

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ



VLIV PANDEMIÍ A MIMOŘÁDNÝCH
UDÁLOSTÍ NA VÝVOJ LETECKÉHO
PROVOZU

2021

VIKTORIE
URBANOVÁ

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621 **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Viktorie Urbanová

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Vliv pandemií a mimořádných událostí na vývoj leteckého provozu**

Název tématu (anglicky): The Impact of Pandemics and Emergencies on the Development of Air Traffic

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Cílem práce je provést sběr a analýzu dat o leteckém provozu a vyhodnotit dopad pandemií a mimořádných událostí vzhledem k těmto datům. Pro jednotlivé pandemie a mimořádné události bude potřeba vytvořit samostatné scénáře, definovat nejdůležitější letecká spojení a provést vyhodnocení dopadu na ně. Nejdůležitější letecká spojení budou vybrána na základě logického klíče.
- Rešerše - pandemie a mimořádné události, systematizace, popis vývoje, nejzasaženější regiony, dopady
- Zdroje dat a metodika sběru dat, scénáře, výběr nejdůležitějších leteckých spojení
- Výběr statistických metod, výběr programových prostředků, sestavení výpočetních kódů
- Vyhodnocení vlivu pandemií a mimořádných událostí na vývoj leteckého provozu



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Bowen J., Laroe Ch. - Airline network and the international diffusion of SARS
Czerny A., Fu X., Lei Z. - Post pandemic aviation market recovery: Experience and lessons from China
Dobruszkes F., Hamme G. - The impact of the current economic crisis on the geography of air traffic volumes

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Peter Vittek, Ph.D.**
Ing. Sarah Van den Bergh

Datum zadání bakalářské práce: **9. října 2020**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Viktorie Urbanová
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 9. října 2020

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je analýza vlivu pandemií a mimořádných událostí na letecký provoz. Motivací k výběru tématu bakalářské práce byla současná světová situace. Svět ochromilo šíření nákazy Covid-19, stejně tak byl ochromen svět letecké dopravy. Práce se zaměřuje na vliv pandemií a mimořádných událostí na množství přepravených cestujících na leteckých spojeních v Evropě, mezi Evropou a Spojenými státy americkými a Čínskou lidovou republikou. Práce se též zaměřuje na vliv pandemií a mimořádných událostí na množství přepravených cestujících na vybraných letištích. K zjištění vlivu těchto jevů je použito statistických metod, konkrétně se jedná o analýzu za pomoci vytvoření lineárního modelu. Díky provedené analýze byl prokázán vliv některých definovaných událostí na vybraných leteckých spojeních a letištích.

Klíčová slova

Pandemie, epidemie, finanční krize, finanční recese, erupce, teroristické útoky

Abstract

The subject of the bachelor thesis is The Impact of Pandemics and Emergencies on the Development of Air Traffic. The reason for choosing this topic was current situation in the world. The spread of Covid-19 paralyzed the world as well as the world of air travel. Bachelor thesis focuses on the impact of pandemics and emergencies on number of passengers carried on air connections in Europe, air connections between Europe and the United States of America and China. Bachelor thesis also focuses on the impact of pandemics and emergencies on number of passengers carried by selected airports. Statistical methods are used to determine the influence of selected phenomena. The influence of some selected phenomena was proved due to of the performed analysis.

Key words

Pandemic, Epidemic, Financial crisis, Financial recession, Eruption, Terrorist attacks

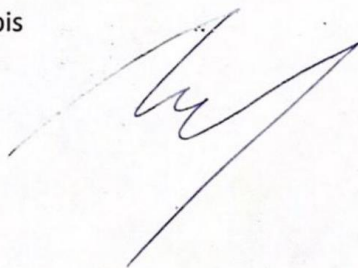
Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou závěrečnou práci s názvem Vliv pandemií a mimořádných událostí na vývoj leteckého provozu vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 9. srpna

Podpis

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized, cursive script that is difficult to decipher but appears to be a personal name.

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat mým vedoucím bakalářské práce doc. Ing Peterovi Vittekovi Ph.D. a Ing. Sarah Van den Bergh za odborné vedení, přínosné poznatky a trpělivý přístup při vypracovávání bakalářské práce. Též bych chtěla poděkovat všem, kteří mi poskytnuli podnětné rady a podporovali mě při vypracovávání práce.

Obsah

Úvod	9
1. Analýza současného stavu	10
1.1. Pandemie a epidemie	10
1.1.1. Coronaviry	12
1.1.2. Chřipkové viry	15
1.1.3. Ostatní viry	16
1.2. Mimořádné události	17
1.2.1. Ekonomický cyklus	17
1.2.2. Terorismus	19
1.2.3. Faktory prostředí	19
1.3. Limitace současného stavu	21
2. Modelování dopadů pandemií a mimořádných událostí na letecký provoz	22
2.1. Zdroje dat	25
2.2. Metodika sběru dat	26
2.3. Identifikace nejdůležitějších spojení	26
2.3.1. Identifikace nejdůležitějších leteckých spojení – postup zpracování 1	27
2.3.2. Identifikace nejdůležitějších leteckých spojení – postup zpracování 2	31
2.3.3. Zhodnocení a validace výsledků	34
2.4. Definice pandemií a mimořádných událostí	37
3. Výběr statistických metod a programovacích prostředků	40
3.1. Sestrojení výpočetního kódu	40
4. Vyhodnocení dopadů mimořádných událostí na vybraná letecká spojení	48
4.1. Spojení Evropa – Evropa	49
4.2. Spojení Evropa – Spojené státy americké	52
4.3. Spojení Evropa – Čínská lidová republika a Hong Kong	54
4.4. Diskuse a výsledky leteckých spojení	56
4.5. Vyhodnocení dopadů mimořádných událostí na letiště	65
4.6. Diskuse a výsledky letišť	69
Závěr	72
Seznam použité literatury	74
Seznam příloh	81

Seznam obrázků

Obrázek 1: dopady šíření onemocnění na letecký provoz.....	11
Obrázek 2 rozšíření nákazy SARS po světě.....	13
Obrázek 3 světový vývoj počtu přepravených cestujících od roku 1945 do roku 2021	14
Obrázek 4 vývoj počtu přepravených cestujících na území EU (Covid-19).....	15
Obrázek 5 čistý zisk leteckého průmyslu a EBIT.....	17
Obrázek 6 vývoj míry nezaměstnanosti.....	18
Obrázek 7: rozšíření sopečného popelu 18.4.2010.....	20
Obrázek 8 datová část metodologického modelu – nalezení zdroje dat.....	23
Obrázek 9 datová část metodologického modelu – výběr vhodné datové skupiny.....	24
Obrázek 10 identifikační část metod. modelu – výběr nejdůležitějších spojení	24
Obrázek 11 analytická část metod.modelu – analýza vlivu pandemií a mimořádných událostí na letecká spojení a letiště	25
Obrázek 12 metod. model určení nejdůležitějších spojení - postup zpracování 1	27
Obrázek 13 metod.model určení nejdůležitějších spojení – postup zpracování 2	32
Obrázek 14 deset největších letištních párů v Evropské unii v roce 2019.....	36
Obrázek 15 vývoj směnného kurzu Euro – dolar od roku 2000 do roku 2004.....	37
Obrázek 16: náhled soubor "data__statistika__bk.csv"	39
Obrázek 17 příklad zobrazení počtu přepravených cestujících a lineárních modelů	41
Obrázek 18 příkaz načtení zdrojových dat	42
Obrázek 19 sekvence přestupných a nepřestupných roků	42
Obrázek 20 přepočtení jednotky "měsíc"	43
Obrázek 21 příkaz vykreslení přepočtených dat.....	43
Obrázek 22 vykreslení dat funkcí „plot“	43
Obrázek 23 lineární model vytvořený příkazem „glm“	44
Obrázek 24 lineární model vytvořený příkazem "lm".....	44
Obrázek 25 aplikace syntaktické metody shora dolu	44
Obrázek 26 příkaz "summary"	45
Obrázek 27 vykreslení výsledků.....	45
Obrázek 28 příkaz vykreslení společných výsledků	45
Obrázek 29 příkaz „call“	45
Obrázek 30 rezidua.....	46
Obrázek 31 koeficienty.....	46

Obrázek 32 rovnice výsledného modelu příklad spojení FRA-TXL	46
Obrázek 33 spojení letiště Amsterdam a letiště Londýn Heathrow finanční recese	58
Obrázek 34 spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel teroristické útoky	58
Obrázek 35 spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Řím Fiumicino finanční krize.....	59
Obrázek 36 spojení letiště Řím Fiumicino a letiště Milan finanční krize a H1N1	60
Obrázek 37 spojení mezi Evropou a USA a pozitivní vliv nákazy H1N1	62
Obrázek 38 spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Hong Kong vliv nákazy H5N1	63
Obrázek 39 vývoj počtu cestujících na letišti Madrid případ finanční krize a H1N1	69
Obrázek 40 vývoj počtu přepravených cestujících na letišti Chicago O´ Hare a H1N1	70

Seznam tabulek

Tabulka 1 největší letiště podle počtu přepravených cestujících za období od roku 2004 do roku 2018.....	28
Tabulka 2 největší spojení podle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 1	29
Tabulka 3 největší spojení podle počtu přepravených cestujících mezi Evropou a Spojenými státy americkými od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 1 ...	30
Tabulka 4 největší spojení podle počtu přepravených cestujících mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou + Hong Kong od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 1	31
Tabulka 5 největší spojení v Evropě dle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 2.....	32
Tabulka 6 největší spojení mezi Evropou a USA dle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 2	33
Tabulka 7 největší spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou dle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 2.....	33
Tabulka 8 srovnání největších letišť dle počtu přepravených cestujících za rok 2018	35
Tabulka 9 dopady pandemií a mimořádných spojení na evropská spojení.....	51
Tabulka 10 dopady pandemií a mimořádných spojení na spojení mezi Evropou a USA..	53
Tabulka 11 dopady pandemií a mimořádných událostí na spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou včetně Hong Kongu	55
Tabulka 12 dopady pandemií a mimořádných událostí na evropská letiště.....	66
Tabulka 13 dopady pandemií a mimořádných událostí na severoamerická letiště	67
Tabulka 14 vliv pandemií a mimořádných událostí na východoasijská letiště	68

Seznam rovnic

Rovnice 1: model lineární regrese	40
Rovnice 2: testová nulová hypotéza	40
Rovnice 3: alternativní hypotéza	40
Rovnice 4: chyba modelu	47
Rovnice 5: koeficient determinace	47

Seznam zkratk

WHO	Světová zdravotnická organizace World Health Organization
US	Spojené státy americké United States of America
EU	Evropská unie European union
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky Ministry of Health of the Czech Republic
ICAO	Mezinárodní organizace pro civilní letectví International Civil Aviation Organization
IATA	Mezinárodní asociace leteckých dopravců International Air Transport Association
LHR	Letiště Londýn Heathrow
DUB	Letiště Dublin
CDG	Letiště Charles de Gaulle
FCO	Letiště Řím Fiumicino
FRA	Letiště Frankfurt
TXL	Letiště Berlín Tegel
AMS	Letiště Amsterdam
MAD	Letiště Madrid
BCN	Letiště Barcelona

MUC	Letiště Mnichov
AGP	Letiště Malága
LGW	Letiště Londýn Gatwick
MPX	Letiště Milán Malpensa
TLS	Letiště Toulouse
NCE	Letiště Nice
ORY	Letiště Paříž Orly
JFK	Letiště John F. Kennedy
ORD	Letiště Chicago O´ Hare
DTW	Letiště Detroit
MCO	Letiště Orlando
HKG	Letiště Hong Kong
PEK	Letiště Peking
HEL	Letiště Helsinki Vantaa
SARS	Severe Acute Respiratory Syndrome Syndrom akutního respiračního selhání
MERS	Middle East Respiratory Syndrome
RPK	Revenue Passenger Kilometre

Úvod

Bakalářská práce je zaměřená na zkoumání vlivu pandemií a mimořádných událostí na letecký provoz. Cílem je zhodnotit, zda pandemie, epidemie nemocí a mimořádné události mají vliv na objem přepravených cestujících a vyhodnotit dopad jednotlivých událostí na nejdůležitější letecká spojení mezi evropskými letišti a mezi evropskými letišti a letišti nacházejícími se ve Spojených státech amerických a Čínské lidové republice včetně Hong Kongu, dále je cílem zanalyzovat dopady událostí na letiště v daných regionech v závislosti na dostupných datech. Výběr událostí byl proveden na základě dostupných materiálů týkajících se dané problematiky jak v leteckém provozu, tak i neleteckém. Současná situace, které v dnešní době letecká doprava čelí, je bezprecedentní. Šíření nákazy Covid-19 ochromilo celý svět a dopady šíření se nevyhnuly ani letecké dopravě. Motivací k výběru tématu a zabýváním se touto problematikou byla jak dnešní současná doba, ale i zájem porovnat dopady všech předchozích událostí, kterým čelil letecký provoz.

Úvodní část práce popisuje jednotlivé události, které ovlivnily letecký provoz za posledních dvacet let. V rámci této části je každá událost systematicky popsána, definují se nejvíce zasažené regiony světa a dopady na letecký provoz. V bakalářské práci jsou na základě sesbíraných dat určena nejdůležitější letecká spojení v Evropě, mezi Evropou a Spojenými státy americkými a Čínskou lidovou republikou, do které je zahrnut i Hong Kong. Tato vybraná spojení jsou zkoumána a je analyzován vliv pandemií a mimořádných událostí na tato spojení, konkrétně, jak byl ovlivněn počet přepravených cestujících během sledovaného období jednotlivými událostmi. Součástí práce je i analýza vlivu pandemií a mimořádných událostí na letiště. Zkoumaný vzorek letišť, který je podroben analýze, jsou letiště zkoumaných spojení a letiště, jejichž data byla dostupná. Letiště zkoumaných spojení jsou letiště počáteční a koncová identifikovaných nejdůležitějších spojení, jejichž data o počtu přepravených cestujících byla dostupná. Poznatky získané z analýzy jsou shrnuty v samostatných kapitolách, které se zaměřují na popis jednotlivých vlivů. Stěžejním bodem celé bakalářské práce je vytvořený model, který identifikuje vliv pandemií, epidemií a mimořádných událostí na letecký provoz.

1. Analýza současného stavu

Sledované období je od roku 2000 do roku 2021. Tato analýza je zaměřena na popis pandemií, epidemií nakažlivých onemocnění a mimořádných událostí. Snahou je popsat každou událost jak z leteckého pohledu, tak i z neleteckého včetně všech limitací, který sběr informací obnáší.

1.1. Pandemie a epidemie

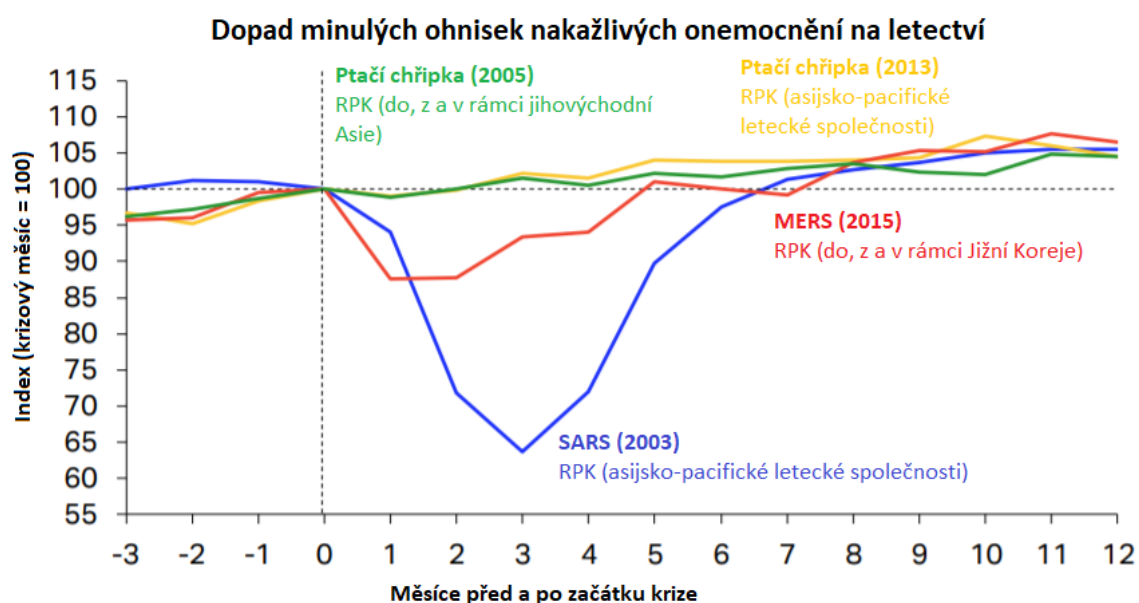
Světovou vědeckou společnost rozdělují nejednotné definice, v tomto případě absence jednotného pojmu „*pandemie*“. Též neexistuje jednotný přístup stanovení pravděpodobnosti pandemie. Benjamin J. Singer, Robin N. Thomas a Michael B. Bonsall se zabývají problematikou jednotné definice a poukazují na rizika vznikající použitím odlišných forem definic. Chyby ve vzájemné komunikaci mohou nastávat například mezi laickou veřejností, vládami států nebo mezi vědeckou společností, protože každá tato skupina vychází z odlišných premis. Příkladem je diskuse nastalá po označení prasečí chřipky H1N1 pandemií Světovou zdravotnickou organizací, kdy došlo k nezahrnutí některých kritérií. Vystala řada otázek, zdali se ve skutečnosti jednalo o pandemii či nikoliv [1]. V rámci této práce je definování této události jako pandemie klíčová a do značné míry ovlivňuje analýzu, což je na tuto skutečnost upozorněno v příslušné kapitole.

WHO popisuje pojem pandemie jako celosvětové šíření nové nemoci [2], toto sdělení bylo použito v případě šíření nákazy Covid-19. Je nutné poznamenat, že pojem „*pandemie*“ není oficiálně definovaný pojmem WHO a není používáno pro popis ohniska. Toto sdělení mělo sloužit k zvýšení činnosti a upozornit na současný alarmující stav spojený se šířením nákazy Covid-19 [1]. Ministerstvo zdravotnictví České republiky definuje pojem „*pandemie*“ na svých oficiálních stránkách jako epidemii infekčního onemocnění, které se šíří obyvatelstvem napříč velmi rozsáhlými oblastmi [3]. Příkladem další definice pojmu pandemie formuluje *International Epidemiological Association*: „*Pandemie je epidemie, která je rozšířena po celém světě či na rozsáhlém území překračující mezinárodní hranice a postihující velké množství lidí*“ [4]. Jak definice MZ ČR, tak definice *International Epidemiological Association* užívá pojmu epidemie. WHO definuje pojem „*epidemie*“: „*Epidemie je onemocnění, které postihuje mnoho osob současně a šíří se z člověka na člověka v lokalitě, kde tato choroba trvale nepřevládá vyskytující se na úrovni regionů a komunit*“ [5].

Lidská společnost za dobu své existence čelila řadě epidemií různých onemocnění. Nejznámější taková pandemie nákazy, která ve své době zabila tisíce lidí, byl dýmějový

mor. Toto onemocnění se rozšířilo po celé Eurasii a paralyzovalo celý kontinent na dlouhé časy. David Herlihy uvádí ve své práci, že šíření nákazy nejrychleji postupovalo po obchodních stezkách, které se nacházely ve Středomoří [6]. Dalším autorem, který sleduje šíření nákazy po dopravních cestách je G. F. Pyle, který uvádí, že šíření cholery v 19. století ve Spojených státech amerických probíhalo mnohem rychleji po nově vybudované železniční síti [7]. Technické úspěchy, pokroky umožňující zvýšenou mobilitu lidí, globalizovaný svět moderní společnosti, to vše umožnilo, aby se smazaly pomyslné bariéry a to, co kdysi mohlo být jen lokální epidemií, dnes může být světovou pandemií s rozsáhlými důsledky. Zlepšení mobility způsobené těmito inovacemi a pokroky v dopravě má důležitý vliv na šíření nemocí [8]. Vznik a rozvoj leteckého provozu se řadí mezi elementární úspěchy lidské společnosti. Přínosy, které přinesl letecký provoz, jsou vykoupené řadou nevýhod, mezi které patří šíření nemocí v globálním měřítku [9].

Obrázek 1 zobrazuje vliv šíření onemocnění na letecký provoz. Jedná se o zlomek událostí, kterým doposavad letecký provoz čelil. Obrázek 1 popisuje vliv jednotlivých událostí na letecký provoz měsíce před a měsíce po vypuknutí nákazy. Před vypuknutím nákazy Covid-19 byla nákaza SARS považována za nejzávažnější epidemii, se kterou se kdy letectví setkalo, co do poklesu objemu přepravených cestujících [10]. Z grafu zobrazeném na obrázku 1 je též patrné, že ohnisko nákazy vrcholilo do tří měsíců od prvního případu a návrat k původní úrovni RPK od prvního případu došlo maximálně do sedmi měsíců [11].



Obrázek 1: dopady šíření onemocnění na letecký provoz [10]

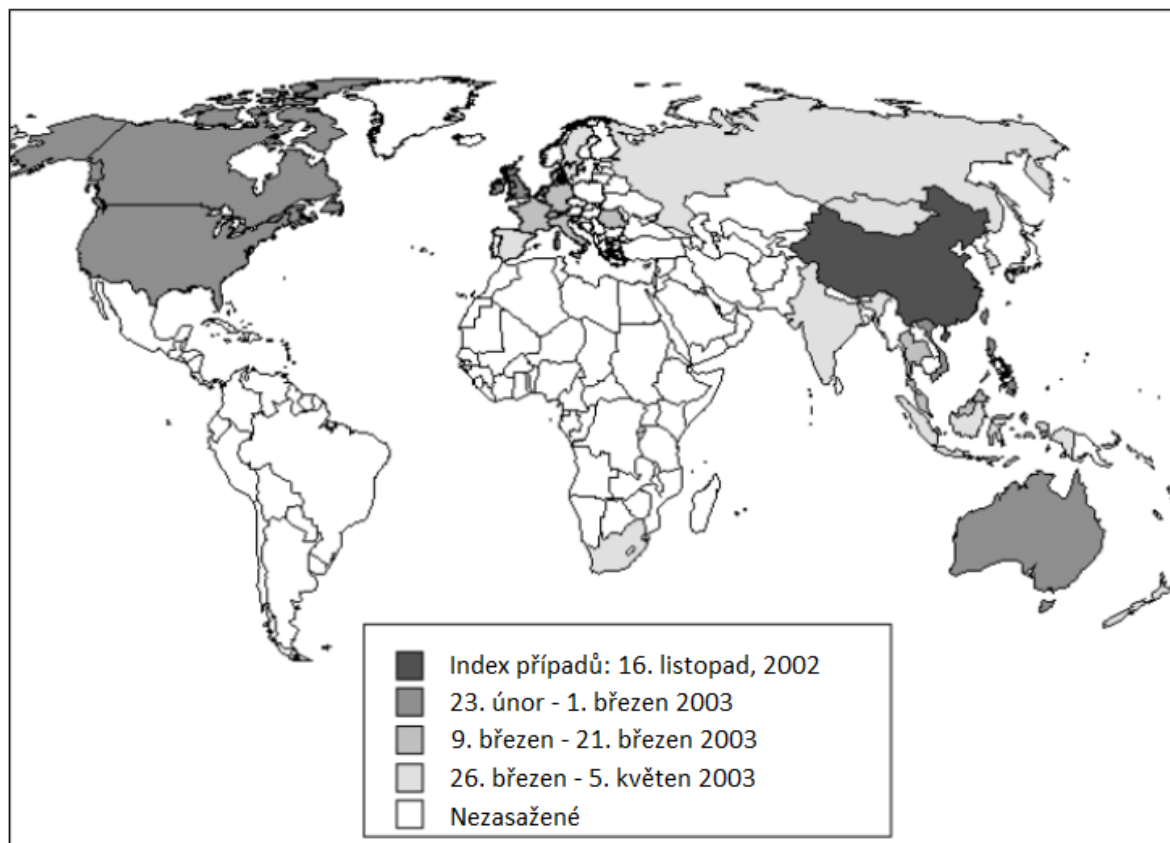
1.1.1. Coronaviry

Coronaviry jsou RNA viry, mezi které patří SARS – CoV způsobující onemocnění *Severe Acute Respiratory Syndrom*, MERS – CoV způsobující onemocnění *Middle East Respiratory Syndrome* a SARS – CoV 2 způsobující onemocnění Covid – 19. Tato onemocnění se objevila v posledních dvaceti letech a rozšířila se do různých částí světa [12].

Prvním významnou epidemií způsobenou koronaviry v 21. století byla nákaza *Severe Acute Respiratory Syndrome* označovaná zkratkou SARS. Dle WHO se jedná o onemocnění, u něhož byla prokázána schopnost šíření na trasách mezinárodní letecké dopravy [13]. První případy blíže nespecifikovaného respiračního onemocnění se poprvé objevily v listopadu 2002 v provincii Guangdong – v Číně. První případy nákazy SARS byly identifikovány až v únoru následujícího roku. V červenci roku 2003 Světová zdravotnická organizace oznámila, že epidemie nákazy SARS byla potlačena. Hlavní ohnisko nákazy trvalo přibližně půl roku [14].

Nákaza SARS se rozšířila nejméně do 26 států, kdy nejvíce postižené státy byly Čína, Hong Kong, Taiwan, Kanada. Čína a Hong Kong se staly světovým epicentrem. Největší počet případů nákazy byl zaznamenán v Pekingu. Kanada byla nejvíce zasažená země nacházející se mimo území Asie. Celkový počet případů nákazy překročil počet 8000, pozitivní zprávou je, že od roku 2004 nebyly hlášeny žádné nové případy nákazy SARS v téměř žádné části světa [15]. Navzdory odhadům nákaza SARS nikdy nedosáhla globální pandemie [16]. Na základě tohoto tvrzení, je s touto událostí nakládáno v rámci této práce jako s epidemií.

Obrázek 2 zobrazuje rozšíření nákazy SARS po světě. Autoři se ve zdrojovém článku zabývají rolí letecké dopravy v počátcích krize, taktéž jsou v tomto článku porovnávány postupy zasažených států v rámci omezení šíření nákazy SARS [17].



