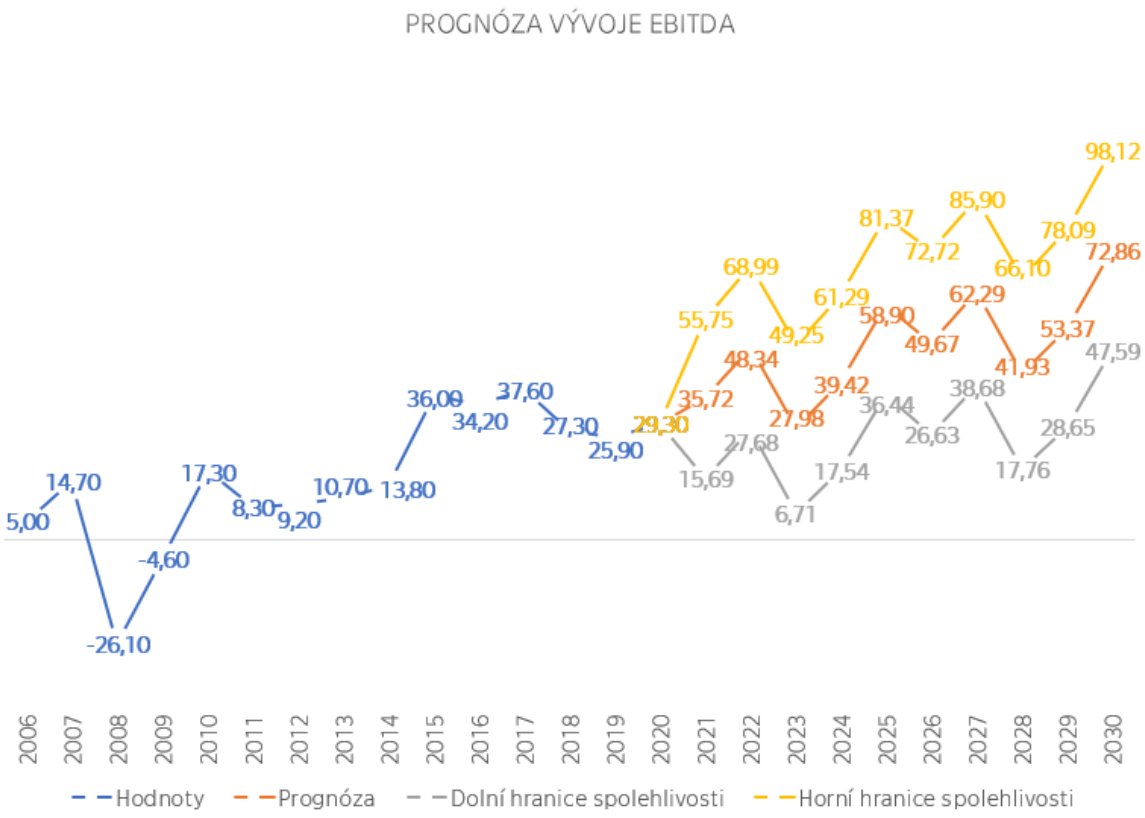
Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat

7.4 Prognóza vývoje EBITDA

Zpravidla vyšší vypovídající hodnotu má z ekonomického pohledu ukazatel EBITDA reflektující zisk před jeho zdaněním, započítáním úroků, amortizace a odpisů. Využití EBITDA je vhodné především z důvodů různých daňových sazeb ve většině zemí, stejně tak odlišné typy letadel, jejich stáří a způsoby jejich financování. Zkoumané hodnoty představují jako v předchozí kapitole miliardy amerických dolarů. Zároveň kapitola neuvažuje dopady COVID-19 ze stejných důvodů jako při výpočtu prognózy EAT. Z pohledu realistického scénáře očekáváme 72,86 miliardy amerických dolarů představující celosvětový EBITDA v osobní letecké dopravě. Optimistický scénář uvažuje hodnotu 98,12 miliardy amerických dolarů a pesimistický, který může být právě z důvodu dopadů COVID-19 realistickým scénářem budoucích prognóz, predikuje hodnotu 47,59 miliardy amerických dolarů. Budoucí atraktivita odvětví bude záviset na větším množství faktorů a na množství a velikosti komerčních dopravců v budoucích letech. Zároveň ale můžeme s přihlédnutím ke všem z těchto faktorů předpokládat, že atraktivita letecké dopravy bude v budoucnu vyšší v porovnání se současnou situací.