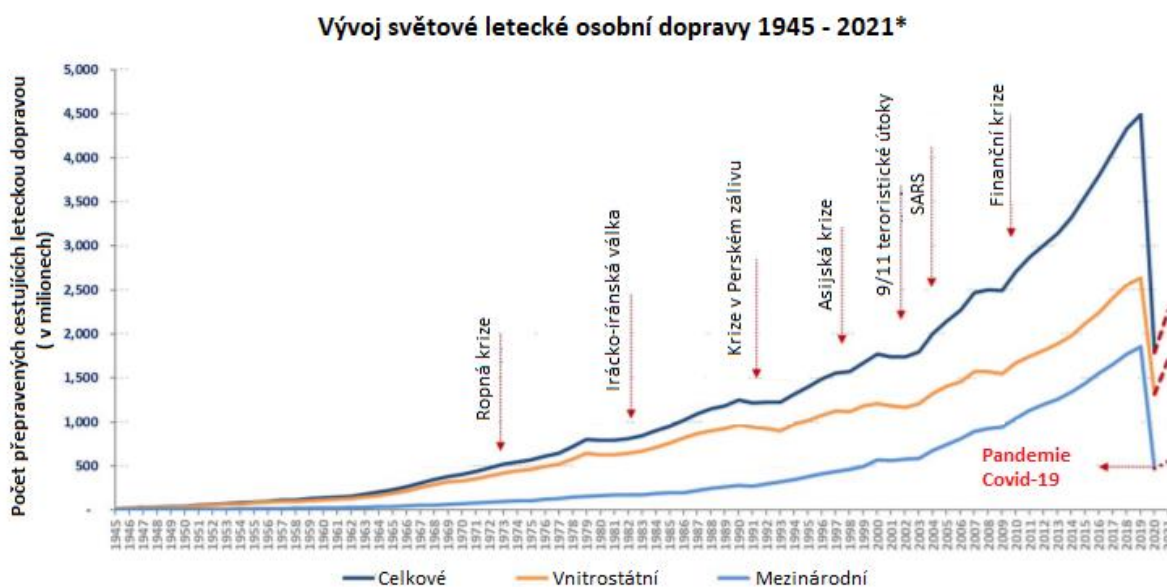
Obrázek 2 rozšíření nákazy SARS po světě [17]

Ekonomické škody, které byly způsobené šířením nákazy SARS byly neúměrné počtu obětí, které onemocněly podlehl. Finanční vyčíslení škod ve východní Asii bylo odhadnuto na dvacet miliard USD, pro Kanadu byla odhadnuta na pět miliard USD a pro Spojené státy americké přes sedm miliard USD. Asijsko-pacifické letecké společnosti ztratily 8 % ročního provozu [18]. Epidemie nákazy SARS výrazně ovlivnila letištní byznys [18], rovněž odhalila nepřipravenost letišť a zemí [19].

Dalším zástupcem onemocnění způsobené koronaviry je nákaza MERS. První případ nákazy MERS byl zaznamenán již v roce 2012 na území Saudské Arábie. Nákaza MERS byla prokázána na území 22 států. Mezi postižené státy patří především státy nacházející se na území Středního východu, ale objevily se i případy ve Spojených státech amerických, Číně, Jižní Koreji a v dalších zemích. V roce 2015 došlo k rozšíření nákazy MERS na území Jižní Koreje. Jedná se o nejpostiženější stát nálezem MERS mimo Saudskou Arábii. Svou roli zde sehrála letecká doprava, kdy nakažení cestující, kteří přiletěli ze Saudské Arábie,

rozšířili nákazu v Koreji. Koncem této epidemie bylo nahlášeno v Koreji 185 případů, z toho 38 případů bylo smrtelných [15]. Objemy počtu přepravených cestujících se navrátily do původních předkrizových hodnot do šesti měsíců od vypuknutí epidemie [11]. Na rozdíl od předchozí coronavirové nákazy SARS a následující nákazy Covid – 19 o vlivu nákazy MERS na leteckou dopravu nepojednává mnoho autorů. Událost, kterou autoři především sledují, je rozšíření nákazy na území Korejské republiky. Předpokladem je, že tato událost nebyla z pohledu globálního měřítka tak významná a nenapáchala tak velké škody jako jiné události.

Doposavad posledním a nejzávažnějším případem koronavirové nákazy je nákaza Covid – 19. Zároveň se jedná o jednu z největších výzev (Obrázek 3), které kdy letecká doprava čelila a která stále ohrožuje existenci letecké dopravy. Onemocnění Covid – 19 způsobené virem SARS – CoV2 se poprvé objevilo v prosinci roku 2019 v čínském Wu-chanu. První případ na území Evropy byl zaznamenán o pár měsíců později a to 24. ledna 2020 [20]. 11.března 2020 WHO organizace prohlásila šíření nákazy Covid – 19 za celosvětovou pandemii [2].

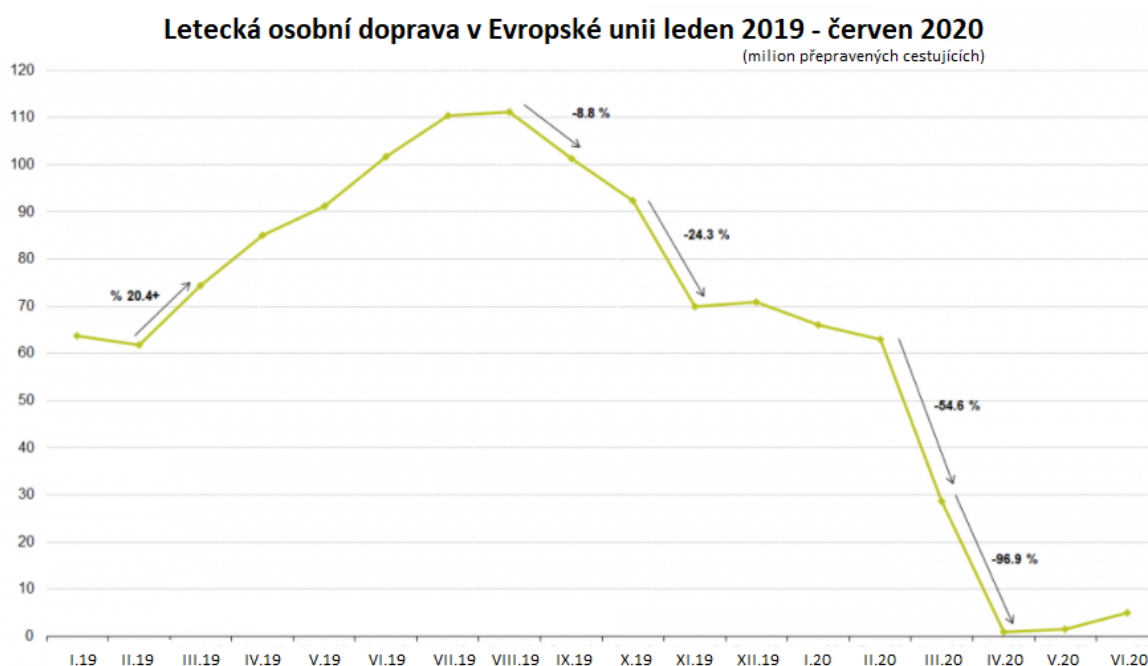


Obrázek 3 světový vývoj počtu přepravených cestujících od roku 1945 do roku 2021 [21]

Mezinárodní letecká organizace ICAO sleduje vliv šíření nákazy Covid-19 na letecký provoz. Graf nacházející se na obrázku 3 zobrazuje vývoj letecké osobní dopravy od roku 1945 do roku června 2021, jak je patrné, šíření nákazy Covid-19 doposavad ovlivnilo letecký provoz nejvíce ze všech zmíněných událostí a navrácí letecký provoz zpět v čase.

Nákaza Covid-19 je doposavad nejhorší události v historii letectví. V roce 2020 došlo k poklesu počtu přepravených cestujících o 60 % oproti roku 2019 [21].

Nejvíce postižené regiony letecké dopravy jsou Evropa a Střední východ, nejméně postiženým regionem letecké dopravy je Latinská Amerika a Karibik [22]. Eurostat sleduje vliv šíření nákazy Covid-19 na letecký provoz členských států Evropské unie –obrázek 4 zobrazuje vývoj počtu přepravených cestujících, tento vývoj je procentuálně popsán. Procentuální změna počtu přepravených cestujících ve druhé čtvrtině roku 2020 v porovnání s rokem 2019 činí 97,4 % [23].



Obrázek 4 vývoj počtu přepravených cestujících v období šíření nákazy Covid-19 na území Evropské unie [23]

1.1.2. Chřipkové viry

Prvním případem propuknutí nákazy ptačí chřipky H5N1 u lidí se objevilo v roce 1997 v Hong Kongu [24]. Proto opětovné vypuknutí ptačí chřipky H5N1 v roce 2003 značnou část veřejnosti znepokojilo. Dle WHO nákaza ptačí chřipky H5N1 měla potenciál světové pandemie. Největší počet případů nákazy byl zaznamenán ve Vietnamu, Thajsku, Indonésii, Číně [25]. Zprávy o vlivu šíření ptačí chřipky H5N1 na letecký provoz byly vydány organizací IATA v květnu 2006, uvádí se, že rizika vznikající, byť z malého počtu nakažených mohou být velká. Autoři, zde upozorňují na předchozí zkušenosti s šířením nákazy SARS a možné ztráty důvěry v letecký provoz [18]. Na rozdíl od jiných událostí k tématu vlivu nákazy H5N1 není dostatek materiálů, které by mapovaly vliv nákazy na

letecký provoz. Pro zpracování jsou zdroji především zpráva IATA [18], která tuto událost sleduje pro rok 2005 a zpráva WHO o výskytu nákazy ve světě [25].

Pandemie prasečí chřipky H1N1 vypukla v březnu 2009 v Mexiku, dále se rozšířila do Spojených států amerických a Kanady [26]. Šíření nákazy prasečí chřipky H1N1 bylo prohlášeno za pandemii [26], i když toto tvrzení je spojené s řadou kontroverze ze strany WHO [1]. Nákazou bylo zasaženo přes 208 států po celém světě a podlehl jí minimálně 12 220 lidí [27]. Existuje řada vědeckých článků popisujících pandemii nákazy prasečí chřipky H1N1 a její šíření ze zdravotnického pohledu [28]. Limitací této části práce je nedostatek informací týkajících se vlivu nákazy H1N1 na letecký provoz i přes fakt, že se jednalo o první pandemii v 21. století. Na druhou stranu řada organizací vydávala doporučení, nařízení a úprav leteckého provozu s cílem eliminace šíření nákazy, na nichž se ale tato práce nezakládá.

Dalším chřipkovým onemocněním, kterému Mezinárodní asociace leteckých dopravců IATA věnovala pozornost, bylo rozšíření nákazy ptačí chřipky H7N9 v roce 2013 [18]. První případ se objevil v únoru 2013 ve východní Číně [29]. U nákazy H7N9 byla prokázána nízká pravděpodobnost přenosu z člověka na člověka [29], přesto vznikaly obavy z rozvinutí nákazy v globální pandemii [30]. Od března do srpna onemocnělo tímto onemocněním 134 lidí, 45 jedinců této nákazy podlehl [31].

Článků, které by pojednávaly o vlivu chřipkových onemocnění na letecký provoz, není mnoho. Tato skutečnost může být odůvodněna alespoň z části informací, kterou formulovala organizace IATA [10], že v období ptačí chřipky jak v roce 2005, tak v roce 2013 dopady na letecký provoz byly mírné a obavy z šíření nákazy rychle pominuly [10]. Po zkušenostech jak s ptačí chřipkou, tak s prasečí chřipkou se autoři Chaug-IngHsu a Hsien-Hung Shih se zaměřují na vliv leteckých aktivit na chřipkovou pandemii na zjednodušeném modelu [32].

1.1.3. Ostatní viry

Dalšími onemocněními, které vyvolaly obavy z šíření, byly onemocnění Zika a onemocnění Ebola. Onemocnění Zika je způsobené virem Zika, který je přenášen komárem egyptským. Významné rozšíření nákazy bylo zaznamenáno v roce 2015 v Brazílii. Případy nákazy byly zaznamenány doposud v 86 zemích [33].

Epidemie nákazy Ebola v západní Africe byla shledána Světovou zdravotnickou organizací za epidemii ohrožující veřejné zdraví s potenciálem mezinárodního rozšíření [34]. Mezi

nejvíce zasažené státy patří Guinea, Sierra Leone a Libérie. Nákaze podlehl minimálně 11300 lidí [35].

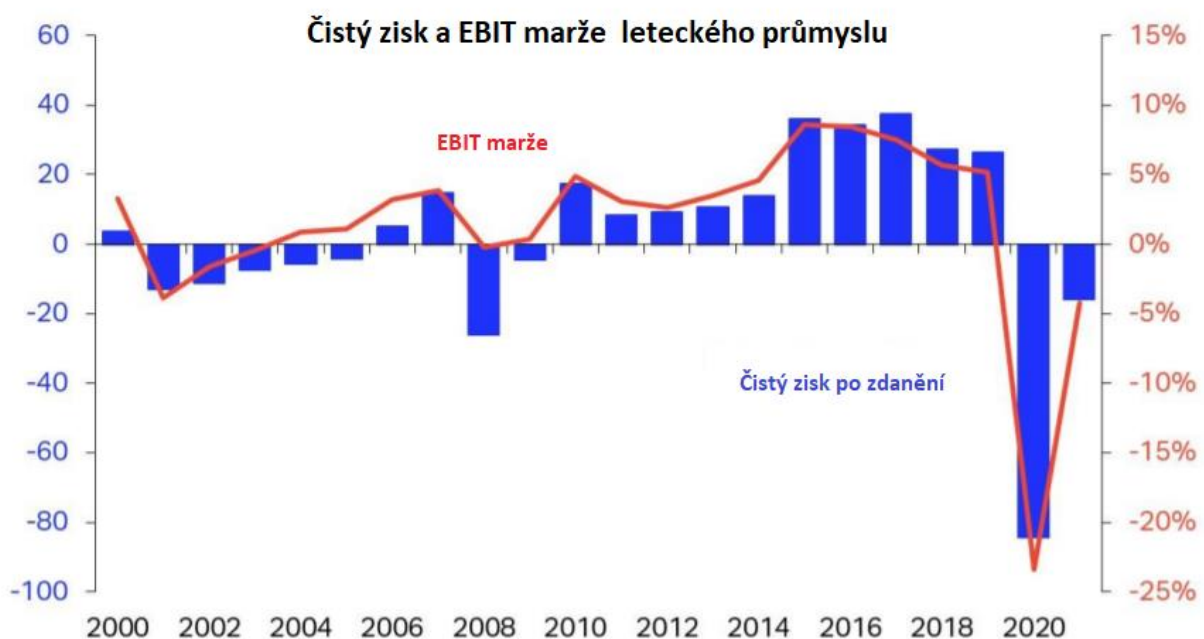
1.2. Mimořádné události

Pojem mimořádná událost má velice širokou škálu interpretace a může se jednat o různé události. Daný pojem lze chápat ve smyslu zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému jako „škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací“ [36]. Konkrétními případy jsou živelné pohromy, hromadné nákazy, provozní havárie a havárie spojené s infrastrukturou, vnitrostátní společenské, sociální a ekonomické krize [37]. V oblasti letectví IATA doporučuje, aby letečtí dopravci měli k dispozici plány reakce na mimořádné události v oblasti veřejného zdraví [38].

1.2.1. Ekonomický cyklus

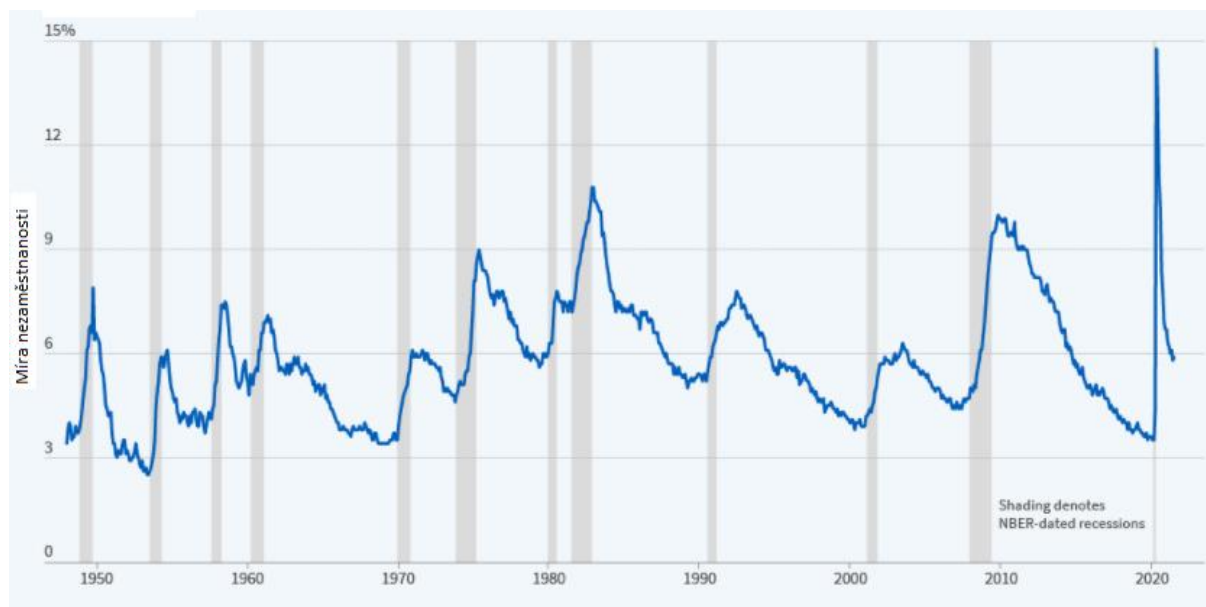
Letecká doprava je silně svázaná s ekonomickým cyklem. Dle Hätty a Hollmeier: „Míra růstu leteckého provozu vykazuje vysoký stupeň cykličnosti. Tato cykličnost koreluje s cykly ekonomického růstu měřenými za pomoci hrubého domácího produktu.[39]“

Obrázek 5 zobrazuje pokles čistého zisku a EBIT v průběhu sledovaného období bakalářské práce [40].



Obrázek 5 čistý zisk leteckého průmyslu a EBIT [40]

Pro porovnání je pod obrázkem 5 uveden obrázek 6 zobrazující graf vývoje míry nezaměstnanosti [41], která se též řadí mezi makroekonomické ukazatele. Období ekonomických recesí se vyskytuje ve stejném období jako ztráty na úrovni letectví. Letecký cyklus, vyjma leteckého carga, má tendenci zaostávat za větším průmyslovým cyklem [42].



Obrázek 6 vývoj míry nezaměstnanosti [41]

Franke Marcus a Florian John uvádějí ve své práci informace týkající se hospodářského poklesu na počátku nového století a jeho vlivu na letecký provoz: „Prasknutí bubliny dot.com v roce 2000 způsobilo tříletý hospodářský pokles s počátečním poklesem celosvětové poptávky po leteckém provozu, zejména u produktů první třídy, a konkurenčním cenovým tlakem [43].“ Jedná se o jeden z mála zdrojů, který se o tomto vlivu zmiňuje. Události na počátku století většina autorů spojuje do souvislosti s teroristickými útoky a šířením nákazy SARS. To, jak jsou různorodé a odlišné různé části světa, stejně tak jsou odlišné dopady ekonomické krize na letecký provoz [44]. Dopady ekonomické krize na letecký provoz byly podrobně sledovány Eurostatem, který k této události vydal několik zpráv. Hubertus Cloudt uvádí, že mezi roky 2008 a 2009 došlo k poklesu počtu přepravených cestujících o 5,9 % [45]. Luis de la Fuente Lazos uvádí, že mezi roky 2007 a 2008 byl zasažen letecký provoz v rámci Evropské unie mnohem více než ten mezi Evropskou unií a zbytkem světa [46]. To samé tvrdí Hubertus Cloudt jen pro sledované období 2008–2009 [45]. Nejvíce postižená letiště finanční krizí byla ta, která se nachází na vyspělejších trzích, tedy v Evropě a v Severní Americe [47]. V této krizi byly ohroženy především středně velké mezinárodní letecké společnosti. Řada společností v

této době zkrachovala, mezi tyto společnosti patřily FlyLAL, Apatas Air, Nordic Airways, Air Sylhet, MyAir, SkyEurope, nebo se stala součástí jiných společností jako je například LTU international Airway (součástí Air Berlin), ThomsonFly (součástí Thomson Airways), First Choice Airways (Thomson Airways) a další [48].

1.2.2. Terorismus

Definice terorismu podle Bezpečnostní informační služby České republiky zní: „*Terorismus je násilná forma prosazování politických zájmů stoupenců určité radikální ideologie (politické, náboženské, nacionalistické, separatistické, ekologické a jiné), cílem násilností je zpravidla civilní obyvatelstvo.* [49]“ Teroristické útoky z 11. září 2001 podryly samotnou podstatu leteckého provozu a vyvolaly řadu otázek. Ve výsledku se jedná o stěžejní události, které navždy pozměnily podobu leteckého provozu a nahlížení všech účastníků na leteckou dopravu. Strach z létání, zvýšené časové nároky bezpečnostních kontrol, trvalé snížení cen letenek o 10 % [50], to je jen část změn, kterou letectví zaznamenalo po těchto událostech [44]. David Gillen a Ashish Lall vyhodnocují dopad teroristických útoků na letecký provoz. V závěru své práce uvádějí, že největší zasažení zaznamenaly severoamerické letecké společnosti následované evropskými. Nejmenší ovlivnění zaznamenaly asijské letecké společnosti, ty též zaznamenaly rychlejší oživení oproti severoamerickým a evropským leteckým společnostem [51]. Zpráva Evropské komise se zabývá vlivem teroristických útoků na letecký provoz členských států Evropské unie a spojení mezi členskými státy a zbytkem světa. Dle zjištění došlo k poklesu počtu přepravených cestujících na území členských států Evropské unie v roce 2001 oproti předcházejícímu roku o 2 %. Spojení mezi Evropskou unií a zbylými částmi světa poklesly o 2,7 %. Spojení mezi členskými státy Evropské unie a mezi Severní Amerikou zaznamenaly pokles počtu cestujících v roce 2001 o 9,2 % oproti roku 2000. Spojení mezi Evropskou unií a Dálným východem zaznamenal též pokles, který nebyl tak markantní oproti spojení mezí EU a USA [52]. V závěru své práce autor uvádí, že se USA nikdy nevzpamatovalo z událostí 11. září. V roce 2004 letecký průmysl v USA začal vykazovat zvyšující se příjmy, předkrizových hodnot dosáhli až v roce 2005 [53].

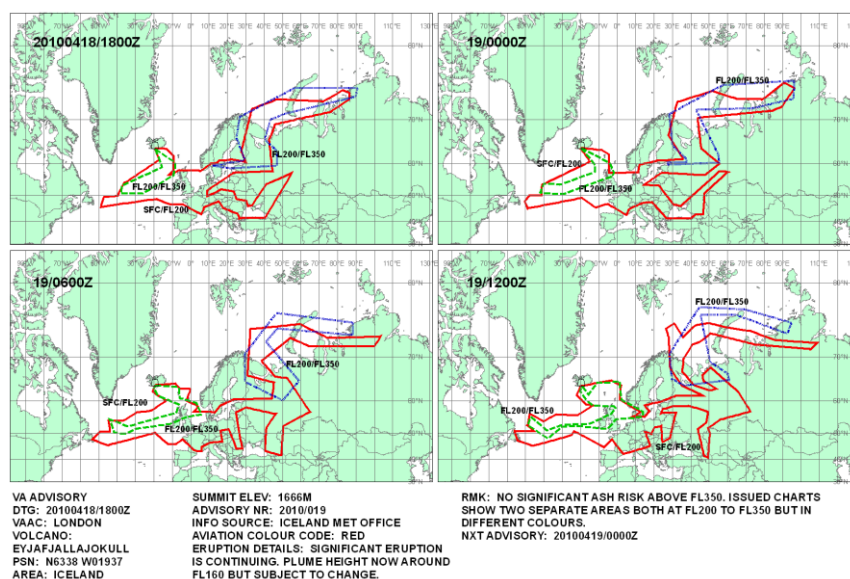
1.2.3. Faktory prostředí

Madhavi Kushwaha and Somesh Kumar Sharma definují pojem „*faktory prostředí*“: „*Faktory prostředí jsou faktory související s počasím, atmosférickými podmínkami, geografickými a meteorologickými podmínkami, přírodními pohromami, nadmořskou výškou a dalšími faktory jako je například laserové světlo nebo kosmické záření. Všechny*

uvedené faktory zhoršují výkon letadla a jsou odpovědné za nehody a incidenty jimi způsobenými [54].“

Sopka Eyjafjallajökull se nachází v jižní části ostrova Island. Jedná se o jednu z mnoha aktivních sopek nacházejících se na tomto ostrově. Důvodem tak vysoké koncentrace sopečné činnosti na Islandu je poloha ostrova. Island se nachází na rozhraní dvou litosférických desek a zároveň se nachází na středoocéánském hřbetu. Obnovení seismické aktivity v roce 2010 významně ovlivnilo letecký provoz. Období aktivity v roce 2010 trvalo od března do července, ale období, kdy byl ovlivněn letecký provoz, je od 14.4.2010 do 22.5.2010 [55].

Obrázek 7 zobrazuje rozšíření sopečného popelu v průběhu dané situace [57]. Státy, které omezily nebo uzavřely vzdušný prostor: Norsko, Skotsko, Švédsko, Finsko, Velká Británie, Dánsko, Irsko, Belgie, Nizozemsko, Německo, východní a jižní Evropa, Estonsko, Polsko, Švýcarsko, Česká republika, Rakousko, Maďarsko, Rumunsko, Ukrajina, Francie, Itálie, Španělsko, Bulharsko a další [55].



Obrázek 7: rozšíření sopečného popelu 18.4.2010 [57]

Z důvodu obnovené sopečné aktivity byl uzavřen letecký prostor nad územím severní a střední Evropy od 15. 4. 2010 do 20. 4. 2010. Od 14. 4. 2010 do 21. 4. 2010 bylo uzavřeno 313 letišť a 75 % veškerých letů bylo zrušeno. Tato opatření byla zavedena z důvodu rizik, která přináší sopečná aktivita. Uzavření vzdušného prostoru, omezení provozu letišť způsobilo ekonomickou škodu v rozmezí 1,7 – 3,3 mld. eur [56]. 10,5 milionů cestujících bylo ovlivněno touto událostí a 8,6 milionů cestujících bylo uvězněno v destinacích nebo

na letištích. Řada cestujících byla nucena vyhledat alternativu místo letecké přepravy, což způsobilo přetížení evropské železniční sítě [55]. Hubertus Cloodt ve zprávě pro Eurostat, kde se především zabývá dopadem finanční krize na letecký provoz Evropské unie, též uvádí dopad výbuchu sopky Eyjafjallajökull na letecký provoz. Cloodt porovnává duben 2009 a 2010, dochází k závěru, že v dubnu 2010 došlo k poklesu cestujících o 18 % v porovnání s dubnem 2009 [45].

1.3. Limitace současného stavu

Cílem kapitoly Analýza současného stavu bylo nastínění situace sledovaného období a poskytnutí přehledu všech událostí. Popisované události spadají do období od roku 2000 do roku 2021, veškeré dostupné materiály pojednávající o vlivu pandemií, šíření nakažlivých chorob a mimořádných událostí. Subjektem zájmu většiny dostupných vědeckých článků byla letiště, letecké společnosti či světové regiony. Nebyly nalezeny vědecké články pojednávající o vlivu těchto všech událostí na změnu počtu přepravených cestujících na konkrétních leteckých spojeních mezi jednotlivými letišti. Další limitací plynoucí z předchozí části je nestejněmorné množství získaných dat k jednotlivým událostem. Některé události byly lépe popsány narozdíl od jiných. Příkladem je kapitola týkající se koronavirů, v které je pojednáváno o vlivu nálezů způsobené těmito viry na letectví. V kontrastu s touto kapitolou je kapitola týkající se chřipkových virů, ve které je minimální zmínka o vlivu na letecký provoz. Další událostí, ke které nebyl nalezen dostatečný zdroj publikací byla recese na počátku století. Tato absence byla jak na straně leteckých, tak i neleteckých zdrojů. Následující kapitoly přistupují k řešení zadání bakalářské práce, a to, zda pandemie, šíření nemocí a mimořádné události mají vliv na letecký provoz, konkrétně na množství přepravených cestujících na jednotlivých spojeních a letištích.

2. Modelování dopadů pandemií a mimořádných událostí na letecký provoz

Cílem bakalářské práce je identifikace nejdůležitějších spojení evropského leteckého provozu v Evropě, mezi Evropou a Spojenými státy americkými a Čínskou lidovou republikou. Dalším stanoveným cílem je provedení analýzy dopadů pandemií a mimořádných událostí na tato vybraná spojení a letiště nacházející se na těchto spojeních. Na rozdíl od jiných publikací, které se především zaměřují na vliv těchto událostí na určitou oblast, tato práce představuje komplexní výstup, který danou generalizovanou skupinu dále rozvíjí a poskytuje podklad pro další zpracování. Výběr geografických subjektů, které jsou zastoupeny v této práci, je odůvodněný následujícími body:

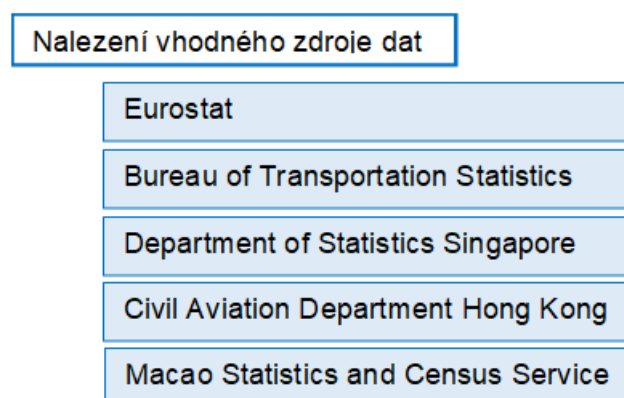
- Evropa jakožto jeden z nejnáročnějších regionů světa a region, ve kterém se nachází i Česká republika, byl zvolen jako výchozí bod sledovaných spojení.
- Eurostat, který zpracovává data pro evropský region, poskytuje data počtu přepravených cestujících v Evropě a mezi Evropou a zbylými částmi světa, tato data v mnoha případech jsou ale nedostupná.
- Od zamýšleného sledování počtu přepravených cestujících mezi Evropou a zbylými částmi světa bylo upuštěno z důvodu absence dat počtu přepravených cestujících.
- Z daných regionů byla dostupná data dvou významných států, z USA a Čínské lidové republiky.
- Výběr USA a Čínské lidové republiky byl také motivován vyspělostí daných států, jedná se o státy s největším hrubým domácím produktem na světě [58].

V rámci této kapitoly je představen model, pomocí něhož je provedena jak identifikace nejdůležitějších spojení a letišť, tak i identifikace vlivu událostí. Celý postup zpracování je možné rozdělit do tří pracovních částí:

- Datová část
- Identifikační část
- Analytická část

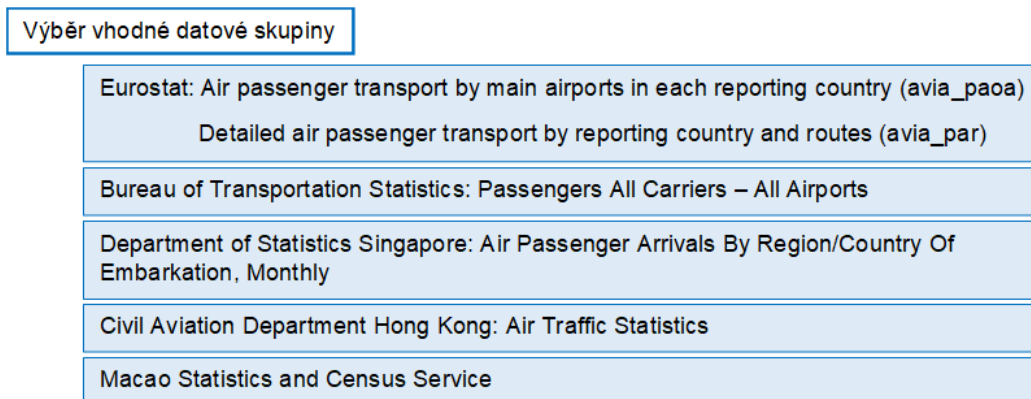
Datová část zahrnuje nalezení zdroje dat, sběr informací a jejich zpracování a práce s daty. Výsledná práce je značně závislá na těchto zdrojích a odvíjí se od jejich kvality, vedení apod. Identifikační část je založená na definici kritéria, kterým je hodnocena významnost spojení a následně je proveden výběr nejdůležitějších spojení. Analytická část je závislá na datové části, identifikační části a na poznatcích získaných ze sběru informací o jednotlivých událostech. Identifikační část práce poskytuje přehled nejdůležitějších spojení, analytická část udává, zda pandemie a mimořádné události měly dopad na tato spojení. Následující grafický model představuje metodologický model zpracování analýzy dopadů pandemií a mimořádných událostí na letecký provoz v rámci bakalářské práce.

Obrázek 8 zobrazuje první část datové části metodologického modelu. Jedná se o přehled získaných datových zdrojů, které jsou v rámci této práce použity. Data pro Evropskou unii jsou poskytnutá Eurostatem [59], data pro USA jsou dostupná z Bureau of Transportation Statistics [60] a data dostupná pro jihovýchodní Asii pochází z Department of Statistics Singapore [61], Civil Aviation Department Hong Kong [62] a Macao Statistics and Census Service [63].



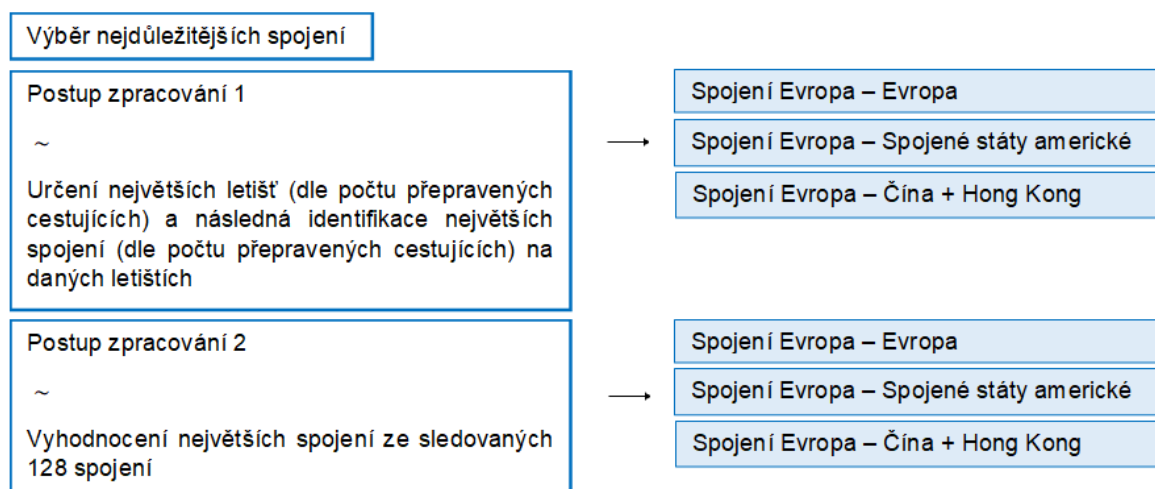
Obrázek 8 datová část metodologického modelu – nalezení zdroje dat

Obrázek 9 představuje konkrétní výběr datových skupin z nalezených zdrojů. Jedná se o druhou část datové části metodologického modelu. Z Eurostatu jsou použita data vypovídající o počtu přepravených cestujících na evropských letištích a spojeních, americká data vypovídají o počtu přepravených cestujících na letištích v daném regionu, stejně tak Singapur, Hong Kong a Macao.



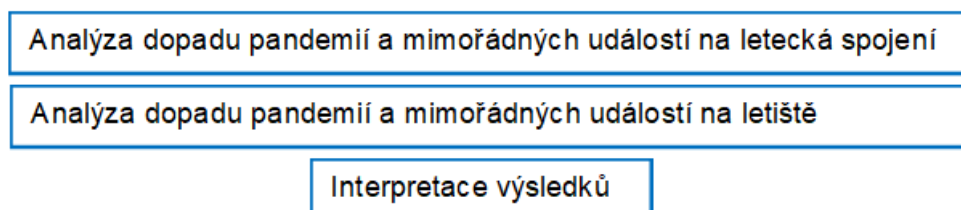
Obrázek 9 datová část metodologického modelu – výběr vhodné datové skupiny

Obrázek 10 zobrazuje identifikační část metodologického modelu. Data z Eurostatu vypovídající o počtu přepravených cestujících na jednotlivých spojeních jsou podrobena jednotlivým postupům zpracování a určena nejdůležitější spojení. Každý postup zpracování je popsána a vysvětlena podrobně v jednotlivých podkapitolách.



Obrázek 10 identifikační část metodologického modelu – výběr nejdůležitějších spojení

Obrázek 11 zobrazuje analytickou část metodologického modelu. Jednotlivá spojení a letiště jsou podrobena analýze dopadů pandemií a mimořádných událostí.



Obrázek 11 analytická část metodologického modelu – analýza vlivu pandemií a mimořádných událostí na letecká spojení a letiště

2.1. Zdroje dat

Hlavním zdrojem dat, která jsou zpracována v této práci, je Eurostat. Eurostat je statistický úřad Evropské unie, jehož činnost je upravena na základě nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 223/2009 ze dne 11. března 2009 o evropské statistice. Na webových stránkách Eurostatu se nachází multidisciplinární databáze dat [59]. Ve skupině Transport, která se zabývá dopravou, se nachází skupina Air transport (avia). Záměrem je výběr dat vypovídajících o pohybech cestujících na území členských států a mimo ně. Zpracovávaná data pochází z datových souborů:

- Air passenger transport by main airports in each reporting country (avia_paoa)
- Detailed air passenger transport by reporting country and routes (avia_par)

Datová skupina *Detailed air passenger transport by reporting country and routes* se dále dělí dle států. Tyto státy jsou členské státy Evropské unie a další nečlenské státy Evropské unie, mezi které patří Švýcarsko, Turecko, Černá Hora, Severní Makedonie a Velká Británie, která se dne 30. ledna 2020 stala bývalým členem Evropské unie.

Dalšími zdroji jsou data poskytovaná statistickými úřady jednotlivých států. Data poskytnutá Eurostatem slouží jako zdroj dat vypovídající o počtu přepravených cestujících na jednotlivých spojeních a počtu přepravených cestujících na evropských letištích. Z důvodu omezených přístupů nebo odlišného vedení statistik další zdroje mimo Eurostat poskytují informace pouze o počtu přepravených cestujících na letištích. Odlišným způsobem vedení jsou myšlené různé sledované veličiny nebo jejich absence. Data získaná z těchto států pochází především ze Spojených států amerických [60],

Zvláštní administrativní oblasti Čínské lidové republiky Hong Kong [62], Macao [63] a ze Singapuru [61]. Všechny tyto státy poskytují velmi kvalitní a přehledná data.

2.2. Metodika sběru dat

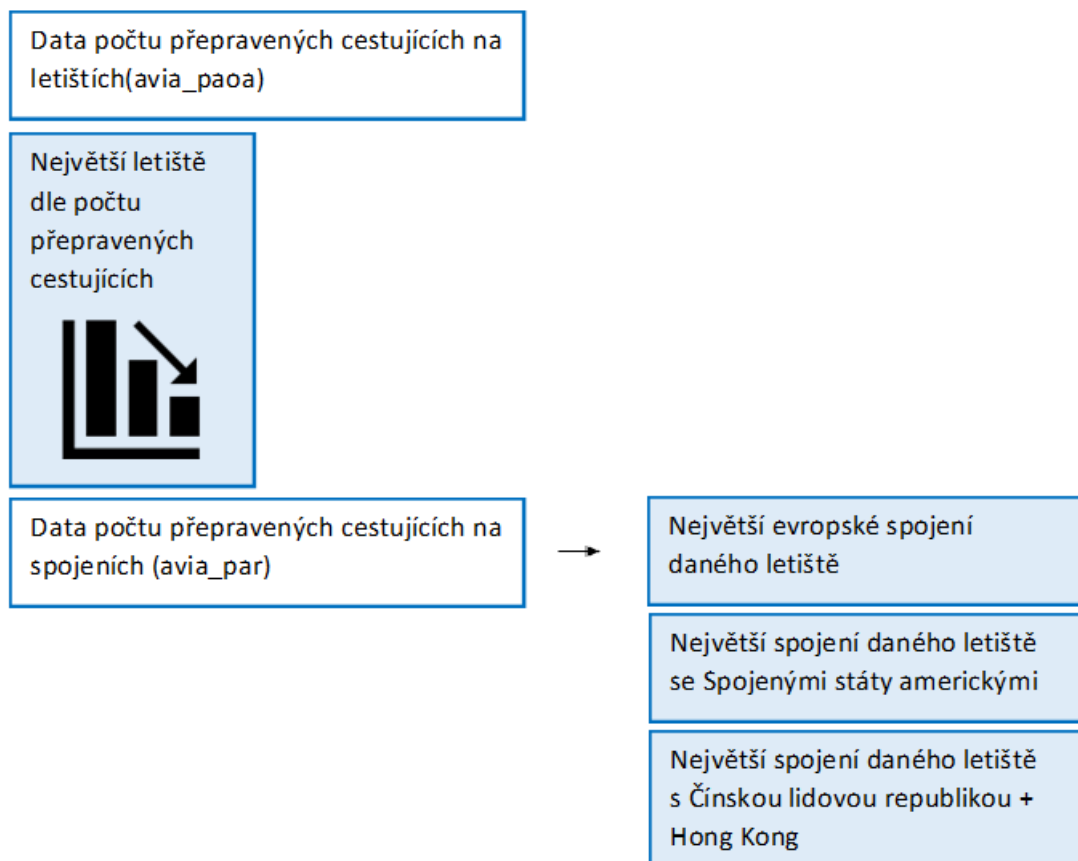
V rámci této práce jsou sledovány počty přepravených cestujících na jednotlivých spojeních a na letištích. Data vypovídající o počtu přepravených cestujících pochází ze zdroje Eurostat a jedná se o nejdůležitější zdroj dat, o který se tato práce opírá. Nejstarší dostupná data ze zdroje Eurostat pochází z roku 2000, proto se sledované období této práce omezuje na období od roku 2000 až do roku 2021, jedná se přibližně o 21 let provozu. Ve vedení statistik členských států je patrný rozdílný přístup. Některá data pochází z roku 2000 zatímco jiná až z roku 2002 nebo 2003, nutno podotknout, že se například jedná o zakládající státy Evropské unie, u nichž by měl být předpoklad nejdelší časové řady. Dále členské státy aktualizují data s různým intervalem, proto jsou data pro rok 2021 na jiných úrovních zpracování. Zpracovávanou jednotkou je počet přepravených cestujících za měsíc. Dostupné časové intervaly jsou roční a kvartální. Optimální týdenní interval není dostupný, proto pro tuto práci bylo vybráno nejmenší dostupné časové období. Časová jednotka „měsíc“ nabývá hodnoty od 28 do 31 dnů, dále každý měsíc každého následujícího roku neobsahuje stejný počet pracovních dnů, víkendů a svátků. V rámci této práce je problém vznikající z nekonzistentní délky měsíce vyřešen přepočtením délky časové jednotky na třicet dnů. Data sloužící k analýze dopadů mimořádných událostí a pandemií na letiště pochází jak z Eurostatu, tak z ostatních zdrojů, mezi které patří statistické úřady jednotlivých států. Data pro letiště nacházející se na území Evropské unie pochází z Eurostatu, ostatní data letišť nacházejících se mimo území Evropské unie pochází od statistických úřadů daných států.

2.3. Identifikace nejdůležitějších spojení

Vyhodnocení nejdůležitějších spojení je založeno na základě sesbíraných dat. K vyhodnocení je možné využít dvou postupů zpracování. První postup zpracování spočívá v identifikaci letišť, která za definované období přepravila největší počet cestujících a následně jsou na těchto letištích vybrána spojení, která přepravila největší počet cestujících v rámci Evropy, mezi Evropou a Spojenými státy americkými a Čínskou lidovou republikou. Druhý způsob je založený na vyhodnocení počtu přepravených cestujících na spojeních, které byla vybrána a zpracovávána v této práci. Následující podkapitoly jednotlivé postupy zpracování vyhodnocení popisují a předkládají výsledná zjištění.

2.3.1. Identifikace nejdůležitějších leteckých spojení – postup zpracování 1

Zjednodušený metodologický model identifikace nejdůležitějších spojení je zobrazen na obrázku 12. Každý člen modelu je popsán v následujících odstavcích.



Obrázek 12 metodologický model určení nejdůležitějších spojení podle postupu zpracování 1

Nejdříve bylo provedeno určení největších evropských letišť na základě vyhodnocení zdrojových dat pocházejících z Eurostatu. Byla analyzována datová skupina *Air passenger transport by main airports in each reporting country* (avia__paoa), která obsahuje data počtu přepravených cestujících na letištích členských států Evropské unie a nečlenských států spolupracujících na tvorbě statistik s Evropskou unií. Za období od roku 2004 do roku 2018 byla vybrána letiště s největším objemem přepravených cestujících. Časové rozpětí je uvažováno patnáct let z důvodu absence dat některých letišť pro roky 2000–2003 a 2021. Takováto absence dat by mohla způsobit zkreslení výsledků.

Letiště, která přepravila největší počet cestujících za sledované období, jsou seřazena sestupně podle počtu přepravených cestujících za sledované období v tabulce 1, celkový objem přepravených cestujících je uvedený ve sloupci „Počet přepravených cestujících“.

Tabulka 1 největší letiště podle počtu přepravených cestujících za období od roku 2004 do roku 2018

	Počet přepravených cestujících
Letiště Londýn Heathrow	1 062 326 979
Letiště Paříž Charles de Gaulle	917 225 834
Letiště Frankfurt am Main	851 310 844
Letiště Amsterdam Schiphol	785 636 196
Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	704 091 221
Letiště Mnichov	548 574 870
Letiště Londýn Gatwick	547 579 093
Letiště Řím Fiumicino	534 344 901
Letiště Barcelona El Prat	522 391 707
Letiště Paříž Orly	414 783 042

Pro každé nalezené letiště následně byla vybrána spojení, která přepravila největší počet cestujících v rámci Evropy, mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou (včetně Hong Kongu) a mezi Evropou a USA. Výběr vychází z datového souboru *Detailed air passenger transport by reporting country and routes* (avia__par). Tento soubor obsahuje data, která jsou rozdělena podle jednotlivých států. Pro zpracování byla použita tato data:

- Datová skupina avia__par__uk pro Velkou Británii
- Datová skupina avia__par__fr pro Francii
- Datová skupina avia__par__de pro Německo
- Datová skupina avia__par__nl pro Nizozemsko
- Datová skupina avia__par__it pro Itálii
- Datová skupina avia__par__es pro Španělsko

Tabulka 2 uvádí počet přepravených cestujících na daném nejdůležitějším spojení dle postupu zpracování 1 za období od roku 2004 do roku 2018. Tato spojení nejsou uspořádána podle počtu přepravených cestujících, je zachováno pořadí podle předchozího seřazení letišť v tabulce 1. Tabulka 2 zobrazuje výsledná nejdůležitější spojení podle postupu zpracování 1 pro evropská spojení.

Tabulka 2 největší spojení podle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 1

Spojení Evropa – Evropa		Počet přepravených cestujících
Letiště Londýn Heathrow	Letiště Dublin	26 569 743
Letiště Paříž Charles de Gaulle	Letiště Řím Fiumicino	18 079 330
Letiště Frankfurt am Main	Letiště Berlin Tegel	26 420 249
Letiště Amsterdam Schiphol	Letiště Londýn Heathrow	24 507 797
Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	Letiště Barcelona El Prat	46 438 669
Letiště Mnichov	Letiště Berlín Tegel	25 427 980
Letiště Londýn Gatwick	Letiště Málaga	15 741 466
Letiště Řím Fiumicino	Letiště Milano Malpensa	26 141 972
Letiště Barcelona El Prat	Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	46 469 131
Letiště Paříž Orly	Letiště Toulouse Blagnac	34 750 059

Tabulka 3 zobrazuje nejdůležitější spojení mezi Evropou a Spojenými státy americkými podle postupu zpracování 1, spojení nejsou uspořádána podle počtu přepravených cestujících na daných spojeních. Pořadí sleduje uspořádání dle tabulky 1.

Tabulka 3 největší spojení podle počtu přepravených cestujících mezi Evropou a Spojenými státy americkými od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 1

Spojení Evropa – USA		Počet přepravených cestujících
Letiště Londýn Heathrow	Letiště John F. Kennedy International	42 764 959
Letiště Paříž Charles de Gaulle	Letiště John F. Kennedy International	21 748 265
Letiště Frankfurt am Main	Letiště Chicago O´ Hare	10 906 273
Letiště Amsterdam Schiphol	Letiště Detroit	9 869 489
Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	Letiště John F. Kennedy International	9 308 242
Letiště Mnichov	Letiště Chicago O´ Hare	4 359 413
Letiště Londýn Gatwick	Letiště Orlando	10 929 339
Letiště Řím Fiumicino	Letiště John F. Kennedy International	8 662 482
Letiště Barcelona El Prat	Letiště John F. Kennedy International	3 879 123
Letiště Paříž Orly	X ¹	X

¹ Nedostupná data

Tabulka 4 zobrazuje největší spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou včetně Hong Kongu podle způsobu zpracování 1, spojení jsou uspořádána podle tabulky 1.

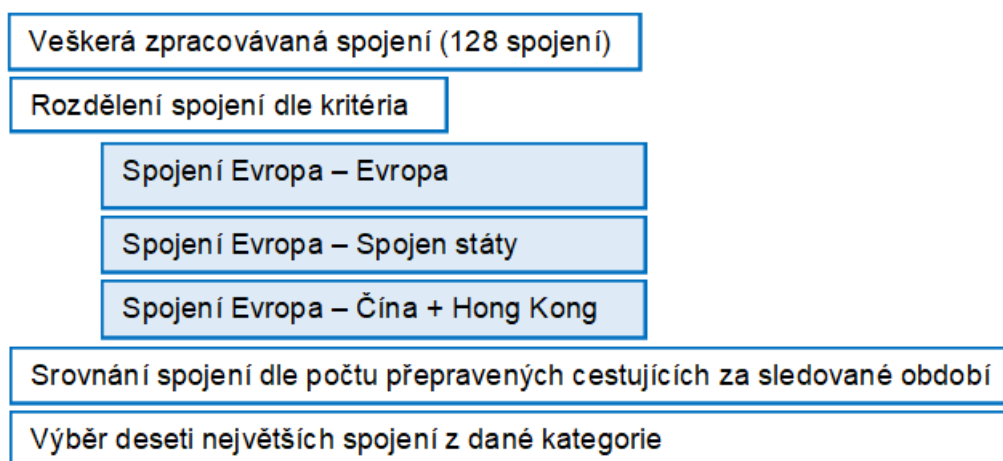
Tabulka 4 největší spojení podle počtu přepravených cestujících mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou + Hong Kong od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 1

Spojení Evropa – Čína + Hong Kong		Počet přepravených cestujících
Letiště Londýn Heathrow	Letiště Hong Kong	21 876 575
Letiště Paříž Charles de Gaulle	Letiště Hong Kong	8 310 347
Letiště Frankfurt am Main	Letiště Peking	8 143 843
Letiště Amsterdam Schiphol	Letiště Hong Kong	5 821 356
Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	X	X
Letiště Mnichov	Letiště Peking	3 185 421
Letiště Londýn Gatwick	X	X
Letiště Řím Fiumicino	X	X
Letiště Barcelona El Prat	X	X
Letiště Paříž Orly	X	X

2.3.2. Identifikace nejdůležitějších leteckých spojení – postup zpracování 2

Další možností vyhodnocení nejdůležitějších spojení bylo porovnání počtu přepravených cestujících všech spojení, která byla zkoumána v této práci. Výběr spojení je založen na vyhodnocení objemu počtu přepravených cestujících nebo jsou vybírána účelně. Pro každou událost byla nalezena letiště s největším počtem přepravených cestujících, následně byla vybrána největší spojení. Jednotlivá výsledná spojení jsou porovnávána v referenčním období od roku 2004 do roku 2018. Zachováním stejných časových úseků je možné porovnat výsledky jednotlivých postupů zpracování.