Graf 30 Prognóza vývoje EBITDA

Zdroj: vlastní zpracování na základě vstupních dat



Závěr

V první části práce byl popsán historický vývoj letectví a osobní letecké dopravy, jehož pochopení a znalost je důležitá pro porozumění fungování ve všech souvislostech, které se promítají až do dnešních dní a úzce souvisejí s tvorbou budoucích prognóz. Následně byla popsána legislativa a faktory ovlivňující leteckou dopravu v současné době pro orientaci ve výchozím postavení tvorby prognóz budoucího vývoje. V další části byly představeny moderní technologie a technologie budoucnosti, které přímo souvisejí s osobní leteckou dopravou. Zavedení a realizace moderních technologiích v praxi by usnadnilo celkové fungování osobní letecké dopravy a zvýšilo množství přepravených osob. Mezi další pozitivní faktory by pak patřilo zvýšení bezpečnosti, snížení emisí, celkové energetické náročnosti letectví a v neposlední řadě zvýšení bezpečnosti. Některé moderní technologie by mohly vysloveně změnit letectví a leteckou dopravu tak jak je známe. Třetí část byla zaměřena na analýzu provedených technologických prognóz, kdy byly představeny existující studie mapující historický vývoj a zpracovávající vlastní prognózy budoucího vývoje. Ukázalo se, že předvídání vývoje osobní letecké dopravy není snadné a mnohé studie se ve svých závěrech více či méně rozcházejí. Zároveň bylo třeba dbát na přesné zdroje dat a zhodnotit jejich relevantnost, jelikož se ukázalo, že mnoho zpracovatelů prognóz přistupuje různým způsobem ke stejným problémům a nazývají odlišné prognózy stejným způsobem. Vzhledem k situaci, která nastala v roce 2020 bylo nutné začlenit do provedených prognóz problematiku související s dopady COVID-19, která zásadně ovlivnila současnou leteckou dopravu. Poslední kapitola teoretické části představila technologické prognózy, jejich členění, metody zpracování a popsala jejich přesnost.

Vlastní prognózy vývoje osobní letecké dopravy, které byly hlavním předmětem praktické části ukázaly, že v souladu se všemi prognózami vývoje osobní letecké dopravy zpracovanými mnoha společnostmi a nezávislými organizacemi, můžeme očekávat růst osobní letecké dopravy v České republice, všech světových regionech členěných dle IATA a ve výsledku v globálním měřítku. Práce znázornila možné budoucí dlouhodobé scénáře vývoje osobní letecké dopravy s dopady COVID-19, které nebyly v době vytvoření práce nikde veřejně dostupné. Bohužel vzhledem k fázi šíření COVID-19 v době tvorby práce bylo možné takto znázornit pouze omezené množství případů. Přes vážné dopady krize způsobené COVID-19 však dlouhodobé prognózy poukázaly na postupnou stabilizaci a budoucí růst letecké dopravy ve sledovaných oblastech, který byl následky krize zpomalen a promítl se především v hodnotách predikovaných na konci sledovaného období. Při zpracování prognóz budoucího vývoje bylo využito kvalitativních i kvantitativních prognostických metod, což zvyšovalo jejich vypovídající schopnost a přesnost budoucí predikce. Zjištěné výsledky konstatovaly například, že v roce 2030 by měl být za předpokladu normalizace situace nárůst počtu cestujících na pravidelných i nepravidelných linkách v České republice vyšší zhruba o 20 % proti roku 2019 a zároveň by měl poklesnout podíl nepravidelných spojů. Letiště Václava Havla v Praze by pak mělo podniknout kroky k plánovanému rozšíření svých kapacit a využít moderních technologií, aby bylo připraveno na budoucí zátěž, která by

představovala v roce 2030 přepravní výkon letiště kolem 24 milionů pasažérů, což představuje nárůst zhruba o pětinu proti posledním předkrizovým výkonům letiště. Po vytvoření prognóz v jednotlivých světových regionech byly regiony srovnány a vytvořena globální prognóza vývoje osobní letecké dopravy. Výsledky meziregionálního srovnání poukázaly na nejvyšší hodnotu míry meziročního složeného růstu v oblasti Asie a Tichomoří, která představuje takřka 4,8 %. Výsledky regionu jsou zásadně ovlivněny budoucím potenciálem Čínské lidové republiky, kde osobní letecká doprava bude růst celosvětově nejrychlejším tempem, představujícím hodnotu míry meziročního složeného růstu takřka 11 %. Z globálního pohledu pak můžeme očekávat v roce 2030 s meziroční složenou mírou růstu 3,6 % celkový počet přepravených cestujících 6,4 miliardy osob, což je výsledek, který se nejvíce blíží prognóze IATA. Dále byly v práci představeny stavy počtů dopravních letadel v budoucnosti a rozebrány možné faktory ovlivňující budoucí vývoj. V poslední části byly predikovány vybrané ekonomické ukazatele v souvislostech s osobní leteckou dopravou.

Vlivy osobní letecké dopravy a letectví obecně na celosvětový vývoj i na vývoj v jednotlivých státech a regionech se budou v budoucnosti dále zvyšovat. Z tohoto důvodu je nutné se na budoucí vývoj letecké dopravy včas a dobře připravit, aby bylo maximálně využito možností a příležitostí, které letecká doprava přináší. Jelikož je letecká doprava ovlivněna velkým množstvím faktorů a představuje vysokou důležitost ve fungování společnosti, tak je obtížné predikovat budoucí vývoj s vysokou přesností, ale s přihlédnutím k historickému vývoji a současným trendům můžeme i přes všechny překážky předpokládat, že osobní letecká doprava bude součástí našeho života v budoucnosti více než dosud a bude tak zásadně ovlivňovat budoucnost našich životů.