Obrázek 13 zobrazuje zjednodušený metodologický model určení nejdůležitějších spojení podle postupu zpracování 2. Tento postup vychází z vybraných 128 spojení, následně tato skupina byla rozdělena na tři skupiny. Spojení v těchto skupinách byla uspořádána podle počtu přepravených cestujících a vybrána největší.



Obrázek 13 metodologický model určení nejdůležitějších spojení – postup zpracování 2

Tabulka 5 zobrazuje výsledná největší spojení identifikovaná postupem zpracování 2 v Evropě.

Tabulka 5 největší spojení v Evropě dle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 2

Spojení Evropa – Evropa		Počet přepravených cestujících
Letiště Barcelona El Prat	Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	46 469 131
Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	Letiště Barcelona El Prat	46 438 669
Letiště Paříž Orly	Letiště Toulouse Blagnac	34 750 059
Letiště Paříž Orly	Letiště Nice Côte d'Azur	32 733 172
Letiště Nice Côte d'Azur	Letiště Paříž Orly	32 726 254
Letiště Londýn Heathrow	Letiště Dublin	26 561 275
Letiště Dublin	Letiště Londýn Heathrow	26 561 275
Letiště Berlín Tegel	Letiště Frankfurt am Main	26 421 136
Letiště Frankfurt am Main	Letiště Berlín Tegel	26 420 249
Letiště Řím Fiumicino	Letiště Milan Malpensa	26 141 972

Tabulka 6 zobrazuje výsledná největší spojení identifikovaná postupem zpracování 2 mezi Evropou a USA.

Tabulka 6 největší spojení mezi Evropou a USA dle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 2

Spojení Evropa – Spojené státy americké		Počet přepravených cestujících
Letiště Londýn Heathrow	Letiště John F. Kennedy	42 764 959
Letiště Paříž Charles de Gaulle	Letiště John F. Kennedy	21 748 265
Letiště London Gatwick	Letiště Orlando	10 930 989
Letiště Frankfurt am Main	Letiště Chicago O'Hare	10 906 273
Letiště Frankfurt am Main	Letiště John F. Kennedy	10 387 547
Letiště Amsterdam Schiphol	Letiště Detroit	9 869 489
Letiště Adolfo Suárez Madrid Barajas	Letiště John F. Kennedy	9 308 242
Letiště Amsterdam Schiphol	Letiště John F. Kennedy	8 839 289
Letiště Řím Fiumicino	Letiště John F. Kennedy	8 662 482
Letiště Dublin	Letiště John F. Kennedy	7 629 123

Tabulka 7 zobrazuje výsledná největší spojení identifikovaná postupem zpracování 2 mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem.

Tabulka 7 největší spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou dle počtu přepravených cestujících od roku 2004 do roku 2018 podle postupu zpracování 2

Spojení Evropa – Čína + Hongkong		Počet přepravených cestujících
Letiště Londýn Heathrow	Letiště Hong Kong	21 876 575
Letiště Paříž Charles de Gaulle	Letiště Hong Kong	8 310 347
Letiště Frankfurt am Main	Letiště Peking	8 143 843
Letiště Paříž Charles de Gaulle	Letiště Peking	7 395 890
Letiště Frankfurt am Main	Letiště Hong Kong	6 848 652
Letiště Amsterdam Schiphol	Letiště Hong Kong	5 821 356
Letiště Mnichov	Letiště Peking	3 185 421
Letiště Řím Fiumicino	Letiště Hong Kong	2 512 753
Letiště Helsinky	Letiště Peking	2 237 027

2.3.3. Zhodnocení a validace výsledků

Důležitost leteckého spojení lze uvažovat z různých úhlů pohledu, jedná se o velmi obecný pojem, jehož význam může mít různé interpretace a závisí na autorovi, jaký pohled ve své práci použije. V této práci je důležitost spojena s počtem přepravených cestujících. Nejdůležitějším spojením a letištěm je to, které přepravilo největší počet cestujících.

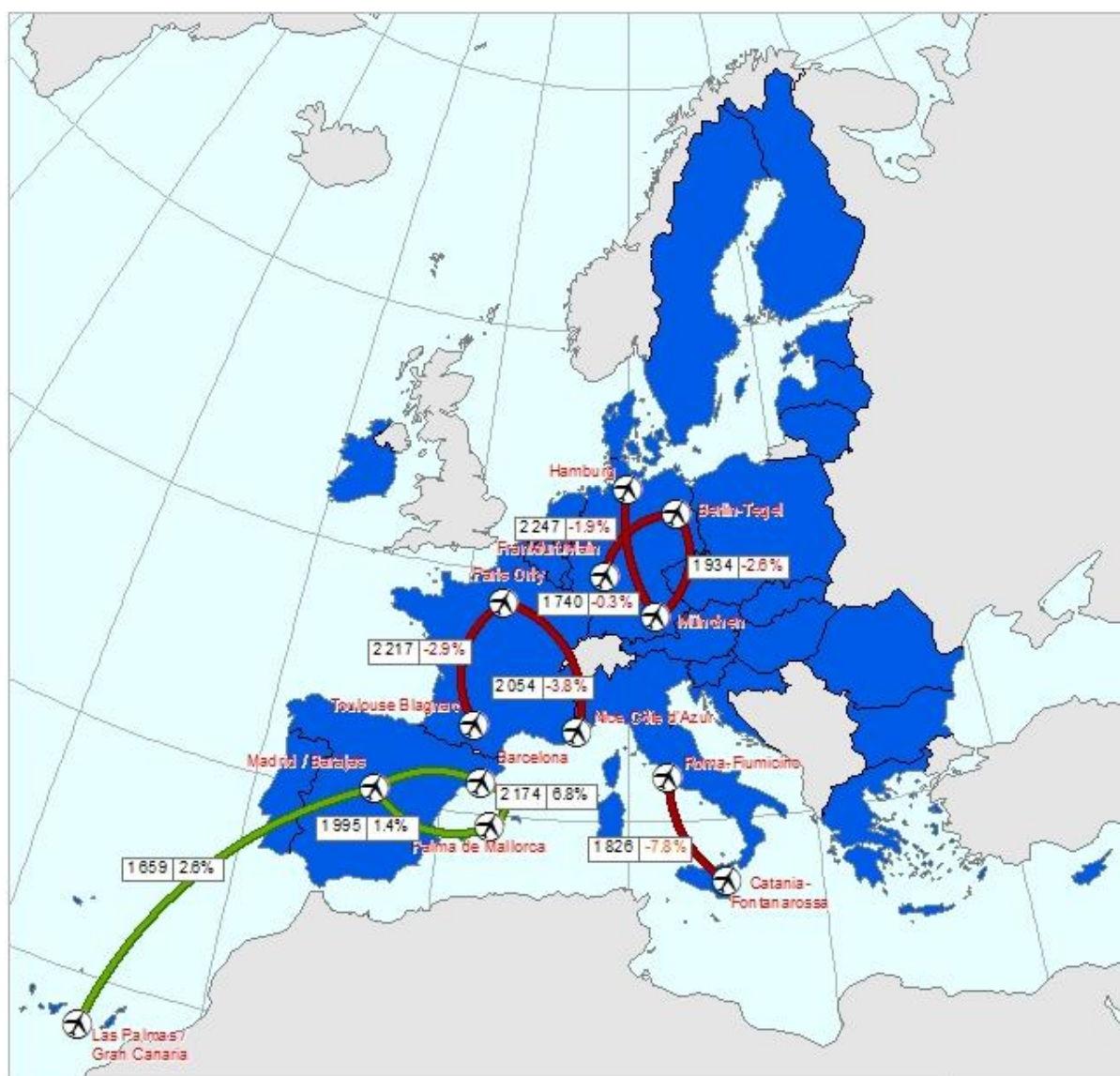
Pro identifikaci nejdůležitějších spojení byly aplikovány dva způsoby zhodnocení. Každý způsob zpracování využívá odlišný postup zhodnocení významnosti dle počtu přepravených cestujících. Použitím dvou metod byla snaha eliminovat možné chyby. První způsob zpracování vychází z prvotní identifikace letiště s největším počtem přepravených cestujících, na základě takto určených letišť jsou dále identifikována pouze největší spojení daného letiště. Tento způsob zpracování udává pouze spojení, která přepravila největší počet cestujících na nalezených letištích s největším počtem přepravených cestujících. Možnou chybou vznikající z použití tohoto způsobu zpracování je zanedbání větších spojení. Zanedbání nastane v případě takových spojení, jejichž počátek se nenachází na identifikovaném letišti, které přepravilo největší počet cestujících. Druhý způsob zpracování pracuje pouze s omezeným počtem spojení. Nevýhoda tohoto postupu spočívá v samotném výběru těchto spojení. V této práci je zpracovááno pouze 128 spojení, což je pouze zlomek ze všech evropských spojení. Tato metoda by byla vhodná a eliminovala by použití způsobu zpracování 1, kdyby existoval soubor v rámci Eurostatu, který obsahuje veškerá evropská spojení a z nich by bylo možné vyhodnotit největší spojení.

Pro kontrolu výsledků je uvedena tabulka 8 a obrázek 15. Tabulka 8 zobrazuje srovnání letišť na území Evropy dle počtu přepravených cestujících. Data jsou dostupná z Atlas of the Sky [64], který spadá stejně tak jako Eurostat pod Evropskou komisi a je zde srovnání největších letišť za vybrané období. Tabulka 8 je porovnávána s tabulkou 1 vypracovanou na základě zpracovávaných dat. Cílem tohoto zobrazení je kontrola správnosti postupu. V tabulce 8 je zahrnuté letiště Istanbul Ataturk. Toto letiště se nenachází ve zpracované tabulce 1 z důvodu absence dat z Eurostatu. Dále jsou patrné rozdíly v počtu přepravených cestujících některých letišť. Rozdíl je v desítkách přepravených cestujících, pořadí těmito odlišnostmi není pozměněno.

Tabulka 8 srovnání největších letišť dle počtu přepravených cestujících za rok 2018 [64]

	Počet přepravených cestujících
Letiště Londýn Heathrow	80 016 117
Letiště Paříž Charles de Gaulle	72 196 444
Letiště Amsterdam Schiphol	70 979 498
Letiště Frankfurt Main	69 386 005
Letiště Istanbul Ataturk	68 357 275
Letiště Madrid Barajas	57 824 656
Letiště Barcelona El Prat	50 118 800
Letiště Mnichov	46 205 929
Letiště Londýn Gatwick	46 081 327
Letiště Řím Fiumicino	42 894 217

Obrázek 14 zobrazuje největší letištní páry za sledované období v roce 2019. Bylo provedeno srovnání poznatků ze zdrojového dokumentu obrázku 14 s poznatky zjištěnými v této práci, došlo ke shodné identifikaci některých spojení, jako je například spojené letiště Mnichov – letiště Berlín Tegel, letiště Frankfurt – letiště Berlín Tegel, letiště Paříž Orly – letiště Toulouse Blagnac, letiště Orly – letiště Nice, letiště Madrid – letiště Barcelona. Tato srovnání jsou ilustrační a jsou použity s cílem potvrzení základních předpokladů. Pokud by byly srovnávány stejné časové úseky, toto srovnání by nebylo považováno za ilustrační.



Obrázek 14 deset největších letištních párů v Evropské unii v roce 2019 [59]

2.4. Definice pandemií a mimořádných událostí

Získaná data počtu přepravených cestujících na jednotlivých spojeních a letištích jsou sloučená do souboru „data__statistika__bk.csv“, tento soubor je součástí přílohy. V tomto souboru se nachází měsíční počty přepravených cestujících uspořádané chronologicky. Jedná se o nezávislou časovou řadu, kdy v průběhu je sledována dynamika jednotlivých jevů. Jevy popisované v této práci jsou pandemie a mimořádné události, které jsou vyjádřené v posloupnosti jedniček a nul. Jedna má význam existence či vlivu na letecký provoz, nula znamená, že daný jev neprobíhá nebo nemá vliv na letecký provoz. Výběr těchto všech parametrů je kompromis mezi jednoduchostí a silou výsledného modelu. Události, které byly v analýze uvažovány, jsou ty, které měly významný dopad na světové regiony či světovou ekonomiku nebo o jejichž vlivu na letecký provoz pojednávají někteří autoři. Při výběru událostí bylo nutné dodržet následující podmínky zahrnutí jevů:

- Uvažované jevy byly některou z pověřených či odpovědných institucí definované jako „pandemie“
- Uvažované jevy a jejich vliv byl popisován v souvislosti s leteckým provozem
- Uvažované jevy měly dopad na letecký provoz

První uvažovanou mimořádnou událostí je finanční recese na počátku století. Tato událost je definována od ledna 2000 do prosince 2001. Jedná se o období, kdy byla touto událostí v dané období zasažena Evropa reprezentovaná největším subjektem Evropskou unií, která je jádrem výzkumu. Recese na počátku století byla způsobena zhroucením bubliny dot.com v roce 2000 [43]. Tato událost způsobila mírnou recesi téměř po celém světě. Doba trvání použitá v této práci je 24 měsíců. Oslabení evropské ekonomiky je možné pozorovat na vývoji směnného kurzu Euro – dolar na grafu 15, podle kterého byl realizován výběr intervalu [65].



Obrázek 15 vývoj směnného kurzu Euro – dolar od roku 2000 do roku 2004 [65]

Teroristické útoky v září 2001 bylo nutné posuzovat z jiného pohledu než zbylé události. Na rozdíl od případů nákaz či finančních krizí, které se vyskytují v určitém časovém úseku, který lze relativně časově ohraničit, veškeré teroristické útoky se odehrály během jednoho dne a to 11. září. Při použití pouze časového úseku září 2001 by nebylo možné identifikovat vliv události a sledovat poklesy letecké dopravy způsobené touto událostí. Časové období od září 2001 do prosince 2002 bylo definováno na základě zpráv zpracovávaných statistickým úřadem Eurostat, který sleduje vliv krize pro roky 2001 a 2002 [52], doba trvání činí 16 měsíců. Vliv nákazy SARS byl definován od listopadu 2002 do června 2003, toto rozmezí odpovídá výskytu nákazy od prvního identifikované případu do zveřejnění oznámení Světové zdravotnické organizace o zvládnutí pandemie, která byla uveřejněna 5. července 2003 [14], sledované období je 8 měsíců. Tyto uvedené tři události významně ovlivnily letecký provoz na počátku století a každá je v rámci práce sledována individuálně.

Další událostí je epidemie ptačí chřipky v roce 2005. Tato událost je v rámci této práce zpracovávána na základě sledování organizací IATA, kde byl vliv této epidemie porovnáván s ostatními nákazami, které ovlivnily letecký provoz [10]. Tato pandemie nákazy H5N1 byla definována pro rok 2005, který IATA sleduje ve své práci, sledované období je 12 měsíců.

Finanční krize je definována od prosince 2007 do června 2009 [66]. Finanční krize má různé dopady na různé státy, jinak působí na státy s monetární politikou jinak působí na státy s fiskální politikou. Krize mohla mít na jednotlivé státy různé dopady lišící se v délce trvání či intenzitě dopadů. Toto rozmezí je univerzální volbou, jehož délka sledovaného období činí 19 měsíců. V období krize se též začala šířit nákaza viru H1N1 a vyvolala pandemii nákazy prasečí chřipky. Tato událost byla definována od března 2009 do října 2010, sledovaný interval je dvacet měsíců. Erupce sopky Eyjafjallojokull je definována od března 2010 do července 2010, jedná se o období čtyř měsíců od obnovení sopečné činnosti do utichnutí. Přímý vliv způsobený především uzavíráním leteckých prostorů nad státy byl zaznamenán v dubnu a květnu. Pro zjištění dopadu bylo použito delší období, je vhodnější použít větší rozmezí odpovídající datům pro získání výsledků [55].

Stejně tak jako šíření ptačí chřipky v roce 2005, tak i vliv ptačí chřipky v roce 2013 byl sledován organizací IATA [10]. První případ nákazy H7N9 se objevil v Číně v březnu 2013 [31]. V rámci této práce je sledován vliv šíření tohoto viru od prvního případu do konce roku 2013, tedy po dobu deseti měsíců. Šíření nákazy MERS je definováno od května 2015 do prosince 2015. Jedná se o období osmi měsíců, kdy se nákaza MERS vyskytovala v Jižní

Koreji. Je dokázáno, že nákaza byla přepravena za pomoci letecké dopravy, přilet nakažených cestujících z Blízkého východu [15]. Šíření nákazy Ebola je definováno od prosince 2013 do prosince 2015, ale jelikož šíření probíhalo především na území Afriky a přenos za pomoci letecké dopravy byl prokázán je mezi sousedními státy v Africe, minimální lety mimo kontinent, je zde tento údaj uveden a v práci se s touto nákazou nepracuje [35].

Nákaza Covid – 19 je definována od listopadu 2019 do současnosti (dostupná data duben 2021), toto rozmezí odpovídá výskytu nákazy, tj. od prvního prokázaného výskytu do dnešních dnů (dostupná data duben 2021), kdy Covid – 19 stále ovlivňuje letecký provoz [20].

Obrázek 16 zobrazuje náhled zdrojového souboru „data__statistika__bk.csv“, kde se nacházejí sloupce s definovanými událostmi za pomoci jedniček a nul, data pro jednotlivá spojení a letiště a definované roky a měsíce.

time	year	month	2001_FC	2001_TER	2003_SAR	2005_FLU	2008_FC	2009_SF	2010_ER	2012_MER	2014_EB	2019_CV	MAD_BCN	BCN_MAD	LPA_MAD
2000M01	2000	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131702	127125	42835
2000M02	2000	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159628	157147	36783
2000M03	2000	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186789	181507	45674
2000M04	2000	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150840	147094	50767
2000M05	2000	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178298	178357	47952
2000M06	2000	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183045	178680	45558
2000M07	2000	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155336	160458	57774
2000M08	2000	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97579	97264	62574
2000M09	2000	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167009	164370	54076
2000M10	2000	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189835	190356	49814
2000M11	2000	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185351	184929	43125
2000M12	2000	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151548	153078	52065
2001M01	2001	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324244	325503	91249
2001M02	2001	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	348599	348917	84717
2001M03	2001	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377742	379951	88704
2001M04	2001	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	331149	332377	110492
2001M05	2001	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	368445	369794	91889
2001M06	2001	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	370133	373511	96992
2001M07	2001	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321970	321476	118519
2001M08	2001	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201140	204485	138921

Obrázek 16: náhled soubor "data__statistika__bk.csv"

3. Výběr statistických metod a programovacích prostředků

Získaná data z Eurostatu jsou sledována z pohledu časové řady. Časová řada je posloupnost dat, která jsou sledována chronologicky [67]. Jednotkou je počet přepravených cestujících za jeden měsíc. Získaná data se načítají ze souboru „data_statistika_bk.csv“. Sestrojení výpočetního kódu je provedeno za pomoci programovacího jazyka R v aplikaci RStudio. Prostředí aplikace RStudio poskytuje rozsáhlé statistické metody. Pro každé letecké spojení je vytvořený lineární model. Motivací pro použití lineárního modelu je především využitelnost v běžné praxi. Tento model je specifický, že dává symbolický popis lineárního prediktoru a popis rozdělení chyb [68]. Následující vzorec představuje rovnici lineárního modelu.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Rovnice 1: model lineární regrese

$$H_0: \beta_i = 0$$

Rovnice 2: testová nulová hypotéza

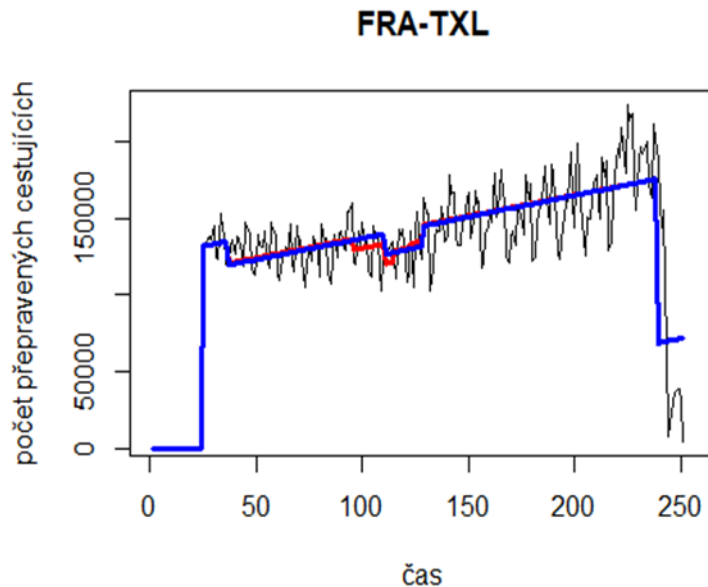
$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Rovnice 3: alternativní hypotéza

3.1. Sestrojení výpočetního kódu

Jak bylo zmíněno v kapitole Výběr statistických metod a programovacích prostředků, veškeré statistické zpracování a analýzy probíhají v programu RStudio. Výstupem práce v toto programu je lineární model popisující vliv událostí na vývoj počtu přepravených cestujících.

Příkladem výstupu vytvořeného modelu je zobrazen na obrázku 17, jedná se o konkrétní případ spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel, na kterém bude v následujících řádcích popsán vytvořený model.



Obrázek 17 příklad zobrazení počtu přepravených cestujících a lineárních modelů

Na vodorovné ose je zobrazen čas, kdy počátek sledování odpovídá prvnímu lednu roku 2000. Na svislé ose se nacházejí hodnoty vyjadřující množství přepravených cestujících. Data obsažená v příloze „data_statistika_bk.csv“ jsou vykreslena černou čarou na obrázku 17. Na obrázku se nacházejí dva modely zobrazené červenou čarou a modrou čarou. Model, který je vyobrazen červeně, představuje původní model, který pro danou oblast uvažuje předem definované mimořádné události a pandemie. Pro evropský region jsou to finanční recese na počátku století, teroristické útoky, finanční krize, šíření nákazy H1N1, erupce sopky Eyjafjallajökull na Islandu, šíření nákazy Covid-19. Pro severoamerický region je navíc uvažován vliv šíření nákazy SARS a pro východoasijský region je uvažován navíc vliv šíření nákazy SARS, H5N1, H7N9 a MERS. Tento model obsahuje veškeré události a p-hodnoty některých z nich nespádají do hodnoty 0,05. Proto je aplikována syntaktická metoda shora dolů, kdy jsou postupně odstraňovány události s nejvyšší p-hodnotou. Výsledný model, zobrazený modrou barvou, obsahuje pouze je ty události, jejichž p-hodnota spadá do hodnoty 0,05. Cílem je vytvořit model, který bude co nejvíce odpovídat skutečnosti, vytvořit co nejjednodušší model, kterým je popsáno co největší procento variability dat.

Sestrojení výpočetního kódu a postup získání lineárního modelu jsou popsány v následujících řádcích. Nejprve bylo provedeno načtení dat ze souboru „*data_statistika_bk.csv*“, který obsahuje data uspořádané do časových řad pro jednotlivá spojení a definované mimořádné události a pandemie. Sběr a zpracování dat bylo popsáno v předchozích podkapitolách Zdroje dat, Metodika sběru dat a v kapitole Definice pandemií a mimořádných událostí.

Obrázek 18 obsahuje část kódu pomocí něhož bylo provedeno načtení zdrojových dat. Příkaz „*read.csv()*“ patří mezi další varianty příkazu „*read.table*“. Soubor načtený příkazem „*read.csv()*“ obsahuje hlavičky se jmény proměnných „*header=TRUE*“. Pomocí příkazu byl obsah souboru „*data_statistika_bk.csv*“ načten do proměnné *data*, v uvozovkách parametru „*sep*“ je uveden znak oddělující sloupce v souboru. V uvozovkách parametru „*na.strings*“ je uveden řetězec označující chybějící hodnoty [69].

```
data <- read.csv(file = "data_statistika_bk.csv", sep = ";", na.strings = c("", ":"), encoding = "UTF8")
```

Obrázek 18 příkaz načtení zdrojových dat

Z důvodu nekonzistentní délky časového intervalu, kdy používaná časová jednotka „měsíc“ může nabývat hodnoty od 28 do 31 dnů, je délka přepočítaná na jednotnou délku 30 dnů. V rámci tohoto přepočtu je nutné uvažovat i přestupné roky, které během tohoto sledovaného období vycházely na rok 2000, 2004, 2008, 2012, 2016 a 2020. Část kódu představuje sekvenci přestupného roku, který se vyskytuje jednou za čtyři roky s „klasickými“ roky, zobrazeno na obrázku 19. Načtením dat a první částí přepočtu počtu dní končí společná část výpočetního kódu a následují jednotlivé výpočetní kódy pro jednotlivá spojení a letiště.

```
data$days <- c(rep(c(31,29,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31,31,28,31,30),5), rep(c(31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31),3))
```

Obrázek 19 sekvence přestupných a nepřestupných roků

Obrázek 20 zobrazuje zbylou část výpočetního kódu, který přepočítává počet dnů na celkových třicet, aby se předešlo zkreslení vznikající z nestejně délky intervalu. Výraz „spojení/letišť“ je zástupný znak, který značí, že jsou zpracovávána data některého konkrétního spojení či letiště. Jak bylo řečeno v kapitole Výběr statistických metod a programovacích prostředků k analýze dopadů pandemií a mimořádných událostí na vývoj leteckého provozu je využito lineárního modelu.

```
data$"spojení/letišť"_30 <- data$"spojení/letišť"/data$days * 30
```

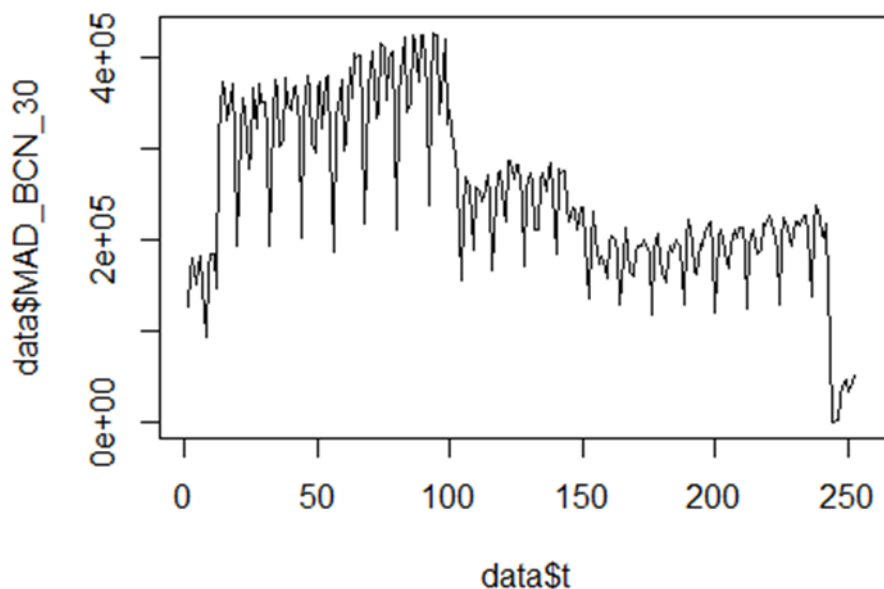
Obrázek 20 přepočtení jednotky "měsíc"

Pro dobrou vizualizaci a uvedení do situace je vhodné si dostupná data vykreslit, což je provedeno příkazem na obrázku 21. Jedná se o vykreslení přepočtených dat za pomoci spojnicového grafu.

```
plot(data$"spojení/letišť"_30~data$t, t = "l")
```

Obrázek 21 příkaz vykreslení přepočtených dat

Obrázek 22 obsahuje vykreslená přepočtená data, jedná se o výstup z příkazu „plot“, který byl zobrazen na obrázku 21.



Obrázek 22 vykreslení dat funkcí „plot“

Vytvoření lineárního modelu je provedeno za pomoci příkazu „glm“. Příkaz „glm“ umožňuje na rozdíl od funkce „lm“, která má Gaussovské rozdělení, zadat i fit funkci, která umožňuje uvažovat i jiná rozdělení. Jelikož nebylo definováno v rámci této práce jiné rozdělení, program automaticky užívá defaultně nastavené Gaussovské rozdělení. Obrázek 23 představuje funkci „glm“. Funkce „lm“ udává residual standart error, multiple R-squared a adjusted r-squared a příkaz se nachází na obrázku 24

```
lm_"spojení/letišťe"1 <- glm(data$"spojení/letišťe"_30~data$t + ... + data$X2019_CV)
```

Obrázek 23 lineární model vytvořený příkazem „glm“

```
lm_"spojení/letišťe"1 <- lm(data$"spojení/letišťe"_30~data$t + ... + data$X2019_CV)
```

Obrázek 24 lineární model vytvořený příkazem "lm"

První lineární model v rámci této práce obsahuje veškeré uvažované vlivy. Za pomoci syntaktické metody shora dolu jsou následně postupně odebírána ta spojení s největší p-hodnotou. Tento proces se opakuje až do doby, kdy zbydou pouze jen ty statisticky významné události. Výsledný lineární model obsahující pouze statisticky významné události. Postup je zobrazen na obrázku 25.

```
1.krok Coefficients: (2 not defined because of singularities)
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  98960.21   6301.55  15.704 < 2e-16 ***
data$t       331.63     37.66    8.805 3.86e-16 ***
data$X2001_FC      NA         NA         NA      NA
data$X2001_TER 17223.26   5896.32    2.921 0.00385 **
data$X2008_FC  -4785.97   5994.17   -0.798 0.42547
data$X2009_SF      NA         NA         NA      NA
data$X2010_ER  -6531.24  10587.52   -0.617 0.53795
data$X2019_CV -109915.63  7419.38  -14.815 < 2e-16 ***

2.krok Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  98960.21   6301.55  15.704 < 2e-16 ***
data$t       331.63     37.66    8.805 3.86e-16 ***
data$X2001_TER 17223.26   5896.32    2.921 0.00385 **
data$X2008_FC  -4785.97   5994.17   -0.798 0.42547
data$X2010_ER  -6531.24  10587.52   -0.617 0.53795
data$X2019_CV -109915.63  7419.38  -14.815 < 2e-16 ***

3.krok Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  98294.73   6199.86  15.854 < 2e-16 ***
data$t       334.48     37.33    8.961 < 2e-16 ***
data$X2001_TER 17758.88   5823.90    3.049 0.00257 **
data$X2008_FC  -4420.14   5956.44   -0.742 0.45887
data$X2019_CV -109949.33  7408.83  -14.840 < 2e-16 ***

4.krok Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  96392.93   5639.68  17.092 < 2e-16 ***
data$t       343.75     35.14    9.783 < 2e-16 ***
data$X2001_TER 19238.95   5466.21    3.520 0.000524 ***
data$X2019_CV -110318.45  7384.66  -14.939 < 2e-16 ***
```

Obrázek 25 aplikace syntaktické metody shora dolu

Funkce „summary“ vytváří souhrn výsledků funkcí, příkaz je zobrazen na obrázku 26.

```
summary(lm_"spojení/letišťe"1)
```

Obrázek 26 příkaz "summary"

Společné vykreslení jednotlivých modelů a dat je provedeno příkazy zobrazenými na obrázku 27 a 28. Příkaz plot vykreslí znovu přepočtená data a vytvoří graf. Příkaz „xlab“ vytvoří popisek pro vodorovnou osu grafu, příkaz „ylab“ vytvoří popisek pro svislou osu grafu, název grafu se vytvoří za pomoci příkazu „main“. Tento postup je zobrazen na obrázku 27.

```
plot(data$"spojení/letišťe"_30, type = "l", xlab = "čas", ylab  
= "počet přepravených cestujících", main = "název spojení/letišťe")
```

Obrázek 27 vykreslení výsledků

Příkazy na obrázku 28 vykreslí do vytvořeného grafu vytvořeným příkazem na obrázku 22 vytvořené lineární modely, které byly odlišeny různým použitím barev. Výsledné vykreslení je zobrazeno na obrázku 17.

```
fit <- c(rep(0,0), lm_"spojení/letišťe"1$fitted.values)  
lines(fit, col = "red", lwd = 3)  
fit2 <- c(rep(0,0), lm_"spojení/letišťe"2$fitted.values)  
lines(fit2, col = "blue", lwd = 3)
```

Obrázek 28 příkaz vykreslení společných výsledků

Spuštěním vytvořeného kódu se získají jak grafy, tak i další parametry. Pro lepší vizualizaci jsou zde uvedené získané parametry spojení letišť Frankfurt a letišť Berlín Tegel. Část nazvaná „Call“ na obrázku 29 představuje, jakým způsobem byla daná funkce volána.

```
## Call:  
## lm(formula = data$FRA_TXL_30 ~ data$t + data$X2001_TER +  
data$X2009_SF +  
##      data$X2019_CV)
```

Obrázek 29 příkaz „call“

Residuals na obrázku 30 uvádí rezidua, nejmenší, největší, kvartily a medián. Jedná se o základní distribuční vlastnosti.

```
Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -67305 -13894      -45  12257 118274
```