Seznam použité literatury

1. DIXON-ENGEL, Tara a Mike JACKSON. The Wright brothers: first in flight. New York: Sterling, c2007. ISBN 978-1402732317.
2. Pěnkava, Jan. Počátky dopravního letectví u nás. [Online]. 2003 [cit. 2019-10-23]. Dostupné z: http://www.airways.cz/clanek/2003-10-16/pocatky-dopravniho-letectvi-u-nas.
3. Musil, Lukáš. 10 nejstarších leteckých společností světa. [Online]. 2014 [cit. 2019-10-23]. Dostupné z: https://www.czechairliners.net/index.php/archiv-clanku-1/314-10-nejstarsich-leteckych-spolecnosti-na-svete.html
4. HAMILTON, John. Aircraft of World War I. Edina, Minn.: Abdo Pub., c2004. ISBN 9781577659129.
5. Punčochář, Jaroslav. Letectví a letecká doprava [Online]. 2002 [cit. 2019-10-23]. Dostupné z: https://www.filabrno.net/namety/letectvi.htm
6. The National Aviation Hall of Fame [Online]. 2020 [cit. 2019-10-28]. Dostupné z: https://www.nationalaviation.org/our-enshrinees/von-ohain-hans-joachim-pabst/
7. DOBSON, Alan P. A history of international civil aviation: from its origins through transformative evolution. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 9781138745599.
8. Space Legal Issues. The Paris Convention of 1919. [Online]. [cit. 2019-10-30]. Dostupné z: https://www.spacelegalissues.com/space-law-the-paris-convention-of-1919/
9. ICAO. History: The beggining. [Online]. [Citace: 25. března 2020] Dostupné z: https://www.icao.int/EURNAT/Pages/HISTORY/history_1910.aspx
10. Det juriske fakultet.Convention for the Unification of Certain Rules Relating to International Carriage by Air, Signed at Warsaw on 12 October 1929 - Warsaw Convention 1929. Oslo. [Online]. [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: https://www.jus.uio.no/lm/air.carriage.warsaw.convention.1929/doc.html
11. PRUŠA, Jiří, Martin BRANDÝSKÝ, Luboš HLINOVSKÝ, Jiří HORNÍK, Michal PAZOUREK, František SLABÝ, Marek TŘEŠŇÁK a Jiří ŽEŽULA. Svět letecké dopravy. II., rozšířené vydání. Praha: Gallileo Training, 2015. ISBN 9788026083092.
12. Dopravní statistika. Ročenky dopravy ČR. Praha [Online]. 2018 [cit. 2019-11-21]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2018.pdf
13. VASIGH, Bijan, Ken FLEMING a Tom TACKER. Introduction to air transport economics: from theory to applications. 2nd ed. Burlington, VT: Ashgate, c2013. ISBN 978-1409454878.
14. Řízení letového provozu s.p., Profil podniku. Jeneč. [Online]. [cit. 2019-11-21]. Dostupné z: http://www.rlp.cz/spolecnost/profil/Stranky/default.aspx
15. Aeroweb. Úřad pro civilní letectví (ÚCL). Praha. [Online] 2018. [cit. 2019-11-21]. Dostupné z: https://www.aeroweb.cz/temata-clanku/3-urad-pro-civilni-letectvi-ucl

16. Úřad pro civilní letectví. Legislativa. Praha. [Online]. [cit. 2019-11-21]. Dostupné z: https://www.caa.cz/ochrana-civilniho-letectvi/legislativa/
17. Airbus. Future technology. Leiden. [Online]. [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: https://www.airbus.com/innovation/future-technology/electric-flight.html
18. ICAO. Electric and Hybrid Aircraft Platform for Innovation (E-HAPI). Montreál. [Online] 2019. [cit. 2019-12-17]. Dostupné z: https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/electric-aircraft.aspx
19. Future Travel Experience. Technology trends for airlines and airports to focus on in 2020. Horley. [Online]. 2020 [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: https://www.futuretravelexperience.com/2020/01/12-technology-trends-for-airlines-and-airports-to-focus-on-in-2020/
20. Transport Security Administration. Biometrics Technology. Washington, D.C. [Online]. 2020 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.tsa.gov/biometrics-technology
21. Honeywell. Future Air Navigation System (FANS). [Online]. 2020 [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: https://www.theairlinepilots.com/forumarchive/quickref/fans.pdf
22. eTurboNews. New technologies that will rock the future of air travel. Honolulu. [Online]. 2020 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: https://www.eturbonews.com/254446/7-new-technologies-that-will-rock-the-future-of-air-travel/
23. HowStuffWorks. What is the future of supersonic flight?Atlanta [Online]. 2020 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: https://science.howstuffworks.com/transport/flight/future/future-supersonic-flight.htm
24. IATA. IATA Forecast Predicts 8.2 billion Air Travelers in 2037, Montreál. [Online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2018-10-24-02/
25. ICAO. Forecasts of Scheduled Passenger and Freight Traffic. Montreál. [Online]. [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: https://www.icao.int/sustainability/Pages/eap-fp-forecast-scheduled-passenger-traffic.aspx
26. ICAO. ICAOLong-TermTrafficForecasts. Montreál. [Online] 2019. [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: https://www.icao.int/sustainability/Documents/LTF__Charts-Results__2018edition.pdf
27. Statista. [Online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: https://www.statista.com/
28. Oxford Economics. 20 Year Air Passenger Forecast. Oxford. [Online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: https://www.oxfordeconomics.com/air-passenger-forecasts
29. The World Bank. What We Do. Washington, D.C. [Online]. 2020 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: https://www.worldbank.org/en/about/what-we-do
30. The World Bank. Indicators. Washington, D.C. [Online]. [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR?end=2018&locations=CF-CZ&start=2006
31. Boeing. Commercial Market Outlook. Chicago. [Online]. 2019 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/market/commercial-market-outlook/assets/downloads/cmo-2019-report-final.pdf
32. Airports Council International. Overview – The Community of Airports. Montreál. [Online]. 2020 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: https://aci.aero/about-aci/overview/