Obrázek 30 rezidua

Část na obrázku 31 zvaná Coefficients uvádí příslušné koeficienty. Sloupec označený Estimate obsahuje odhady parametrů. Sloupec Std. Error sloupec obsahuje chyby odpovídající odhadům, sloupec t value uvádí příslušné t-statistiky, Pr(...) sloupec uvádí pravděpodobnost, že příslušné t-statistiky padnou do kritického oboru, jedná se o p-hodnotu. Statisticky významné parametry jsou označeny značkou. Hranice významnosti je standartně nastavena na hodnotu 0,05. Odhad parametru Intercept představuje hodnotu pro prosinec 1999 nebo také β_0 .

```
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   109000.65   4268.36  25.537 <2e-16 ***
## data$t         278.45     28.09   9.914 <2e-16 ***
## data$X2001_TER 15713.68   7550.32  2.081  0.0386 *
## data$X2009_SF -13391.68   5750.17 -2.329  0.0208 *
## data$X2019_CV -106928.34   7283.76 -14.680 <2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 23170 on 222 degrees of freedom
## (29 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.5208, Adjusted R-squared:  0.5122
## F-statistic: 60.33 on 4 and 222 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Obrázek 31 koeficienty

Pokud byly nalezeny pouze statisticky významné události je možné sestavit rovnici výsledného lineární modelu. Pro spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel je představena na obrázku 32. Označení \widehat{FRATXL} představuje odhad.

$$\widehat{FRATXL} = 109000,65 + 278045 \cdot t + 15713,68 \cdot X2001TER - 13391,68 \cdot X2009SF - 106928,34 \cdot X2019CV$$

Obrázek 32 rovnice výsledného modelu příklad spojení FRA-TXL

V posledním odstavci jsou uvedeny následující parametry. Residual standard error, což je chyba modelu. Dalšími získanými parametry jsou koeficient determinace (multiple R-squared) a upravený koeficient determinace (adjusted R-squared). Následující rovnice vysvětlují výpočet těchto získaných parametrů.

$$SE_{RES} = \sqrt{SS_{RES}/df_{RES}}$$

SS_{RES} reziduální suma čtverců

df_{RES} reziduální stupně volnosti

Rovnice 4: chyba modelu





$$R^2 = 1 - SS_{RES}/SS_{TOT}$$

SS_{TOT} celková suma čtverců

Rovnice 5: koeficient determinace

Koeficient vícenásobné determinace nabývá od nuly do jedné, hodnota jedna znamená dokonalou predikci. Je-li tato hodnota vynásobena stem, získá se procentuální hodnota schopnosti proměnných popsat variabilitu dat. V posledním řádku obrázku 31 je uveden parametr F - statistic, jedná se o příslušnou statistiku včetně stupňů volnosti a p-hodnoty [70].

4. Vyhodnocení dopadů mimořádných událostí na vybraná letecká spojení

Vyhodnocení dopadů je provedeno na základě vytvořeného modelu a prokázání statistické významnosti událostí, které měly vliv na počet přepravených cestujících na jednotlivých spojeních a letištích. Pro každé zkoumané spojení či letiště je vytvořený model a tabulka s výsledky, která byla vytvořena pro nejdůležitější letecká spojení. Tyto tabulky a přílohy jsou součástí příloh. Vliv pandemií a mimořádných událostí je zkoumán jak na nejdůležitějších spojeních podle postupu zpracování 1, tak i dle postupu zpracování 2, zde jsou ze získaných spojení uvedena zbylá spojení, která nebyla vybrána prvním postupem zpracování. Ta spojení, která nebyla identifikována jak metodou zpracování 1, tak metodou zpracování 2, byla přesto podrobena analýze a pro každé spojení byl vytvořen výsledný lineární model. Tato spojení, jejichž počet je přibližně 100, jsou s příslušnými modely umístěné jako součást elektronické přílohy. Pro každé identifikované nejdůležitější spojení je v tabulkách příloh uvedena konstanta *multiple R-squared*, pokud je tato konstanta násobená stem, udává počet procent popsané variability dat. Optimální hodnota je padesát procent a výše, což většina spojení toto kritérium splňuje. Hodnota je stanovena na základě pozorovatele a jeho nároků. Tabulky, které jsou součástí příloh, uvádí jak tuto konstantu, tak i jiné hodnoty a parametry jako například konstanty a označení dopadu pandemií a mimořádných událostí. Označení je dvojí: „“ a „“. Značení „“ představuje pozitivní vliv jevu na vývoj počtu přepravených cestujících tzn. počet přepravených cestujících leteckou dopravou na daném spojení se vlivem dané události či pandemie zvýšil. Naopak označení „“ představuje negativní vliv na vývoj počtu přepravených cestujících tzn. počet cestujících přepravených leteckou dopravou se vlivem dané události či pandemie snížil. Veškeré obsažené tabulky byly vytvořeny na základě výsledů získané z programu RStudio. Kompletní výsledky, vstupy a výsledné výstupy z programu se nacházejí v elektronické příloze bakalářské práce“

4.1. Spojení Evropa – Evropa

Tabulky nacházející se v Příloze 1 obsahují výsledky provedené analýzy vlivu pandemií a mimořádných událostí na nejdůležitější letecká spojení na území Evropy. V oblasti evropského kontinentu je uvažován vliv šesti následujících událostí:

- Finanční recese na počátku století
- Teroristické útoky z roku 2001
- Finanční krize v roce 2008
- Šíření nákazy prasečí chřipky H1N1
- Erupce sopky Eyjafjallajökull na Islandu v roce 2010
- Šíření nákazy Covid-19

Vliv těchto událostí je zkoumán na spojeních vyhodnocených jako nejdůležitější z hlediska počtu přepravených cestujících v rámci této práce v kapitole Identifikace nejdůležitějších spojení. Výsledné tabulky pro letecká spojení v Evropě se nacházejí v příloze 1, jedná se o následující spojení:

- Letiště Londýn Heathrow – letiště Dublin
- Letiště Charles de Gaulle – letiště Řím Fiumicino
- Letiště Frankfurt – letiště Berlín Tegel
- Letiště Amsterdam – letiště Londýn Heathrow
- Letiště Madrid – letiště Barcelona
- Letiště Mnichov – letiště Berlín Tegel
- Letiště Londýn Gatwick – letiště Málaga
- Letiště Řím Fiumicino – letiště Milan
- Letiště Barcelona – letiště Madrid
- Letiště Paříž Orly – letiště Toulouse
- Letiště Paříž Orly – letiště Nice
- Letiště Nice – letiště Paříž Orly
- Letiště Dublin – letiště Londýn Heathrow
- Letiště Berlín Tegel – letiště Frankfurt

Tabulky v příloze 1 obsahují odhady parametrů, rozmezí dostupných dat neboli interval sledovaného období, výslednou rovnici modelu, údaje získané z vytvořeného programu a graf zobrazující vývoj počtu přepravených cestujících a grafické zobrazení modelů. Odhady parametrů jsou doplněny o šipky, které symbolizují negativní či pozitivní vliv na letecké spojení, zelená šipka nabývá významu pozitivního, počet přepravených

cestujících leteckou dopravou na sledovaném spojení se v období výskytu dané události zvýšil. Červená šipka nabývá významu negativního dopadu, počet cestujících leteckou dopravou se v období definovaného jevu snížil. Rozmezí dostupných dat udává sledované časové rozmezí. Výsledná rovnice modelu je založena na výsledných odhadech parametrů. Grafické zobrazení vykresluje data počtu přepravených cestujících leteckou dopravou na daném spojení. Grafické zobrazení též obsahuje původní model, který uvažuje vliv veškerých událostí na dané spojení pro Evropu, který je zobrazen červenou čarou. Výsledný model, který uvažuje pouze statisticky významné události, který je zobrazen modrou čarou.

Tabulka 9 zobrazuje zjednodušené výsledky provedené analýzy na vybraná nejdůležitější spojení. Jedná se o zjednodušený přehled, který by měl jednoduše popsat výsledky analýzy na nejdůležitější letecká spojení. Šipky obsažené v tabulce 9 značí, zda se jednalo o pozitivní či negativní vliv sledovaného jevu, zmíněno v předchozím odstavci výše. Vybraná evropská spojení mají společnou událost, která je negativně ovlivnila, a to šíření nákazy Covid-19, šíření nákazy bylo prokázáno na všech spojeních. Na šesti z vybraných čtrnácti leteckých spojení byl prokázán negativní vliv času, u třech spojení byl prokázán pozitivní vliv času a u pěti spojení nebyl prokázán ani negativní ani pozitivní vliv času. U čtyřech evropských spojení byl prokázán vliv finanční recese na počátku století, pozitivní vliv byl prokázán na spojení letiště Amsterdam a letiště Londýn Heathrow, na zbylých spojeních byl prokázán vliv negativní. V případě některých spojení nebyla dostupná data, takže nebylo možné prokázat vliv této události. Pozitivní vliv teroristických útoků byl prokázán pouze u spojení, a to u spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel. Negativní vliv teroristických útoků byl prokázán na spojení letiště Řím Fiumicino a letiště Milan Malpensa. Vliv finanční krize byl prokázán u dvou spojení, spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Fiumicino a spojení letiště Řím Fiumicino a letiště Milan Malpensa, v obou případech se jednalo o pozitivní vliv. Negativní vliv šíření prasečí chřipky byl prokázán na sedmi spojeních. Pro evropská spojení nebyl prokázán vliv erupce sopky na Islandu v roce 2010.

Tabulka 9 dopady pandemií a mimořádných spojení na evropská spojení

	Čas	Finanční recese	Teroristické útoky	Finanční krize	Prasečí chřipka	Erupce	Covid-19
LHR – DUB	↓				↓		↓
CDG – FCO				↑			↓
FRA – TXL	↑		↑		↓		↓
AMS – LHR	↓	↑			↓		↓
MAD – BCN	↓	↓					↓
MUC – TXL	↑				↓		↓
LGW – AGP							↓
FCO – MXP	↓	↓	↓	↑	↓		↓
BCN – MAD	↓	↓					↓
ORY – TLS							↓
ORY – NCE							↓
NCE – ORY							↓
DUB – LHR	↓				↓		↓
TXL – FRA	↑		↑		↓		↓

4.2. Spojení Evropa – Spojené státy americké

Tabulky v příloze 2 obsahují výsledky provedené analýzy vlivu pandemií a mimořádných událostí na nejdůležitější letecká spojení mezi Evropou a Spojenými státy americkými. Na spojení Evropa a USA byl uvažován vliv následujících událostí:

- Finanční recese na počátku století
- Teroristické útoky z roku 2001
- Šíření nákazy SARS
- Finanční krize
- Šíření prasečí chřipky H1N1
- Erupce sopky Eyjafjallajökull v roce 2010 na Islandu
- Šíření nákazy COVID-19.

Na rozdíl od Evropy, zde přibyl jeden sledovaný jev, a to šíření nákazy SARS. IATA sledovala vliv šíření nákazy SARS na severoamerický letecký provoz [11], z tohoto důvodu je tento jev sledován. Každá tabulka v příloze 2 obsahuje odhad koeficientů pro statisticky významné události, rozmezí pro dostupná data daného spojení, výslednou rovnici lineárního modelu, výsledky získané ze statistického programu a graf zobrazující vývoj počtu přepravených cestujících leteckou dopravou v průběhu sledovaného období a vytvořené lineární modely pro nejdůležitější spojení mezi Evropou a USA, která byla identifikována v kapitole Nejdůležitější spojení. Sledovaná spojení jsou následující:

- Letiště Londýn Heathrow – letiště John F. Kennedy
- Letiště Charles de Gaulle – letiště John F. Kennedy
- Letiště Frankfurt – letiště Chicago O´Hare
- Letiště Amsterdam – letiště Detroit
- Letiště Madrid – letiště John F. Kennedy
- Letiště Mnichov – letiště Chicago O´Hare
- Letiště Londýn Gatwick – letiště Orlando
- Letiště Řím Fiumicino – letiště John F. Kennedy
- Letiště Barcelona – letiště John F. Kennedy
- Letiště Frankfurt – letiště John F. Kennedy
- Letiště Amsterdam – letiště John F. Kennedy
- Letiště Dublin – letiště John F. Kennedy

Tabulka 10 obsahuje zjednodušené výsledky obsažené v příloze 2 pro spojení mezi Evropou a USA, cílem této tabulky je zjednodušený přehled dopadů jednotlivých jevů. U

devíti ze dvanácti vybraných uvažovaných spojení mezi Evropou a USA byl prokázán pozitivní vliv času, negativní vliv času na počet přepravených cestujících leteckou dopravou během sledovaného období byl prokázán na dvou spojeních, v případě spojení letiště Charles de Gaulle a letiště John F. Kennedy nebyl prokázán ani negativní a pozitivní vliv času. Vliv finanční recese na počátku století byl prokázán na čtyřech spojeních. Negativní vliv teroristických útoků byl prokázán na třech leteckých spojeních. Negativní vliv šíření nákazy SARS byl prokázán na čtyřech spojeních. Vliv finanční krize byl prokázán u jednoho spojení. Vliv prasečí chřipky byl prokázán na pěti spojeních, spojení letiště Londýn Heathrow a letiště John F. Kennedy a spojení letiště Charles de Gaulle a letiště John F. Kennedy zaznamenalo negativní vliv této události a pozitivní vliv byl prokázán na spojení letiště Frankfurt a letiště Chicago O´Hare, na spojení letiště Madrid a letiště John F. Kennedy a na spojení letiště Mnichov a letiště Chicaho OHare. Vliv nákazy Covid-19 byl prokázán až na jednu výjimku na všech spojeních.

Tabulka 10 dopady pandemií a mimořádných spojení na spojení mezi Evropou a USA

	Čas	Finanční recese	Teroristické útoky	SARS	Finanční krize	Prasečí chřipka	Erupce	Covid-19
LHR – JFK	↑					↓		↓
CDG – JFK				↓	↓	↓		↓
FRA – ORD	↓			↓		↑		↓
AMS – DTW	↓	↑	↓					↓
MAD – JFK	↑	↑				↑		↓
MUC – ORD	↑					↑		
LGW – MCO	↑							↓
FCO – JFK	↑							↓
BCN – JFK	↑	↑	↓	↓				↓
FRA – JFK	↑			↓				↓
AMS – JFK	↑	↑						↓
DUB – JFK	↑		↓					↓

4.3. Spojení Evropa – Čínská lidová republika a Hong Kong

Tabulky v příloze 3 obsahují výsledky provedené analýzy vlivu pandemií a mimořádných událostí na nejdůležitější letecká spojení na mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem. Na daných spojeních je uvažován vliv následujících pandemií a mimořádných událostí:

- Finanční recese na počátku tisíciletí
- Teroristické útoky v roce 2001
- Šíření nákazy SARS
- Šíření ptačí chřipky v roce 2005
- Finanční krize
- Šíření prasečí chřipky
- Výbuch sopky Eyjafjallajökull na Islandu
- Šíření ptačí chřipky v roce 2013
- Šíření nákazy MERS
- Šíření nákazy Covid-19

Oproti evropskému regionu je zde uvažován navíc vliv šíření nákazy SARS, H5N1 a H7N9 z důvodu výskytu a šíření v dané oblasti. Tabulky v příloze 3 obsahují odhady parametrů, rozmezí dostupných dat, výslednou rovnici modelu, údaje získané z vytvořeného programu a graf zobrazující vývoj počtu přepravených cestujících a grafické zobrazení modelů. Odhady parametrů jsou doplněny o šipky, které symbolizují negativní či pozitivní vliv na letecké spojení. Rozmezí dostupných dat udává sledované časové rozmezí. Výsledná rovnice modelu je založena na výsledných odhadech parametrů a grafické zobrazení vykresluje jak data počtu přepravených cestujících leteckou dopravou na daném spojení, tak původní model, který uvažuje vliv veškerých událostí definované výše, zobrazen červenou čarou, a výsledný model, který uvažuje pouze statisticky významné události, a který je zobrazen modrou čarou. Sledovaná nejdůležitější spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou včetně Hong Kongu identifikovaná v kapitole Identifikace nejdůležitějších spojení jsou následující:

- Letiště Londýn London Heathrow – letiště Hong Kong
- Letiště Charles de Gaulle – letiště Hong Kong
- Letiště Frankfurt – letiště Peking
- Letiště Amsterdam – letiště Hong Kong
- Letiště Mnichov – letiště Peking

- Letiště Řím Fiumicino – letiště Hong Kong
- Letiště Charles de Gaulle – letiště Peking
- Letiště Frankfurt – letiště Hong Kong
- Letiště Helsinky – letiště Peking

Tabulka 11 zobrazuje zjednodušenou vizualizaci dopadů pandemií a mimořádných událostí na spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem na vybraných nejdůležitějších spojeních. U sedmi z devíti sledovaných spojení byl prokázán pozitivní vliv času. Dvě spojení byla negativně ovlivněna finanční recesí na počátku století, vliv teroristických útoků byl prokázán na spojení letiště Řím Fiumicino a letiště Hong Kong. Vliv šíření nákazy SARS byl prokázán až na jeden případ na všech spojeních, jednalo se o negativní dopad. Vliv šíření nákazy H5N1 v roce 2005 byl prokázán ve dvou případech, negativní vliv byl prokázán na spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Hong Kong a pozitivní vliv byl prokázán na spojení letiště Peking a letiště Helsinky. Pozitivní vliv finanční krize byl prokázán na čtyřech spojeních, pozitivní vliv šíření prasečí chřipky byl prokázán na třech spojeních. Pozitivní vliv šíření nákazy ptačí chřipky v roce 2013 byl prokázán na dvou spojeních. Pozitivní vliv nákazy MERS byl prokázán na jednom spojení. Negativní vliv šíření nákazy Covid-19 byl prokázán na pěti spojeních.

Tabulka 11 dopady pandemií a mimořádných událostí na spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou včetně Hong Kongu

	Čas	Finanční recese	Teroristické útoky	SARS	H5N1	Fin. krize	Prasečí chřipka	Erupce	H7N9	MERS	Covid-19
LHR – HKG	↑			↓		↑					↓
CDG – HKG	↑			↓	↓	↑	↑		↑		↓
FRA – PEK	↑			↓					↑		↓
AMS – HKG	↑	↓		↓			↑				↓
MUC – PEK	↑										
FCO – HKG		↓	↓	↓		↑	↑				↓
CDG – PEK	↑			↓						↑	
FRA – HKG	↓			↓		↑					
HEL – PEK	↑			↓	↑						

4.4. Diskuse a výsledky leteckých spojení

Výsledky získané pro evropská spojení je možné porovnat s výsledky publikací organizací zaměřujícími se na letecký provoz a organizací se statistickým zaměřením. K zhodnocení výsledků je možné využít výsledků publikovaných v člancích Eurostatu. Výhodou je, že Eurostat využíval při tvorbě těchto publikací stejných datových zdrojů jako bylo využito v této práci. A zároveň nedochází k tematickému či procedurálnímu prolínání témat a zpracování. Série publikací použitá k validaci poznatků se nazývá Statistics in Focus a popisuje roky před sledovaným obdobím až do roku 2012 [45-46, 52, 71-72], kdy tato série publikací byla zrušena, ale princip publikací byl převeden do Statistics Explained, která obsahuje rozsáhlá témata zpracovávaná Eurostatem a forma vyhledávání je uživatelsky přívětivější než předchozí série publikací. Novější články týkající se zpracovávaného tématu jsou získána z Eurostatu. Hlavní informace, které tyto publikace obsahují, jsou:

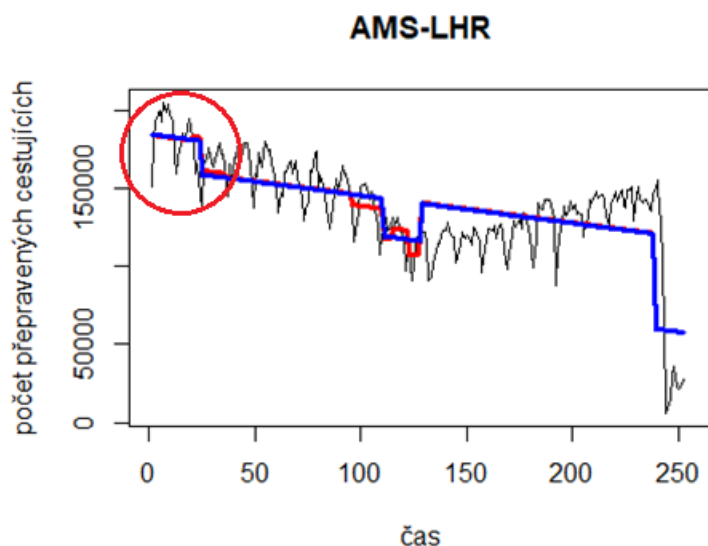
- vývoj počtu přepravených cestujících v evropském regionu
- srovnání letišť podle počtu přepravených cestujících za sledované období
- vývoj počtu cestujících mezinárodní letecké dopravy do ostatních světových regionů
- nejdůležitější letištní městské páry za sledované období
- nejdůležitější státní páry za sledované období
- popis vlivu událostí jako jsou teroristické útoky z roku 2001, finanční krize a výbuch sopky na letecký provoz a další informace

K vyhodnocení výsledků získaných ze sestavené analýzy je přistupováno se základním předpokladem, že dopad pandemií, epidemií a mimořádných událostí má na daná spojení negativní vliv, tzn. počet cestujících se v dané období výskytu daného jevu snižuje. Cílem této části je odůvodnit nebo vyvrátit pozitivní vliv na počet přepravených cestujících v sledovaných intervalech dané události. Jelikož vytvořený model nepracuje s jinými údaji než s časovými intervaly výskytu jednotlivých jevů, je nutné výsledky individuálně zhodnotit. V konkrétní aplikaci je vytvořený model dotazován, zda v určitém časovém intervalu, který jsme si stanovili v rámci předchozí kapitoly Definice pandemií a mimořádných událostí, došlo k navýšení nebo snížení počtu přepravených cestujících leteckou dopravou na daném spojení. Je nutné k výsledkům modelu, které nevycházejí dle očekávaného předpokladu, kterého bylo nabyto v kapitole Analýza současného stavu, přistoupit individuálně a daný úkaz patřičným způsobem zdůvodnit. Implementace další hodnoty popisující existenci dané události jako je například výskyt nakažených, sledování

HDP a jiných makroekonomických ukazatelů je příležitostí pro ty, kteří by v této práci nadále chtěli pokračovat a rozvíjet jednoduchý model a eliminovat možné chyby lidské interpretace.

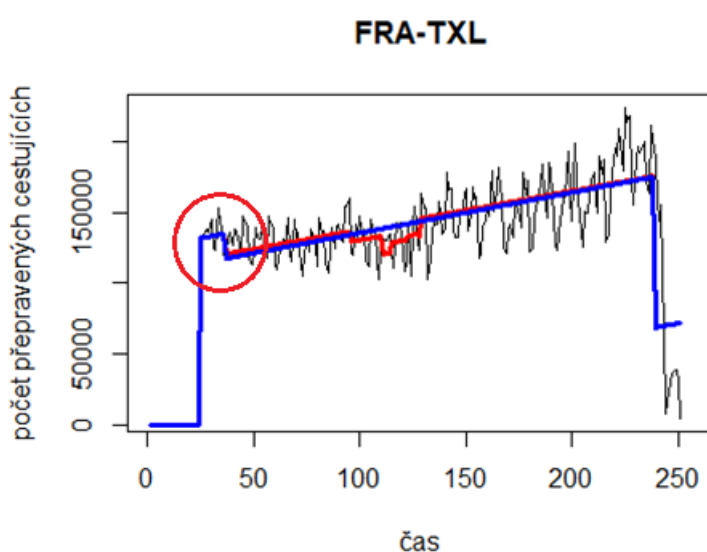
První skupinou, jejichž výsledky budou podrobeny kritickému zkoumání, jsou výsledky pro spojení nacházející se v evropském regionu. Veškeré podpůrné materiály k těmto spojení se nacházejí v příloze 1. Sledovaným jevem je vliv času na vybraná evropská spojení. U vlivu času nelze hned na počátku přepokládat negativní vliv stejně tak jako u epidemií, pandemií a mimořádných událostí. V rámci modelu bylo prokázán negativní vliv u šesti nejdůležitějších spojení, tzn. počet cestujících přepravených leteckou dopravou na nejdůležitějších evropských spojení nalezených touto bakalářskou prací se v průběhu sledovaného období snižuje. Pouze u třech spojení byl prokázán pozitivní vliv času, tzn. že se v průběhu sledovaného období počet přepravených cestujících leteckou dopravou na nejdůležitějších evropských spojení zvyšoval.

Vliv finanční recese byl prokázán na čtyřech spojení. Ve třech případech se jednalo o negativní dopad, v případě spojení letiště Amsterdam a letiště Londýn Heathrow (viz Obrázek 33) se jednalo o pozitivní vliv. Tématem vlivu finanční recese na počátku století na letecký provoz se nezabývá žádný nalezený dokument či o něm nepojednává zdroj Eurostat. Komplikací v tomto případě je také absence starších dat, které by umožnily porovnání, zda navýšení počtu přepravených cestujících leteckou dopravou bylo způsobeno v důsledku daného sledovaného jevu nebo se jednalo již o dlouhodobý trend. Obrázek 33 zobrazuje spojení letiště Amsterdam a letiště Londýn Heathrow. Je patrné, že hodnoty počtu přepravených cestujících jsou mnohem vyšší, než ukazují data následující. Jelikož nejsou dostupná starší data, nelze jednoznačně určit, zda vyšší hodnoty byly způsobené finanční recesí na počátku století či nikoliv. S touto problematikou je možné se setkat i u jiných regionů.



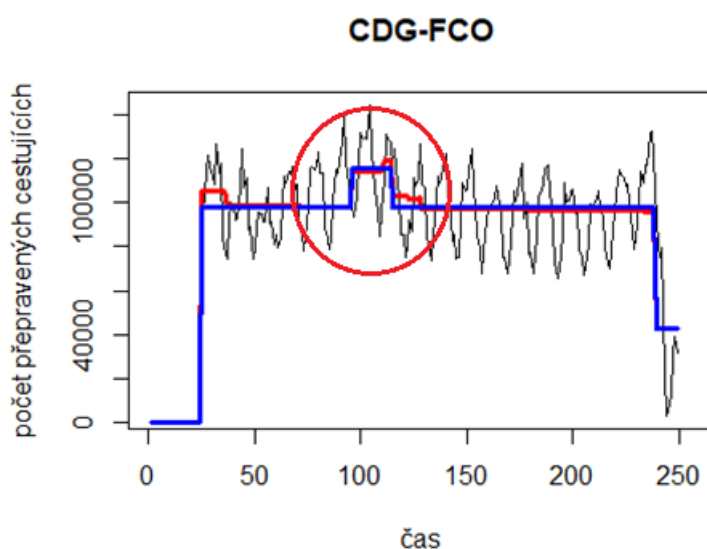
Obrázek 33 spojení letiště Amsterdam a letiště Londýn Heathrow finanční recese

Vliv teroristických útoků na evropská spojení byl prokázán ve třech případech. Na spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel (viz Obrázek 34) a spojení letiště Berlín Tegel a letiště Frankfurt byl prokázán pozitivní vliv této události. Jedná se o obdobný případ jako v případě finanční recese, která byla popisována výše. Důvodem je, že sledované období spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel a spojení letiště Berlín Tegel a letiště Frankfurt má počátek roce 2002, takže není možné prokázat, zda nárůst počtu přepravených cestujících byl způsobený danou událostí v definovaném časovém intervalu nebo se jednalo o dlouhodobý trend, který není možné vyčíst z důvodu absence dat.



Obrázek 34 spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel teroristické útoky

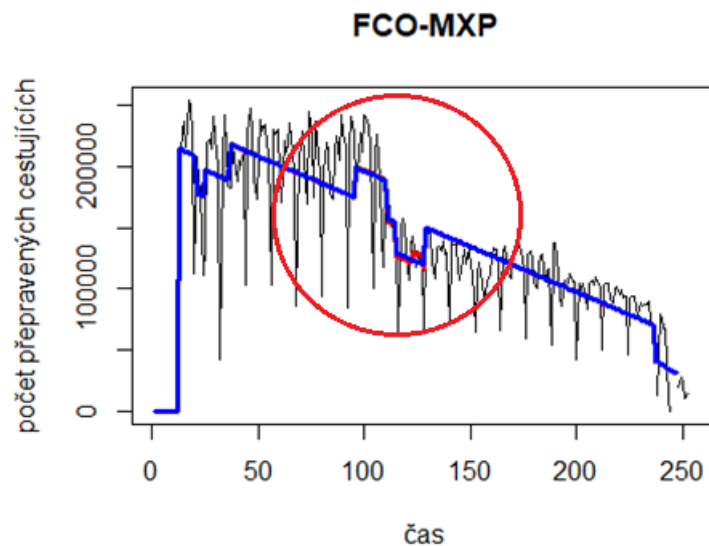
Vliv šíření nákazy H1N1 nebyl popisován v souvislosti s leteckou dopravou v žádném nalezeném dokumentu. Přesto je nutné této události věnovat pozornost, jedná se o událost, která byla klasifikovaná jako pandemie, proto ji nelze z analýzy vyřadit. Problematika vznikající v souvislosti s touto událostí je, že daná událost probíhala v těsné blízkosti finanční krize, která byla sice definována v určitém časovém období, ale charakter finančních krizí je jiný než výskyt onemocnění. Finanční krize může mít větší nebo menší dopady na jednotlivé státy, může být dlouhodobější, než byl stanovený interval, proto je nutné přistupovat individuálně k těmto výsledkům. Eurostat pojednává v rámci definovaného období pro šíření prasečí chřipky pouze o vlivu finanční krize a výbuchu sopky na Islandu. Vliv finanční krize ve stanoveném intervalu byl prokázán u dvou spojení. Pozitivní vliv byl prokázán u spojení Charles de Gaulle a letiště Řím Fiumicino a spojení Řím Fiumicino a letiště Milan Malpensa. Vliv šíření nákazy prasečí chřipky byl prokázán u sedmi evropských spojení. Jelikož Eurostat nepojednával o vlivu prasečí chřipky na letecký provoz a pojednával pouze o vlivu finanční krize, s největší pravděpodobností poklesy počtu přepravených cestujících přisuzované prasečí chřipce budou způsobené finanční krizí. Vliv finanční krize na spojení Charles de Gaulle a letiště Řím Fiumicino byl vytvořeným modelem shledán pozitivní, ale z grafu na obrázku 35 je patrné, že navýšení počtu přepravených cestujících se zvyšoval již mnohem dříve před vypuknutím krize.



Obrázek 35 spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Řím Fiumicino finanční krize

Dalším případem pozitivního vlivu finanční krize byl prokázán na spojené letiště Řím Fiumicino a letiště Milan Malpensa. Z grafu na obrázku 36, je patrné, že navyšování počtu

přepravených cestujících nastává mnohem dříve než v definované období pro finanční krizi. Po tomto navýšení počtu přepravených cestujících následuje propad, který byl modelem přisouzen vlivu prasečí chřipky, ale s největší pravděpodobností se jednalo o vliv finanční krize či nastalé dluhové krize v Evropské unii.

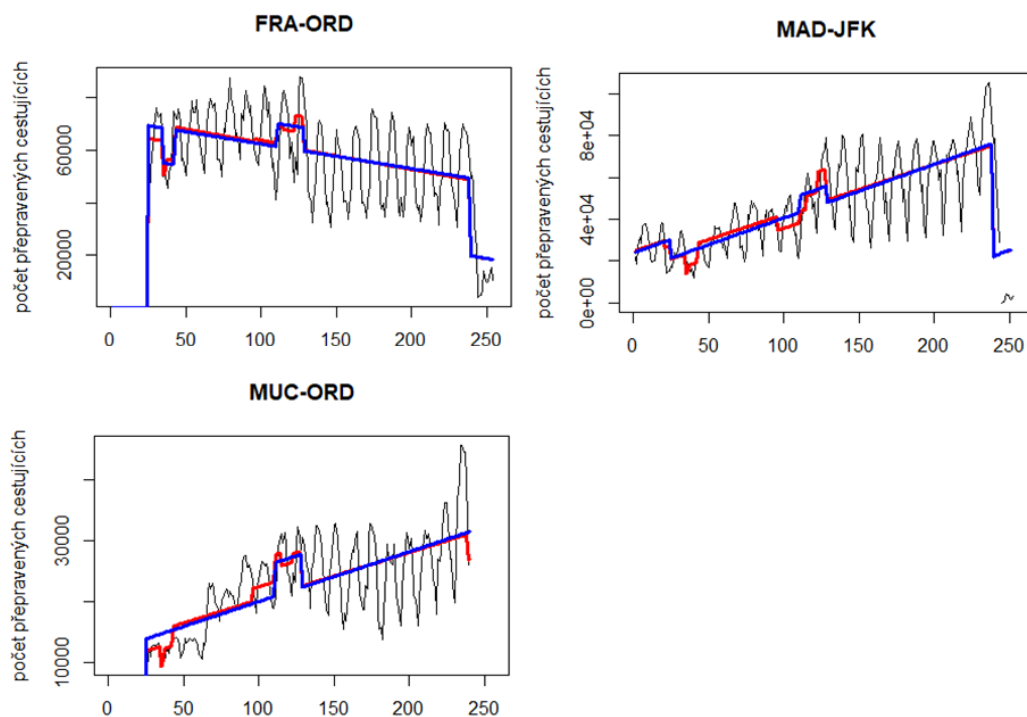


Obrázek 36 spojení letiště Řím Fiumicino a letiště Milan Malpensa finanční krize a prasečí chřipka

Vliv erupce sopky Eyjafjallajökull nebyl statisticky prokázán v rámci provedené analýzy v bakalářské práci. Eurostat pojednává o vlivu této události na evropský letecký provoz, ve druhém čtvrtletí roku 2010 byl zaznamenán negativní růst ve srovnání s ostatními čtvrtletími [72], přesto nebylo možné vytvořeným modelem v této práci popsat vliv této události na sledovaná letecká spojení. Oproti ostatním událostem tato událost nebyla shledána statisticky významnou. Snížení počtu přepravených cestujících v daném časovém intervalu nebyl významný oproti snížení počtu přepravených cestujících v období jiné události. Doba trvání dané události bylo příliš krátké, a i když tato událost způsobila značné škody z dlouhodobého hlediska tímto modelem nebyla shledána významnou. Jedná se o jednu z dalších možností pro budoucí pokračovatele vyřešit tento problém, protože řada studií a řada vědeckých článků se vlivem erupce sopky Eyjafjallajökull v roce 2010 na Islandu zabývá

Druhá skupina, která byla podrobena kritickému zkoumání výsledků, byla severoamerická spojení. Veškeré podpůrné materiály se nacházejí v příloze 2. U devíti ze dvanácti vybraných uvažovaných spojení mezi Evropou a USA byl prokázán pozitivní vliv času, počet cestujících přepravených leteckou dopravou se na daných spojeních zvyšuje v průběhu sledovaného období. Spojení letiště Frankfurt a letiště Chicago O´Hare a spojení letiště Amsterdam a letiště Detroit zaznamenalo negativní vliv, počet cestujících se v průběhu sledovaného období snižuje. Vliv finanční recese na počátku století byl prokázán na čtyřech spojeních. Veškeré tyto případy byly pozitivní. Jak bylo zmíněno u interpretace výsledků v případě evropských spojení, nejsou dostupná data, která by osvětlila, zda vývoj počtu cestujících je nebo není součástí dlouhodobého trendu. Výsledky spojené s vlivem finanční recese na počet přepravených cestujících leteckou dopravou není možné v rámci této práce jednoznačně potvrdit. Pokud by data počtu přepravených cestujících odpovídala dlouhodobému průběhu daná událost by s největší pravděpodobností nebyla identifikovaná. Vliv šíření prasečí chřipky na spojeních mezi Evropou a USA byl prokázán na třech spojení, na nichž však předtím nebyl prokázán vliv finanční krize. Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci nejsou dostupné publikace vypovídající o vlivu této pandemie na letecký provoz na rozdíl od finanční krize. Ale také je nutné zmínit, že právě Spojené státy americké patřily mezi nejvíce postižené státy šířením nákazy prasečí chřipky H1N1.

Obrázek 37 obsahuje grafy všech spojení, u nichž byl prokázán pozitivní vliv nákazy prasečí chřipky. Pokud jsou dané grafy podrobně zkoumány, je možné si všimnout, že identifikované navýšení buď započalo mnohem dříve nebo dále pokračovalo i po uplynutí časového období výskytu, což popírá vliv nákazy prasečí chřipky na zvýšení počtu přepravených cestujících. Dané navýšení muselo mít jinou příčinu.

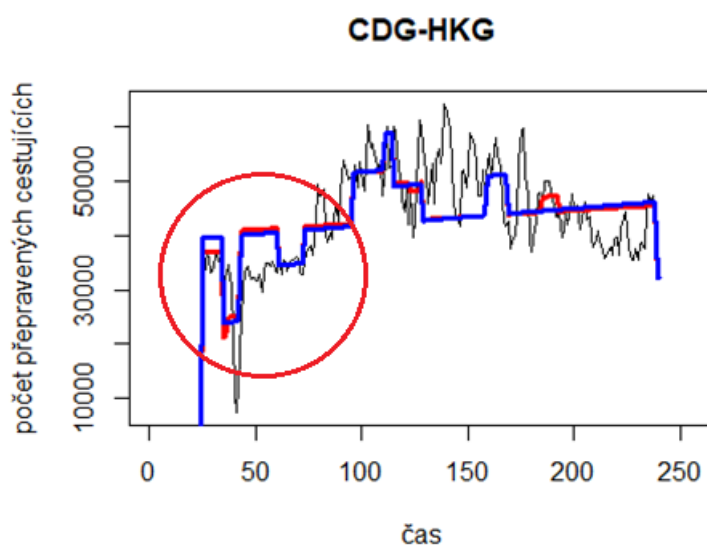


Obrázek 37 spojení mezi Evropou a spolejnými státy americkými u nichž byl prokázán pozitivní vliv nákazy H1N1

Na spojení mezi Evropou a Spolejnými státy americkými byl až na jeden případ prokázán vliv nákazy Covid-19, vliv na spojení letiště Mnichov a letiště Chicago O´Hare nebyl prokázán z důvodu absence dostupných dat. Na obrázku 37 je v levém dolním rohu zobrazen graf daného spojení. Je patrné, že původní model vyznačený červenou čarou identifikoval v daném období pro výskyt nákazy Covid-19 negativní vliv. Aplikovaná syntaktická metoda shora dolů postupně vliv této metody vyřadila, ale pokud by byla dostupná nejnovější data alespoň pro rok 2020, s nejvyšší pravděpodobností by byl vliv této události prokázán.

Poslední skupinou spojení, které jsou podrobeny kritickému zkoumání výsledků, jsou spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem. Veškeré podpůrné materiály k jednotlivým spojení se nacházejí v příloze 3. U sedmi z devíti spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem byl prokázán pozitivní vliv času, počet přepravených cestujících leteckou dopravou se v průběhu sledovaného období zvyšuje. Jediný negativní vliv byl zaznamenán u spojení letiště Frankfurt a letiště Hong Kong. Nákaza SARS byla prokázána až na jeden případ u všech sledovaných spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem. Sledovaný asijský region byl nejvíce zasažen ze všech zkoumaných regionů touto událostí, toto tvrzení též podporuje množství negativně ovlivněných spojení. Vliv šíření nákazy H5N1 byl prokázán na

spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Hong Kong, jednalo se o negativní vliv. Pozitivní vliv nákazy byl prokázán na spojení letiště Helsinky a letiště Peking. IATA v rámci sledování dopadů této události došlo k závěru, že jak šíření ptačí chřipky v roce 2005, tak v roce 2013 neovlivnilo významně letecký provoz. Negativní vliv, který byl prokázán vytvořeným modelem na spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Hong Kong, nebyl způsoben šířením této nákazy, jednalo se o slabé oživení počtu přepravených cestujících, které bylo způsobené šířením nákazy SARS., tento jev je možné pozorovat na přiloženém obrázku 38.



Obrázek 38 spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Hong Kong vliv nákazy H5N1

Pozitivní vliv finanční krize byl prokázán na čtyřech spojeních, pozitivní vliv prasečí chřipky byl prokázán na třech spojeních. Jelikož nejsou dostupné dokumenty týkající se vlivu prasečí chřipky na letecký provoz, do časového období, které je pro tuto nákazu definované, může zasahovat vliv finanční krize. Celkově se zdá, že krize vzniklá na území Spojených států amerických a šířící se dále do světa díky světovému propojení a globalizaci, na počtu přepravených cestujících pozitivně ovlivnila čínský region a došlo k navýšení počtu přepravených cestujících z Evropy. Vliv ptačí chřipky H7N9 v roce 2013 byl prokázán jako pozitivní. Na obrázku 1 je patrné, že asijský letecký provoz touto událostí byl ovlivněn minimálně, z obrázku 1 je patrné, že dochází i k nepatrnému nárůstu RPK. Vliv šíření nákazy MERS byl prokázán na jednom spojení. Jedná se o spojení Charles de Gaulle a letiště Peking, nárůst počtu přepravených cestujících nebyl s největší pravděpodobností touto událostí způsobeno. Šíření nákazy MERS bylo uvažováno pro východoasijský region při prokazování vlivu této nákazy na korejský letecký provoz. Vliv

šíření nákazy Covid-19 byl prokázán pouze u pěti spojení, tato skutečnost byla způsobená absencí dat.

Jsou-li shrnuty poznatky získané vytvořenou analýzou pro letecká spojení, je možné dojít k následujícím tvrzením:

- Jsou-li porovnány výsledky pro vliv času na počet přepravených cestujících leteckou dopravou, dochází se k závěru, že na většině evropských leteckých spojení se v průběhu sledovaných dvaceti let dlouhodobě snižuje počet přepravených cestujících na rozdíl od spojení mezi Evropou a zbylými sledovanými částmi světa. Letecká doprava na území evropského regionu (Intra – EU, pojem Eurostat) se snižuje. Tento závěr je nutné podrobit dalšímu zkoumání.
- V rámci této bakalářské práce není možné jednoznačně potvrdit či vyvrátit vliv finanční recese na počet přepravených cestujících na leteckých spojeních.
- Největší počet spojení, které byly zasaženy teroristickými útoky, byla spojení nacházející se na území Severní Ameriky.
- Bylo potvrzeno tvrzení, že nákaza SARS především ovlivnila letecký provoz v Asii. Negativní vliv byl prokázán až na jeden případ na nejdůležitějších spojeních mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem.
- V rámci vytvořeného modelu není možné jednoznačné oddělení vlivu finanční krize a šíření prasečí chřipky.
- I přes prokázaný vliv výbuchu sopky na Islandu na letecký provoz nebylo vytvořeným modelem v této práci prokázat vliv na počet přepravených cestujících.
- Prokázání vlivu nákazy Covid-19 na všech spojeních nebylo možné z důvodu absence dat potvrdit. S největší pravděpodobností dojde k potvrzení prokázání vlivu nákazy Covid-19, jakmile budou dostupná data.

Výsledky získané provedenou analýzou lze považovat za validované. Dostupná data, ze kterých zpracování vychází, jsou dostupná z ověřeného zdroje, jehož věrohodnost není možné zpochybnit. Definované intervaly jednotlivých jevů se zakládají na získaných materiálech a vědeckých publikacích pojednávajících o daných problematikách, které byly uvedeny v kapitole Analýza současného stavu. Postup a provedení analýzy s pomocí programovacího jazyka R v programu RStudio je možné považovat za správné. Jednotlivé postupy byly pravidelně konzultovány s vedoucími práce, odborníky zabývajícími se danou problematikou. Správnost výsledků též potvrzují výsledné p-hodnoty jednotlivých modelů, které spadají do intervalu 0,05.

4.5. Vyhodnocení dopadů mimořádných událostí na letiště

V této části práce jsou sledovány dopady jednotlivých mimořádných událostí a pandemií na letiště, která byla součástí spojení, která byla identifikována jako nejdůležitější. Další letiště, jejichž data o počtu přepravených cestujících byla v této práci zpracovávána, jsou letiště, jejichž data byla dostupná na webových stránkách statistických úřadů jednotlivých států. Tyto skupiny jsou sloučené z důvodu nenalezení velkého množství dat vypovídajících o množství přepravených cestujících na světových letištích. Výsledné tabulky v přílohách 4,5,6 týkajících se evropských, amerických a východoasijských letišť obsahují odhady parametrů pro jednotlivé události, interval sledovaného období, rovnici výsledného modelu. Ke každé tabulce též náleží graf zobrazující vývoj počtu přepravených cestujících v průběhu sledovaného období a zobrazení výsledného modelu, který uvažuje veškeré události pro jednotlivá spojení a výsledný model, který uvažuje pouze statisticky významné události. Pro evropská letiště byl uvažována následující jevy, jedná se o stejné události jako pro evropská spojení:

- Finanční recese na počátku století
- Teroristické útoky v roce 2001
- Finanční krize
- Šíření nákazy H1N1
- Erupce sopky Eyjafjallajökull na Islandu v roce 2010
- Šíření nákazy Covid-19

Zkoumanými evropskými letišti, jsou letiště, která se nacházela na identifikovaných nejdůležitějších spojeních. Vybraná letiště jsou:

- Letiště Londýn Heathrow
- Letiště Charles de Gaulle
- Letiště Frankfurt
- Letiště Amsterdam
- Letiště Madrid
- Letiště Mnichov
- Letiště Londýn Gatwick
- Letiště Řím Fiumicino
- Letiště Barcelona
- Letiště Paříž Orly

Tabulka 12 obsahuje zjednodušeně vyjádřené dopady pandemií, epidemií a mimořádných událostí na evropská letiště. Cílem této tabulky je jednoduchá vizualizace dopadů a uvedení čtenáře do situace. Pozitivní vliv času v průběhu sledovaného období na počet přepravených cestujících byl prokázán na všech sledovaných evropských letištích. Negativní vliv finanční recese na počet přepravených cestujících byl identifikován na letišti Madrid. Vliv finanční krize byl identifikován na letišti Madrid a vliv šíření nákazy prasečí chřipky byl identifikován na třech letištích. Negativní vliv šíření nákazy prasečí chřipky na počet přepravených cestujících byl identifikován na letišti Amsterdam a Barcelona, pozitivní na letišti Madrid. Všechna sledovaná evropská letiště byla negativně ovlivněna nákazou Covid-19.

Tabulka 12 dopady pandemií a mimořádných událostí na evropská letiště

	Čas	Finanční recese	Teroristické útoky	Finanční krize	Prasečí chřipka	Erupce	Covid-19
LHR	↑						↓
CDG	↑						↓
FRA	↑						↓
AMS	↑				↓		↓
MAD	↑	↓		↑	↑		↓
MUC	↑						↓
LGW	↑						↓
FCO	↑						↓
BCN	↑				↓		↓
ORY	↑						↓

Pro letiště nacházející se na území Spojených států amerických byly uvažovány následující události, jedná se o stejné události jako pro sledovaná spojení:

- Finanční recese na počátku století
- Teroristické útoky v roce 2001
- Šíření nákazy SARS
- Finanční krize
- Šíření nákazy H1N1
- Erupce sopky Eyjafjallajökull na Islandu v roce 2010
- Šíření nákazy Covid-19

Zkoumanými severoamerickými letišti byla letiště nacházející se na nejdůležitějších spojení a letiště, jejichž data byla dostupná. Jedná se o následující letiště:

- Letiště John F. Kennedy
- Letiště Detroit
- Letiště Miami
- Letiště Atlanta
- Letiště Chicago O´Hare
- Letiště Orlando

Tabulka 13 zobrazuje zjednodušené vyjádření dopadů pandemií a mimořádných událostí na počet přepravených cestujících na severoamerických letištích. U pěti sledovaných letišť byl prokázán pozitivní vliv času na počet přepravených cestujících, u letiště Detroit nebyl shledán vliv času. U letiště John F. Kennedy byl prokázán negativní vliv na počet přepravených cestujících šířením nákazy SARS. Negativní vliv šíření nákazy prasečí chřipky na počet přepravených cestujících byl prokázán na letišti Chicago O´Hare. Všechna sledovaná severoamerická letiště byla negativně ovlivněna šířením nákazy Covid-19.

Tabulka 13 dopady pandemií a mimořádných událostí na severoamerická letiště

	Čas	Finanční recese	Teroristické útoky	SARS	Finanční krize	Prasečí chřipka	Erupce	Covid-19
JFK	↑			↓				↓
DTW								↓
MIA	↑							↓
ATL	↑							↓
ORD	↑					↓		↓
MCO	↑							↓

Pro asijská letiště byl uvažován vliv následujících událostí, jedná se o stejné události jako pro spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou a Hong Kongem:

- Finanční recese na počátku století
- Teroristické útoky v roce 2001
- Šíření nákazy SARS
- Šíření nákazy H5N1
- Finanční krize
- Šíření nákazy H1N1
- Erupce sopky Eyjafjallajökull na Islandu
- Šíření ptačí chřipky v roce 2013
- Šíření nákazy MERS
- Šíření nákazy Covid-19

Zkoumanými východoasijskými letišti byla letiště nacházející se na nejdůležitějších spojení a letiště, jejichž data byla dostupná. Jedná se o následující letiště:

- Letiště Hong Kong
- Letiště Peking
- Letiště Macao

Tabulka 14 zobrazuje vliv pandemií a mimořádných událostí na východoasijská letiště, která se nacházela na nejdůležitějších spojení a letiště jejichž data byla dostupná pro zpracování. Na všech sledovaných letištích byl prokázán pozitivní vliv na počet přepravených cestujících v průběhu sledovaného období. Na počet přepravených cestujících na letištích Hong Kong a Peking byl prokázán pozitivní vliv finanční recese na počátku století. V případě letiště Hong Kong byl prokázán negativní vliv šíření nákazy SARS. Negativní vliv šíření prasečí chřipky byl prokázán na všech sledovaných letištích, stejně tak to je i s šířením nákazy Covid-19.

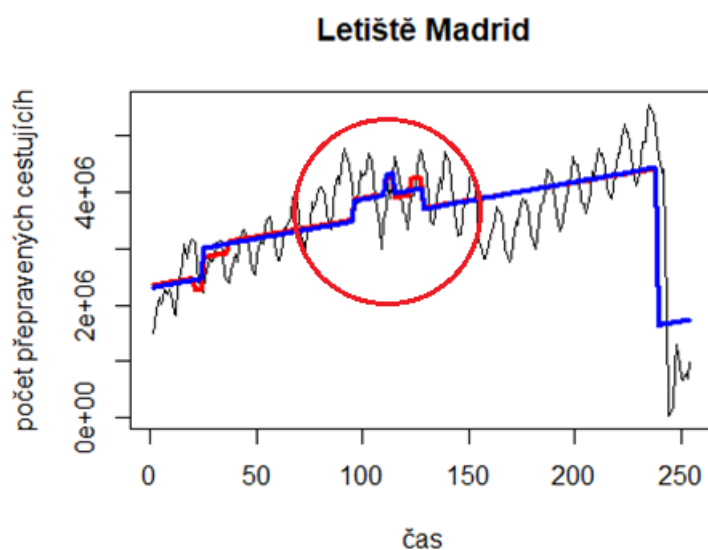
Tabulka 14 vliv pandemií a mimořádných událostí na východoasijská letiště

	Čas	Finanční recese	Teroristické útoky	SARS	H5N1	Finanční krize	Prasečí chřipka	Erupce	H7N9	MERS	Covid-19
HKG	↑	↑		↓			↓				↓
PEK	↑	↑					↓				↓
MAC	↑						↓				↓

4.6. Diskuse a výsledky letišť

V této kapitole se přistupuje k interpretaci výsledků získaných z analýzy počtu přepravených cestujících na světových letištích. Je předpokládáno, stejně tak jako v případě leteckých spojení, že vliv pandemií a mimořádných událostí negativně ovlivnil počet přepravených cestujících v obdobích definovaných pro jednotlivé jevy. Tato kapitola má stejný účel jako kapitola Diskuse a výsledky leteckých spojení, a to odůvodnění či vyvrácení výsledků, které neodpovídají předpokladu

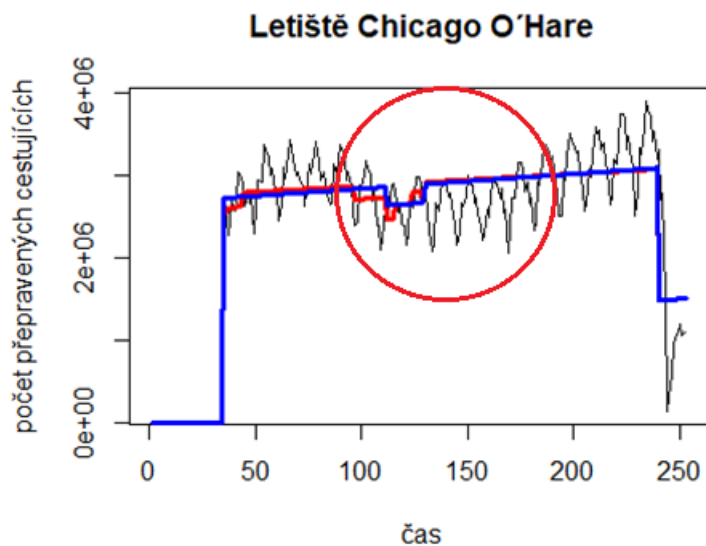
U evropských letišť byl prokázán pozitivní vliv času na počet přepravených cestujících, v průběhu sledovaného období se počet přepravených cestujících zvyšuje. Sledovaná evropská letiště též spojuje negativní vliv šíření nákazy Covid-19. Pozitivní vliv na počet přepravených cestujících v období finanční krize a šíření prasečí chřipky bylo prokázáno u letiště Madrid. Na obrázku 39, který obsahuje výsledný graf počtu přepravených cestujících za sledované období, je patrné, že nárůst cestujících započal mnohem dříve než v období definovaném pro finanční krizi a také nárůst stále setrval po konci pandemického šíření nákazy prasečí chřipky. Tato skutečnost pozitivní vliv finanční krize a prasečí chřipky vyvrací.



Obrázek 39 vývoj počtu cestujících na letišti Madrid případ finanční krize a šíření nákazy prasečí chřipky

Další skupinou podrobené kritické analýze jsou letiště nacházející se na území Severní Ameriky. Z důvodu absence dat pro roky 2000, 2001 a část roku 2002 nebylo možné prokázat vliv finanční recese a teroristických útoků na sledovaná letiště nacházející se na území Severní Ameriky, což je v případě sledování vlivu teroristických útoků na počet

přepravených cestujících severoamerickými letišti velká škoda. Společnou událostí severoamerických letišť je šíření nákazy Covid-19, veškerá tato sledovaná letiště byla negativně ovlivněna touto událostí. U pěti ze šesti sledovaných letišť byl prokázán pozitivní vliv času, počet přepravených cestujících leteckou dopravou se v průběhu času zvyšuje. Negativní vliv nákazy SARS byl prokázán na objemu přepravených cestujících na letišti John F. Kennedy. Vliv nákazy H1N1 byl prokázán na letišti Chicago O´Hare. Z grafu 40 je patrné, že pokles počtu přepravených cestujících na letišti Chicago O´Hare je dlouhodobě sníženo oproti předchozím letům. V případě amerických letišť již nelze jednoznačnou záměnu prasečí chřipky za finanční krizi aplikovat z důvodu, že Spojené státy americké patřily mezi nejvíce zasažené státy na světě šířením nákazy H1N1.



Obrázek 40 vývoj počtu přepravených cestujících na letišti Chicago O´Hare vliv nákazy H1N1

Poslední skupinou, jejichž výsledky analýzy byly podrobeny kritickému pohledu, jsou východoasijská letiště. Na počet přepravených cestujících vybrané skupiny letišť byl prokázán pozitivní vliv času, počet přepravených cestujících na zkoumaných východoasijských letištích se zvyšuje. Pozitivní vliv finanční recese na počátku století byl prokázán u letišť Hong Kong a Singapur, z důvodu absence dat není možné s přesností říct, zda daný nárůst potu přepravených cestujících byl způsobený danou událostí či se jednalo o dlouhodobý trend. Tato problematika byla zmíněna již v případě leteckých spojení. Negativní vliv šíření nákazy SARS byl prokázán na letišti Hong Kong, i když je na grafu počtu přepravených cestujících na letišti Singapur patrný pokles cestujících v roce 2003, tedy v období šíření nákazy SARS, událost nebyla shledána statisticky významnou oproti ostatním událostem. Toto zjištění je zajímavé v kombinaci s informacemi získané

z kapitoly Analýza současného stavu, že Singapur předvedl mimořádně efektivní úsilí v případě omezování šíření nákazy SARS. Na všech sledovaných východoasijských letištích byl prokázán negativní vliv šíření nákazy prasečí chřipky, ale jak již bylo několikrát zmíněno, v rámci této práce není možné jednoznačně oddělit události spojené s finanční krizí a šířením nákazy prasečí chřipky.

Výsledky provedené analýzy lze považovat za validované. Data počtu přepravených cestujících na jednotlivých letištích pochází ze statistických úřadů jednotlivých států. Postup a zpracování analýzy v programu RStudio jsou shodný s postupem zpracování pro letecká spojení. Tento postup byl pravidelně konzultován s vedoucími bakalářské práce.

Závěr

V rámci práce byl proveden sběr dat týkajících se leteckého provozu především počtu přepravených cestujících na jednotlivých spojeních a na letištích. Získaná data pochází jak z evropských zdrojů, tak i ze zdrojů pocházejících ze Spojených států amerických, Číny apod. Jedná se o rozsáhlou skupinu dat pocházející z různých zdrojů, celkově byla získána data 128 spojení a 20 letišť. Z těchto všech spojení byla vybrána nejdůležitější spojení dle kritéria počtu přepravených cestujících. Veškerá data byla podrobena analýze zkoumající dopad pandemií a mimořádných událostí na jednotlivá spojení a letiště. Úspěšně byl identifikován vliv některých pandemií a mimořádných událostí na počet přepravených cestujících jak na leteckých spojeních, tak na letištích.

Vliv některých pandemií a mimořádných událostí nebylo možné jednoznačně identifikovat, například se jedná o neschopnost odlišení vlivu finanční krize a šíření nákazy prasečí chřipky nebo nemožnost potvrzení či vyvrácení vlivu finanční recese na počátku století z důvodu absence starších dat počtu přepravených cestujících. Eliminace nemožnosti odlišení dvou událostí je možným dalším směrem, kterým by se budoucí pokračovatelé mohli zabývat. Jednou z možností je aplikace různých ukazatelů do analýzy, jako je například počet nakažených, makroekonomické ukazatele apod., umožňující jednodušší odlišení dvou jevů. S velkou pravděpodobností se potenciální následovatelé budou potýkat s problémem absence dat jak z leteckého prostředí, tak i z neleteckého. Při vypracování této bakalářské práce bylo nutné čelit řadě omezení vyplývajících ze získaných dat a informací týkajících se jednotlivých mimořádných událostí a pandemií. První limitací bakalářské práce na úrovni datové části je relativně malý vzorek dat. Toto tvrzení se týká jak množství dostupných dat počtu přepravených cestujících na konkrétních spojeních, tak i časových délek a celistvostí sledovaných řad. Z tohoto důvodu zaměření práce bylo omezeno na vliv pandemií a mimořádných událostí v průběhu 21. století. Výběr evropského, severoamerického a části asijského regionu bylo motivováno z důvodu absence zdrojů z jiných světových regionů či jejich neúplnosti. Jak již bylo zmíněno z nedostatku starších dat vyplývají určité výzvy, kterým bylo čeleno při řešení této bakalářské práce. Získaný vzorek dat vykazoval rozdíly, které se odvíjí od vedení statistik jednotlivými státy, což je možné označit také za limitaci bakalářské práce. V případě budoucích zpracování a modifikací této práce je možné využít zdroje dat ICAO DATA+, který obsahuje data o letištní dopravě, financování letecké dopravy, leteckého provozu, struktury flotil apod. Využití tohoto zdroje při zpracování této práce nebylo využito z důvodu vysokých finančních závazků spojenými s přístupem k těmto datům. Při

zpracování analýzy za pomoci statistických programů bylo čeleno dalším limitacím, například se jedná o definování jednotlivých událostí za pomoci výrokové logiky nebo nekonzistentní délka měsíce. Limitací na úrovni teoretické části bakalářské práce je nedostatečné množství vědeckých článků pojednávajících o jednotlivých problematikách. Každému tomuto omezení byl v práci věnován prostor a umožňuje příležitost pro další práce předejít těmto případům

Přínosem této práce je identifikace vlivů jednotlivých událostí na konkrétní letecká spojení a letiště a rozšíření stávajících publikací, které pojednávají o vlivu jednotlivých událostí na letecký provoz v jednotlivých světových regionech.

Seznam použité literatury

- [1] Singer, B.J., Thompson, R.N. & Bonsall, M.B. The effect of the definition of ‘pandemic’ on quantitative assessments of infectious disease outbreak risk. *Sci Rep* 11, 2547 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81814-3>
- [2] Coronavirus has been declared a pandemic: What does that mean, and what took so long? *USA Today News* [online]. *USA Today News*, 2021 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://eu.usatoday.com/story/news/nation/2020/03/11/coronavirus-pandemic-world-health-organization/5011903002/>
- [3] Rejstřík pojmů: Pandemie. *Ministerstvo zdravotnictví České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2021 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/1510>
- [4] *A Dictionary of Epidemiology* [online]. Oxford University Press, 2014 [cit. 2021-7-21]. ISBN 9780195314496. Dostupné z: [doi:10.1093/acref/9780195314496.001.0001](https://doi.org/10.1093/acref/9780195314496.001.0001)
- [5] “Epidemic” vs. “Pandemic” vs. “Endemic”: What Do These Terms Mean? <https://www.dictionary.com/> [online]. *Dictionary.com*, 2021 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://www.dictionary.com/e/epidemic-vs-pandemic/>
- [6] HERLIHY, David a Samuel Kline COHN. *The black death and the transformation of the west*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1997. ISBN 0674076133.
- [7] Pyle GF. The diffusion of cholera in the United States in the nineteenth century. *Geogr Anal.* 1969;1:59-75. doi: 10.1111/j.1538-4632.1969.tb00605.x. PMID: 11614509.
- [8] Mayer J D 1998 The surveillance and control of emerging infectious diseases *Applied Geographic Studies* 2 261–78
- [9] FINDLATER, Aidan a Isaac I BOGOCH. Human Mobility and the Global Spread of Infectious Diseases: A Focus on Air Travel. *Trends in Parasitology*. 2018, 2018(34), 772,783. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2018.07.004>
- [10] IATA Economics’ Chart of the Week What can we learn from past pandemic episodes? *IATA Economics* [online]. 2020, 24.01.2020 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z:

<https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/what-can-we-learn-from-past-pandemic-episodes/> <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/what-can-we-learn-from-past-pandemic-episodes/>

- [11] PEARCE, Brian. *COVID-19 Updated impact* assessment of the novel Coronavirus* [online]. In: . 5 th March 2020 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/coronavirus-updated-impact-assessment/>
- [12] Mary E Wilson, MD, Lin H Chen, MD, Travellers give wings to novel coronavirus (2019-nCoV), *Journal of Travel Medicine*, Volume 27, Issue 2, March 2020, taaa015, <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa015>
- [13] Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). *World Health Organization* [online]. [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: https://www.who.int/health-topics/severe-acute-respiratory-syndrome#tab=tab__2
- [14] Timeline. *Covid Reference* [online]. <https://covidreference.com/> [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <http://sarsreference.com/sarsref/timeline.htm>
- [15] EZHILAN, Madeshwari, Indhu SURESH a Noel NESAKUMAR. SARS-CoV, MERS-CoV and SARS-CoV-2: A Diagnostic Challenge. *Measurement*. 2021, (168). Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108335](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108335)
- [16] MEYERS, Lauren Ancel, Babak POURBOHLOUL, M.E.J. NEWMAN, Danuta M. SKOWRONSKI a Robert C. BRUNHAM. Network theory and SARS: predicting outbreak diversity. *Journal of Theoretical Biology*. 2005, (232), 71-81. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2004.07.026](https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2004.07.026).
- [17] BOWEN, John T. a Christian LAROE. Airline networks and the international diffusion of severe acute respiratory syndrome (SARS). *The Geographical Journal*. 2, 2006, (172), 130-144. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2006.00196.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2006.00196.x)
- [18] PEARCE, Brian. *ECONOMIC BRIEFING: AVIAN FLU*. IATA Economics, 2006.
- [19] HANG CHUNG, Lap. Impact of pandemic control over airport economics: Reconciling public health with airport business through a streamlined approach in pandemic control. *J Air Transo Manag*. 2015, (44), 42-53. Dostupné z: [doi:10.1016/j.jairtraman.2015.02.003](https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.02.003)

- [20] 2019-nCoV outbreak: first cases confirmed in Europe. *World Health Organization: Regional Office for Europe* [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/01/2019-ncov-outbreak-first-cases-confirmed-in-europe>
- [21] Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis. ICAO [online]. Montréal, Canada: Economic Development – Air Transport Bureau, 2021 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf
- [22] The impact of COVID-19 on the airport business and the path to recovery. Airport Council International [online]. 2021 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://aci.aero/news/2021/03/25/the-impact-of-covid-19-on-the-airport-business-and-the-path-to-recovery/>
- [23] Air passenger transport - monthly statistics. *Eurostat* [online]. [cit. 2021-8-2]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Air_passenger_transport_-_monthly_statistics&oldid=503809
- [24] Chan PK. Outbreak of avian influenza A(H5N1) virus infection in Hong Kong in 1997. *Clin Infect Dis*. 2002 May 1;34 Suppl 2:S58-64. doi: 10.1086/338820. PMID: 11938498.
- [25] *H5N1 avian influenza: Timeline of major events*. World Health Organization, 2012.
- [26] CLEGG, Courtney. The Aviation Industry and the Transmission of Communicable Disease: The Case of H1N1 Swine Influenza,. *Journal of Air Law and Commerce*. 2010, (75). [28] Timeline: Swine flu. *Nature* (2009). <https://doi.org/10.1038/news.2009.416>
- [27] Timeline: Swine flu. *Nature* (2009). <https://doi.org/10.1038/news.2009.416>
- [28] HAJJAR, Sami Al a Kenneth MCINTOSH. The first influenza pandemic of the 21st century. *Annals of Saudi Medicine*. 2010, , 1-10. Dostupné z: doi:10.4103/0256-4947.59365

- [29] Epidemic of avian influenza A (H7N9) virus in China. *Pathogens and Global Health*. 2014, (108), 169-170. Dostupné z: doi:10.1179/2047772414Z.000000000206 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4069331/>
- [30] New avian flu may have impact on aviation. *The Edge Markets* [online]. 2013 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://www.theedgemarkets.com/article/new-avian-flu-may-have-impact-aviation>
- [31] ZHANG, Juping, Wenjun JING, Wenyi ZHANG a Zhen JIN. Avian Influenza A (H7N9) Model Based on Poultry Transport Network in China. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2018. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1155/2018/7383170>
- [32] ING HSU, Chaug a Hsien Hung SHISH. Transmission and control of an emerging influenza pandemic in a small-world airline network. 2010, , 93-100. Dostupné z: doi:10.1016/j.aap.2009.07.004
- [33] Zika virus. World Health Organization [online]. 2018 [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus>
- [34] Bogoch, I. I., Creatore, M. I., Cetron, M. S., Brownstein, J. S., Pesik, N., Miniota, J., Tam, T., Hu, W., Nicolucci, A., Ahmed, S., Yoon, J. W., Berry, I., Hay, S. I., Anema, A., Tatem, A. J., MacFadden, D., German, M., & Khan, K. (2015). Assessment of the potential for international dissemination of Ebola virus via commercial air travel during the 2014 west African outbreak. *Lancet (London, England)*, 385(9962), 29–35. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61828-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61828-6)
- [35] WHO alerts six African countries after Ebola outbreaks. *Reuters* [online]. Conakry, 2021 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/uk-health-ebola-guinea-idUSKBN2AG1IF>
- [36] Informace pro osoby zasažené mimořádnou událostí. Policie České republiky [online]. [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/informace-pro-osoby-zasazene-mimoradnou-udalosti.aspx>
- [37] MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST, KRIZOVÁ SITUACE. Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje [online]. [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: <http://www.hzsmsk.cz/index.php?a=cat.70>
- [38] *EMERGENCY RESPONSE PLAN: A template for Air Carriers*. IATA, 2018.

- [39] HATTY, Holger a Sebastian HOLLMEIER. Airline strategy in the 2001/2002 crisis - The Lufthansa example. *Journal of Air Transport Management*. 2003, (9), 51-55. Dostupné z: doi:10.1016/S0969-6997(02)00064-9
- [40] IATA Economics' Chart of the Week: Record loss in 2020 extending to 2021 but at a lower level. *IATA Economics*. 2020.
- [41] Business Cycle Dating. *National Bureau of Economic Research* [online]. 2020 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.nber.org/research/business-cycle-dating>
- [42] *World Air Cargo Forecast 2008–2009*. Boeing, Chicago: Boeing Commercial Airplanes, 2010.
- [43] FRANKE, Markus a Florian JOHN. What comes next after recession? – Airline industry scenarios and potential end games. *Journal of Air Transport Management*. 1, 2011, (17), 19-26. ISSN 0969-6997. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2010.10.005>.
- [44] DOBRUSZKES, Frédéric a Gilles VAN HAMME. The impact of the current economic crisis on the geography of air traffic volumes: an empirical analysis. *Journal of Transport Geography*. 2011, (19), 1387-1398. ISSN 0966-6923. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.07.015>.
- [45] CLOODT, Hubertus. Signs of recovery for air transport in Europe in 2009. *Statistics in focus*. Eurostat, 2011.
- [46] DE LA FUENTE LAYOS, Luis. Economic crisis stops air transport growth: Air transport in Europe in 2008. *Statistics in focus*. 2009.
- [47] VOLTES-DORTA, Augusto a Romano PAGLIARI. The impact of recession on airports' cost efficiency. *Transport Policy*. 2012, (24), 211-222. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.08.012>.
- [48] MACÁRIO, Rosário a Eddy VAN DE VOORDE. *THE IMPACT OF THE ECONOMIC CRISIS ON THE EU AIR TRANSPORT SECTOR*. Brussels: European Parliament, 2009.
- [49] *Terorismus* [online]. Bezpečnostní informační služba [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.bis.cz/terorismus/>
- [50] PEARCE, Brian. *ECONOMICS BRIEFING: THE IMPACT OF THE 9/11 TERRORIST ATTACKS*. IATA Economics, 2006.

- [51] GILLEN, David a Ashish LALL. International transmission of shocks in the airline industry. *Journal of Air Transport Management*. 2003, (9), 37-49. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(02\)00068-6](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(02)00068-6).
- [52] TRONET, Vincent a Jana GOTVALDOVÁ. Impact of September 11th on air passenger transport: Gradual slowdown in growth during the first three quarters and a steep fall in fourth quarter 2001. *Statistics in focus: Transport*. 2004, (7).
- [53] BYSYUK, Veronika. *Impact of 9/11 Terrorist Attacks on US and International Tourism Development*. Vienna, 2010. Bakalářská práce. Modul Vienna University. Vedoucí práce Karin Glaser.
- [54] KUSHWAHA, Madhavi a Somesh KUMAR SHARMA. Impact of Environmental Factors on Aviation Safety. *Advances in Aerospace Science and Applications*. 2014, (1), 73-78. ISSN 2277-3223.
- [55] Volcanic Ash in the Atmosphere and Risks for Civil Aviation: A Study in European Crisis Management. *Institute for Risk and Disaster Reduction*. University College London, 2013, , 9-19. Dostupné z: doi:10.1007/s13753-013-0003-0
- [56] Mazzocchi, M., F. Hansstein, and M. Ragona. 2010. The 2010 Volcanic Ash Cloud and Its Financial Impact on the European Airline Industry. CESifo Forum No. 2: 92–100.
- [57] London VAAC: Volcanic ash advisories and graphics archive. *Met Office* [online]. Met Office, 2010 [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://www.metoffice.gov.uk/services/transport/aviation/regulated/vaac/advisories/archive>
- [58] *Projected GDP Ranking* [online]. 2021 [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <http://statisticstimes.com/economy/projected-world-gdp-ranking.php>
- [59] *Eurostat: Your key to European statistics* [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat>
- [60] *Bureau of Transportation Statistics* [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://www.bts.gov/>

- [61] *Department of Statistics Singapore: Transport* [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://www.singstat.gov.sg/find-data/search-by-theme/industry/transport/latest-data>
- [62] *Civil Aviation Department: The Government of the Hong Kong Special Administrative Region* [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://www.cad.gov.hk/english/home.html>
- [63] *Government of Macao Special Administrative Region: Statistics and Census Service* [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://www.dsec.gov.mo/en-US/Statistic?id=807>
- [64] *Atlas of the Sky* [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/aos/aos_public.html
- [65] Euro Dollar Exchange Rate (EUR USD) - Historical Chart. MacroTrends [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://www.macrotrends.net/2548/euro-dollar-exchange-rate-historical-chart>
- [66] FIELD, Anne. What caused the Great Recession? Understanding the key factors that led to one of the worst economic downturns in US history. *Insider*. 2021.
- [67] ŠMILAUER, Petr. *Moderní regresní metody*. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- [68] Glm: Fitting Generalized Linear Models. *RDocumentation* [online]. [cit. 2021-7-28]. Dostupné z: <https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.6.2/topics/glm>
- [69] BÍNA, Vladislav, Arnošt KOMÁREK a Lenka KOMÁRKOVÁ. *Jak na jazyk R: instalace a základní příkazy*. 2006.
- [70] *Lineární regrese: Komentované řešení pomocí programu R*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.
- [71] TRONET, Vincent. Passenger air transport 2000-2001: Clear drop on routes to America and Middle East but a further rise on non-EU European routes. *Statistics in focus: TRANSPORT*. 2004, (7).
- [72] CLOODT, Hubertus. Air transport recovers in 2010: Remains vulnerable to unforeseen events. *Statistics in focus: Transport*. 2012, (21).

Seznam příloh

Příloha 1: výsledné tabulky pro nejdůležitější letecká evropská spojení

Příloha 2: výsledné tabulky pro nejdůležitější letecká spojení mezi Evropou a USA

Příloha 3: výsledné tabulky pro nejdůležitější spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou + Hong Kong

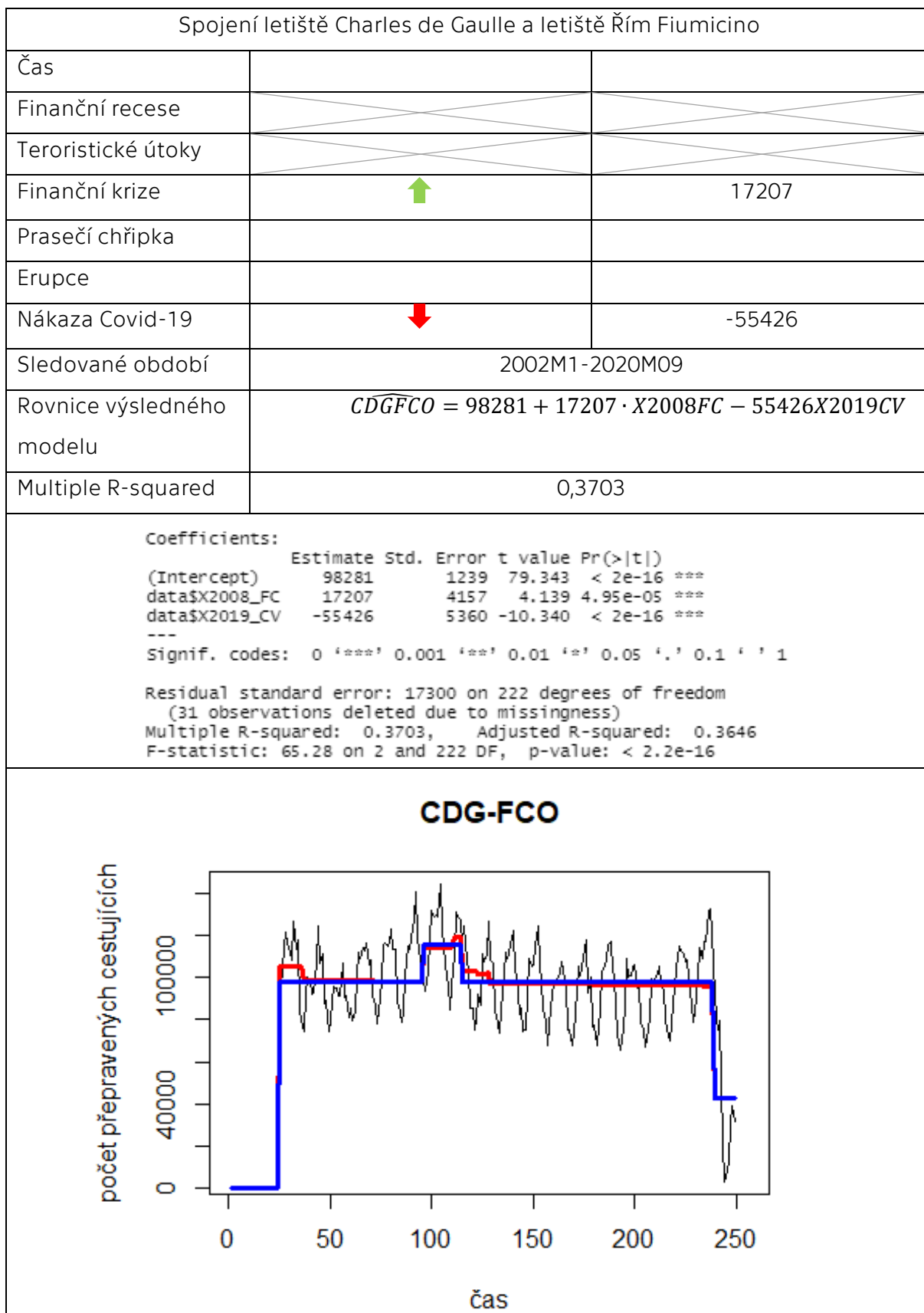
Příloha 4: výsledné tabulky pro evropská letiště

Příloha 5: výsledné tabulky pro severoamerická letiště

Příloha 6: výsledné tabulky pro východoasijská letiště

Příloha 1 výsledné tabulky pro nejdůležitější evropská letecká spojení

Spojení letiště Londýn Heathrow a letiště Dublin																											
Čas	↓	-146,15																									
Finanční recese																											
Teroristické útoky																											
Finanční krize																											
Prasečí chřipka	↓	-22203,81																									
Erupce																											
Nákaza Covid-19	↓	-75094,52																									
Sledované období	2003M01-2020M10																										
Rovnice výsledného modelu	$LHRDUB = 169210,71 - 146,15 \cdot t - 22203,81 \cdot X_{2009SF} - 75094,52 \cdot X_{2019CV}$																										
Multiple R-squared	0,5104																										
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>169210.71</td> <td>4127.00</td> <td>41.001</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>-146.15</td> <td>27.16</td> <td>-5.381</td> <td>1.97e-07 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>-22203.81</td> <td>5559.12</td> <td>-3.994</td> <td>8.98e-05 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-75094.52</td> <td>7261.43</td> <td>-10.342</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 22400 on 210 degrees of freedom (42 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.5104, Adjusted R-squared: 0.5034 F-statistic: 72.97 on 3 and 210 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	169210.71	4127.00	41.001	< 2e-16 ***	data\$t	-146.15	27.16	-5.381	1.97e-07 ***	data\$X2009_SF	-22203.81	5559.12	-3.994	8.98e-05 ***	data\$X2019_CV	-75094.52	7261.43	-10.342	< 2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																							
(Intercept)	169210.71	4127.00	41.001	< 2e-16 ***																							
data\$t	-146.15	27.16	-5.381	1.97e-07 ***																							
data\$X2009_SF	-22203.81	5559.12	-3.994	8.98e-05 ***																							
data\$X2019_CV	-75094.52	7261.43	-10.342	< 2e-16 ***																							
<h3>LHR-DUB</h3>																											



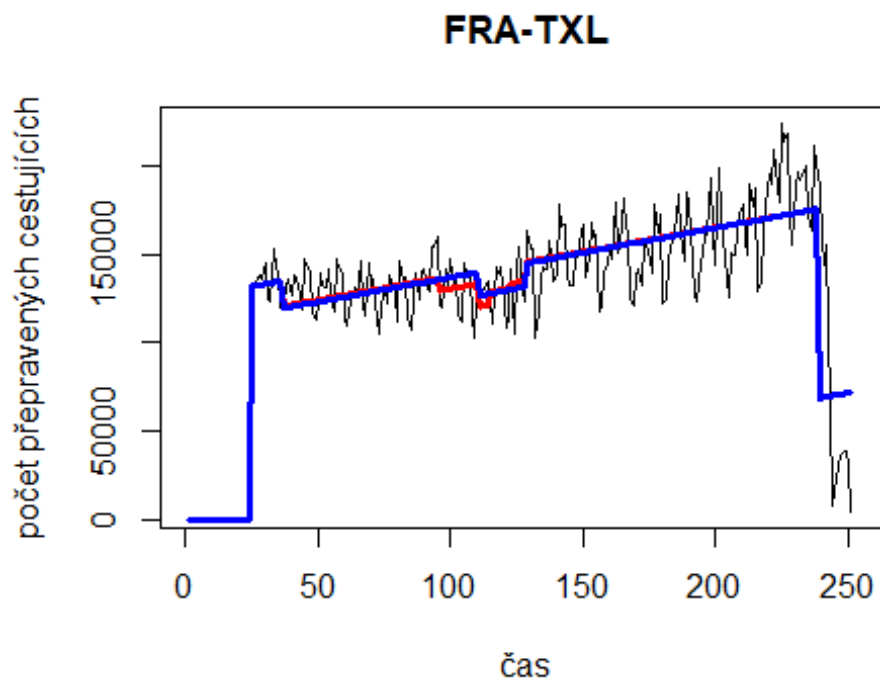
Spojení letiště Frankfurt a letiště Berlín Tegel		
Čas	↑	278,45
Finanční recese	✂	
Teroristické útoky	↑	15713,68
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-13391,68
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-106928,34
Sledované období	2002M01-2020M11	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{FRATXL} = 109000,65 + 278,45 \cdot t + 15713,68 \cdot X_{2001TER} - 133391,68 \cdot X_{2009SF} - 106928,34 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5208	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	109000.65	4268.36	25.537	<2e-16 ***
data\$t	278.45	28.09	9.914	<2e-16 ***
data\$X2001_TER	15713.68	7550.32	2.081	0.0386 *
data\$X2009_SF	-13391.68	5750.17	-2.329	0.0208 *
data\$X2019_CV	-106928.34	7283.76	-14.680	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 23170 on 222 degrees of freedom
(29 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.5208, Adjusted R-squared: 0.5122
F-statistic: 60.33 on 4 and 222 DF, p-value: < 2.2e-16



Spojení letiště Amsterdam a letiště Londýn Heathrow																																
Čas	↓	-177,83																														
Finanční recese	↑	21682,61																														
Teroristické útoky																																
Finanční krize																																
Prasečí chřipka	↓	-24285,10																														
Erupce																																
Nákaza Covid-19	↓	-60940,64																														
Sledované období	2000M01-2020M12																															
Rovnice výsledného modelu	$AMSLHR = 163573,01 - 177,83 \cdot t + 21682,61 \cdot X_{2001FC} - 24285,10 \cdot X_{2009SF} - 60940,64 \cdot X_{2019CV}$																															
Multiple R-squared	0,6087																															
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>163573.01</td> <td>3433.65</td> <td>47.638</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>-177.83</td> <td>23.29</td> <td>-7.636</td> <td>4.89e-13 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2001_FC</td> <td>21682.61</td> <td>5338.18</td> <td>4.062</td> <td>6.54e-05 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>-24285.10</td> <td>5187.22</td> <td>-4.682</td> <td>4.70e-06 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-60940.64</td> <td>6382.98</td> <td>-9.547</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 21030 on 247 degrees of freedom (4 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.6087, Adjusted R-squared: 0.6023 F-statistic: 96.04 on 4 and 247 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	163573.01	3433.65	47.638	< 2e-16 ***	data\$t	-177.83	23.29	-7.636	4.89e-13 ***	data\$X2001_FC	21682.61	5338.18	4.062	6.54e-05 ***	data\$X2009_SF	-24285.10	5187.22	-4.682	4.70e-06 ***	data\$X2019_CV	-60940.64	6382.98	-9.547	< 2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																												
(Intercept)	163573.01	3433.65	47.638	< 2e-16 ***																												
data\$t	-177.83	23.29	-7.636	4.89e-13 ***																												
data\$X2001_FC	21682.61	5338.18	4.062	6.54e-05 ***																												
data\$X2009_SF	-24285.10	5187.22	-4.682	4.70e-06 ***																												
data\$X2019_CV	-60940.64	6382.98	-9.547	< 2e-16 ***																												
<h3>AMS-LHR</h3>																																

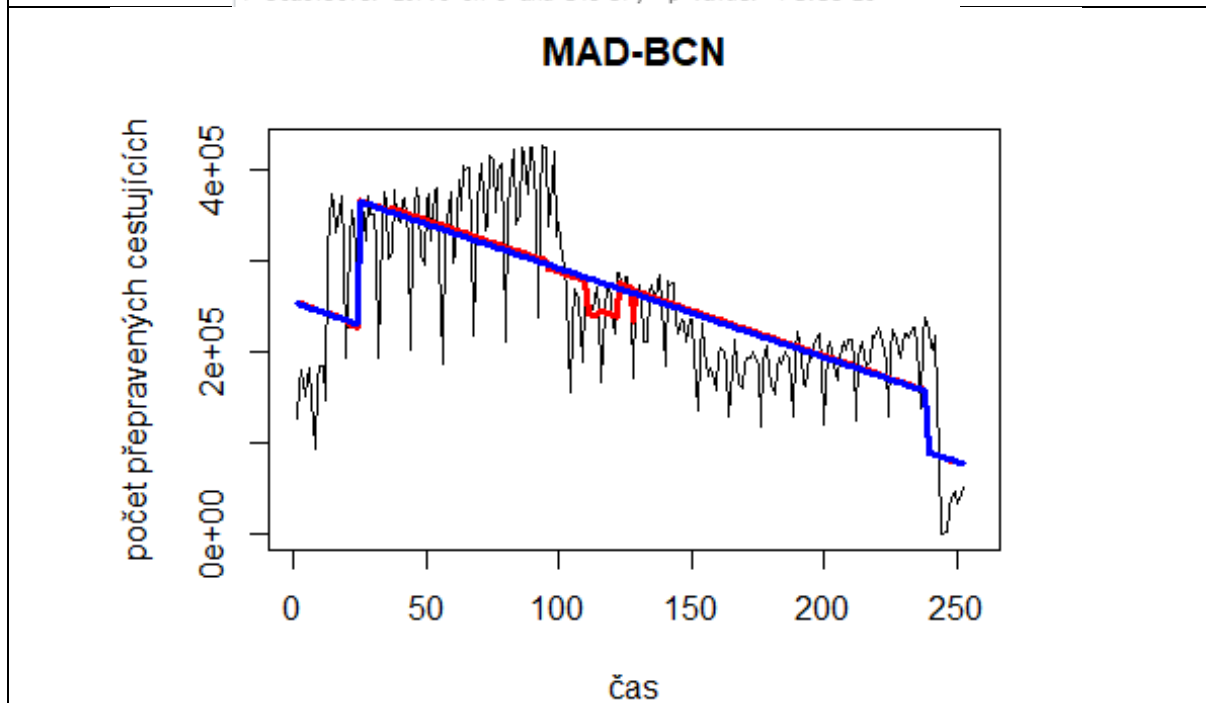
Spojení letiště Madrid a letiště Barcelona		
Čas	↓	-975,58
Finanční recese	↓	-134914,46
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-65994,26
Sledované období	2000M01-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$MADBCN = 389583,39 - 975,58 \cdot t - 134914,46 \cdot X2001FC - 65994,26 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,5661	

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  389583.39   9753.69   39.942 < 2e-16 ***
data$t       -975.58      67.12  -14.534 < 2e-16 ***
data$X2001_FC -134914.46  15316.69  -8.808 2.25e-16 ***
data$X2019_CV -65994.26  18413.26  -3.584 0.000407 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 60710 on 248 degrees of freedom
(4 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.5661,    Adjusted R-squared:  0.5609
F-statistic: 107.9 on 3 and 248 DF,  p-value: < 2.2e-16

```



Spojení letiště Mnichov a letiště Berlín Tegel		
Čas	↑	263,54
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-10607,74
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-112786,70
Sledované období	2002M01-2020M11	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{MUCTXL} = 104741,29 + 263,54 \cdot t - 10607,74 \cdot X_{2009SF} - 112786,70 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,6151	

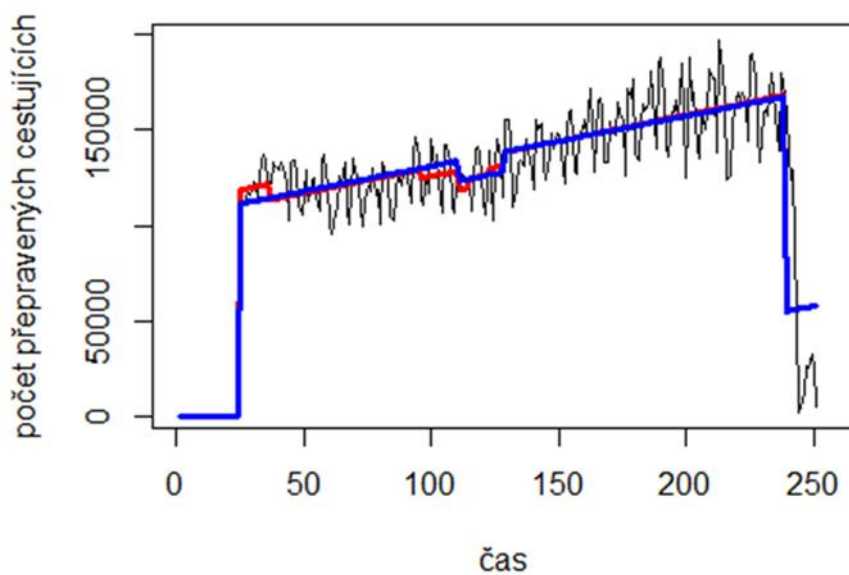
```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  104741.29   3263.89   32.091  <2e-16 ***
data$t        263.54      22.14    11.904  <2e-16 ***
data$X2009_SF -10607.74   4927.84   -2.153   0.0324 *
data$X2019_CV -112786.70  6238.24  -18.080  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 19970 on 223 degrees of freedom
(29 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.6151,    Adjusted R-squared:  0.6099
F-statistic: 118.8 on 3 and 223 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

MUC-TXL



Spojení letiště Londýn Gatwick a letiště Málaga

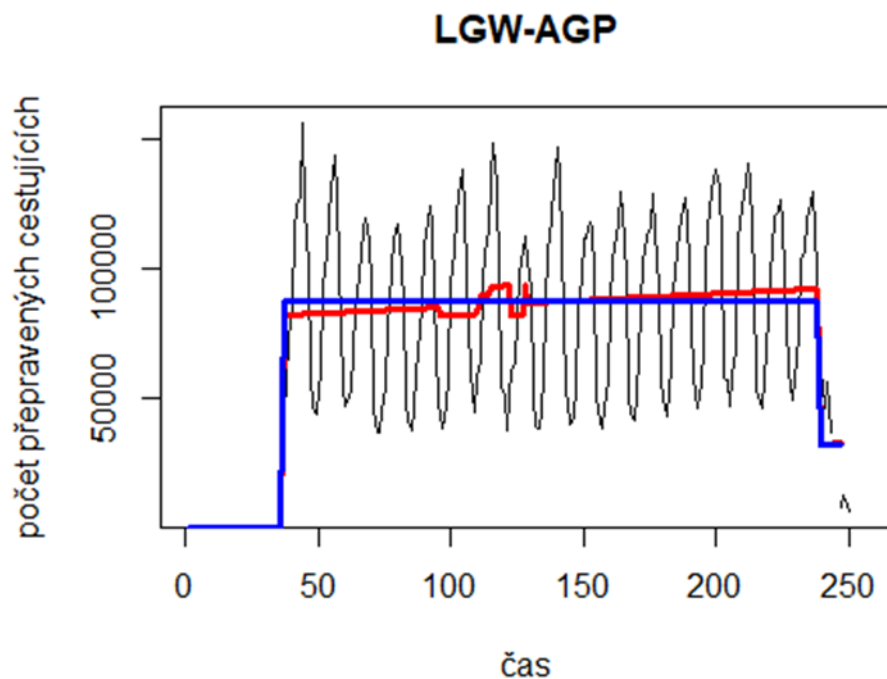
Čas		
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-54895
Sledované období	2003M01-2020M10	
Rovnice výsledného modelu	$LGWAGP = 86999 - 54895 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,1056	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	86999	2283	38.110	< 2e-16 ***
data\$X2019_CV	-54895	11053	-4.966	1.42e-06 ***

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 32450 on 209 degrees of freedom
 (45 observations deleted due to missingness)
 Multiple R-squared: 0.1056, Adjusted R-squared: 0.1013
 F-statistic: 24.66 on 1 and 209 DF, p-value: 1.415e-06



Spojení letiště Řím Fiumicino a letiště Milan Malpensa																																										
Čas	↓	-739,36																																								
Finanční recese	↓	-21399,11																																								
Teroristické útoky	↓	-30192,61																																								
Finanční krize	↑	24686,77																																								
Prasečí chřipka	↓	-31066,66																																								
Erupce																																										
Nákaza Covid-19	↓	-27605,50																																								
Sledované období	2001M01-2020M12																																									
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{FCOMXP} = 245563,79 - 739,36 \cdot t - 21399,11 \cdot X2001FC - 30192,61 \cdot X2001TER + 24686,77 \cdot X2008FC - 31066,66 \cdot X2009SF - 27605,50 \cdot X2019CV$																																									
Multiple R-squared	0,7086																																									
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>245563.79</td> <td>6091.16</td> <td>40.315</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>-739.36</td> <td>39.86</td> <td>-18.551</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2001_FC</td> <td>-21399.11</td> <td>10665.29</td> <td>-2.006</td> <td>0.045992 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2001_TER</td> <td>-30192.61</td> <td>9451.21</td> <td>-3.195</td> <td>0.001598 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2008_FC</td> <td>24686.77</td> <td>8053.61</td> <td>3.065</td> <td>0.002437 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>-31066.66</td> <td>8165.67</td> <td>-3.805</td> <td>0.000183 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-27605.50</td> <td>11008.25</td> <td>-2.508</td> <td>0.012848 *</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 32690 on 228 degrees of freedom (21 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.7086, Adjusted R-squared: 0.7009 F-statistic: 92.41 on 6 and 228 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	245563.79	6091.16	40.315	< 2e-16 ***	data\$t	-739.36	39.86	-18.551	< 2e-16 ***	data\$X2001_FC	-21399.11	10665.29	-2.006	0.045992 *	data\$X2001_TER	-30192.61	9451.21	-3.195	0.001598 **	data\$X2008_FC	24686.77	8053.61	3.065	0.002437 **	data\$X2009_SF	-31066.66	8165.67	-3.805	0.000183 ***	data\$X2019_CV	-27605.50	11008.25	-2.508	0.012848 *
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																																						
(Intercept)	245563.79	6091.16	40.315	< 2e-16 ***																																						
data\$t	-739.36	39.86	-18.551	< 2e-16 ***																																						
data\$X2001_FC	-21399.11	10665.29	-2.006	0.045992 *																																						
data\$X2001_TER	-30192.61	9451.21	-3.195	0.001598 **																																						
data\$X2008_FC	24686.77	8053.61	3.065	0.002437 **																																						
data\$X2009_SF	-31066.66	8165.67	-3.805	0.000183 ***																																						
data\$X2019_CV	-27605.50	11008.25	-2.508	0.012848 *																																						
<h3>FCO-MXP</h3>																																										

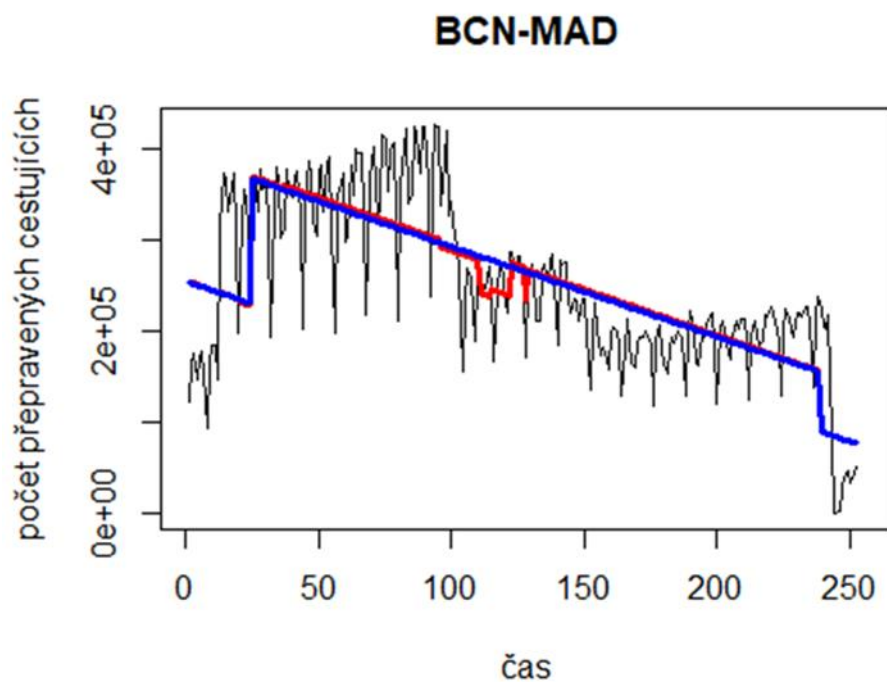
Spojení letiště Barcelona a letiště Madrid		
Čas	↓	-990,82
Finanční recese	↓	-137167,26
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-64884,36
Sledované období	2000M01-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$BCNMAD = 392215,49 - 990,82 \cdot t - 137167,26 \cdot X2001FC - 64884,36 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,5717	

```