33. Airports Council International. WATF 2017. Montreál. [Online] 2017. [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: https://aci.aero/wp-content/uploads/2019/10/WATF__2017.pdf
34. Eurocontrol. Challenges of Growth 2018. Brusel. [Online] 2018. [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-07/challenges-of-growth-2018-annex1__0.pdf
35. ICAO. Economic impact estimates due to COVID-19 travel bans. Montreál. [Online]. 2020 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: https://www.icao.int/Newsroom/Pages/Economic-impact-estimates-due-to-COVID-19-travel-bans.aspx
36. ICAO. Montreál. Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis. [Online]. 2020 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO%20Coronavirus%202020%2003%2011%20Econ%20Impact.pdf
37. IATA. Air Transport & COVID-19 Coronavirus. Montreál. [Online]. 2020 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: https://www.iata.org/en/programs/safety/health/diseases/
38. WENSVEEN, J. G. Air transportation: a management perspective. 7th ed. Burlington, VT: Ashgate, 2011. ISBN 978-1409430636.
39. WILSON, Chauncey. Brainstorming and beyond: a user-centered design method. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2013. ISBN 9780124071575.
40. ŠTĚDROŇ, Bohumír. Prognostické metody a jejich aplikace. V Praze: C.H. Beck, 2012. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7179-174-4.
41. ŠTĚDROŇ, Bohumír, Marcela PALÍŠKOVÁ, Zdeněk SOUČEK, Antonín DVOŘÁK a Pavel TILINGER. Prognostika. V Praze: C.H. Beck, 2019. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-746-0.
42. Investopedia. Delphi method. New York. [Online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: https://www.investopedia.com/terms/d/delphi-method.asp
43. EGGER, M a G D SMITH. Meta-Analysis. Potentials and promise. BMJ [online]. 1997 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2127866/?tool=pubmed. ISSN 0959-535X.
44. MALLYA, Thaddeus. Základy strategického řízení a rozhodování. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 9788024719115.
45. HINDLS, Richard, Ilja NOVÁK a Jara KAŇOKOVÁ. Metody statistické analýzy pro ekonomy. Praha: Management Press, 1997. ISBN 80-85943-44-1.
46. KUBANOVÁ, Jana. Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi. Vyd. 3., dopl. Bratislava: Statis, 2008. ISBN 978-80-85659-47-4
47. Febmat. Složená roční míra růstu. Jičín. [Online]. [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: https://www.febmat.com/clanek-slozena-rocni-mira-rustu-cagr/
48. TransportUp. Ehang 216. Santa Monica. [Online]. 2019 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: https://transportup.com/ehang-216/
49. Flying revue. Supersonic Aerion AS2 získal silného partnera: vstup do projektu oznámil Boeing. [Online]. 2020 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: https://www.flying-revue.cz/supersonic-aerion-as2-ziskal-silneho-partnera-vstup-do-projektu-oznamil-boeing?sibling__page=3

Seznam grafů

Graf 1 Procentuální růst v letech 2018 - 2037 dle IATA....21
Graf 2 Zpomalující se hospodářský a letecký růst v tandemu....25
Graf 3 Prognóza počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR....37
Graf 4 Prognóza první varianty vývoje počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR....38
Graf 5 Prognóza druhé varianty vývoje počtu přepravených osob na pravidelných linkách letecké dopravy v ČR....39
Graf 6 Prognóza vývoje počtu přepravených osob na pravidelných i nepravidelných leteckých linkách v ČR....40
Graf 7 Prognóza vývoje počtu přepravených osob na pravidelných i nepravidelných leteckých linkách v ČR s dopady COVID-19....42
Graf 8 Prognóza vývoje celkového přepravního výkonu letišť na území ČR....43
Graf 9 Prognóza vývoje vnitrostátního leteckého provozu v ČR....45
Graf 10 Prognóza vývoje mezinárodního leteckého provozu v ČR....46
Graf 11 Prognóza vývoje počtu přepravených osob v EU....47
Graf 12 Prognóza vývoje počtu přepravených osob v EU s dopady COVID-19....48
Graf 13 Prognóza vývoje počtu přepravných osob regionu Evropa a Střední Asie....49
Graf 14 Prognóza vývoje počtu přepravných osob regionu Evropa a Střední Asie s dopady COVID-19....50
Graf 15 Prognóza vývoje počtu přepravných osob v Severní Americe....51
Graf 16 Prognóza vývoje počtu přepravných osob v Latinské Americe....53
Graf 17 Prognóza vývoje počtu přepravných osob ve východní Asii a Pacifiku....54
Graf 18 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy na území Čínské lidové republiky....55
Graf 19 Prognóza vývoje osobní letecké dopravy na území Čínské lidové republiky s dopady COVID-19....56
Graf 20 Prognóza počtu přepravených osob v Africe....57
Graf 21 Prognóza počtu přepravených osob na Blízkém východě....58
Graf 22 Srovnání deseti zemí s nejvyšší predikovanou roční složenou mírou růstu....60
Graf 23 Srovnání predikce CAGR pěti zemí s rozvinutou ekonomikou....60
Graf 24 Prognóza počtu přepravených osob globálně....62
Graf 25 Predikce celkového počtu dopravních letadel v daných regionech a globálně....63
Graf 26 Vliv vývoje HDP na osobní leteckou dopravu z globálního pohledu....69
Graf 27 Prognóza počtu vyrobených letadel v ČR pomocí logistické funkce....70
Graf 28 Prognóza vývoje load faktoru v globálním měřítku....71
Graf 29 Prognóza vývoje čistého zisku....72
Graf 30 Prognóza vývoje EBITDA....73

Seznam obrázků

Obrázek 1 Autonomní demonstrátor technologie eVTOL nazvaný Vahana, který provedl svůj první let 31. ledna 2018 16
Obrázek 2 Trendová řada časových řad pro účely předpovídání 28
Obrázek 3 Obecný tvar logistické funkce 33
Obrázek 4 Hybridní letoun E-Fan X společností Airbus a Rolls-Royce 65
Obrázek 5 Dron uzpůsobený k přepravě člověka 66
Obrázek 6 Koncept nadzvukového dopravního letadla společnosti Boeing 67

Seznam tabulek

Tabulka 1 Prognóza procentuálního růstu v letech 2018 - 2037 dle IATA 21
Tabulka 2 Otázky řešení dle Eurocontrol 23
Tabulka 3 Prognóza vývoje počtu přepravených osob na pravidelných i nepravidelných leteckých linkách v ČR.....41
Tabulka 4 Regionální růst podle složené roční míry růstu osobní letecké dopravy.....59
Tabulka 5 Predikce celkové počtu dopravních letadel v daných regionech a globálně 63

Evidence výpůjček

Prohlášení:
Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Josef Blažek
V Praze dne: 06. 04. 2020 Podpis:

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis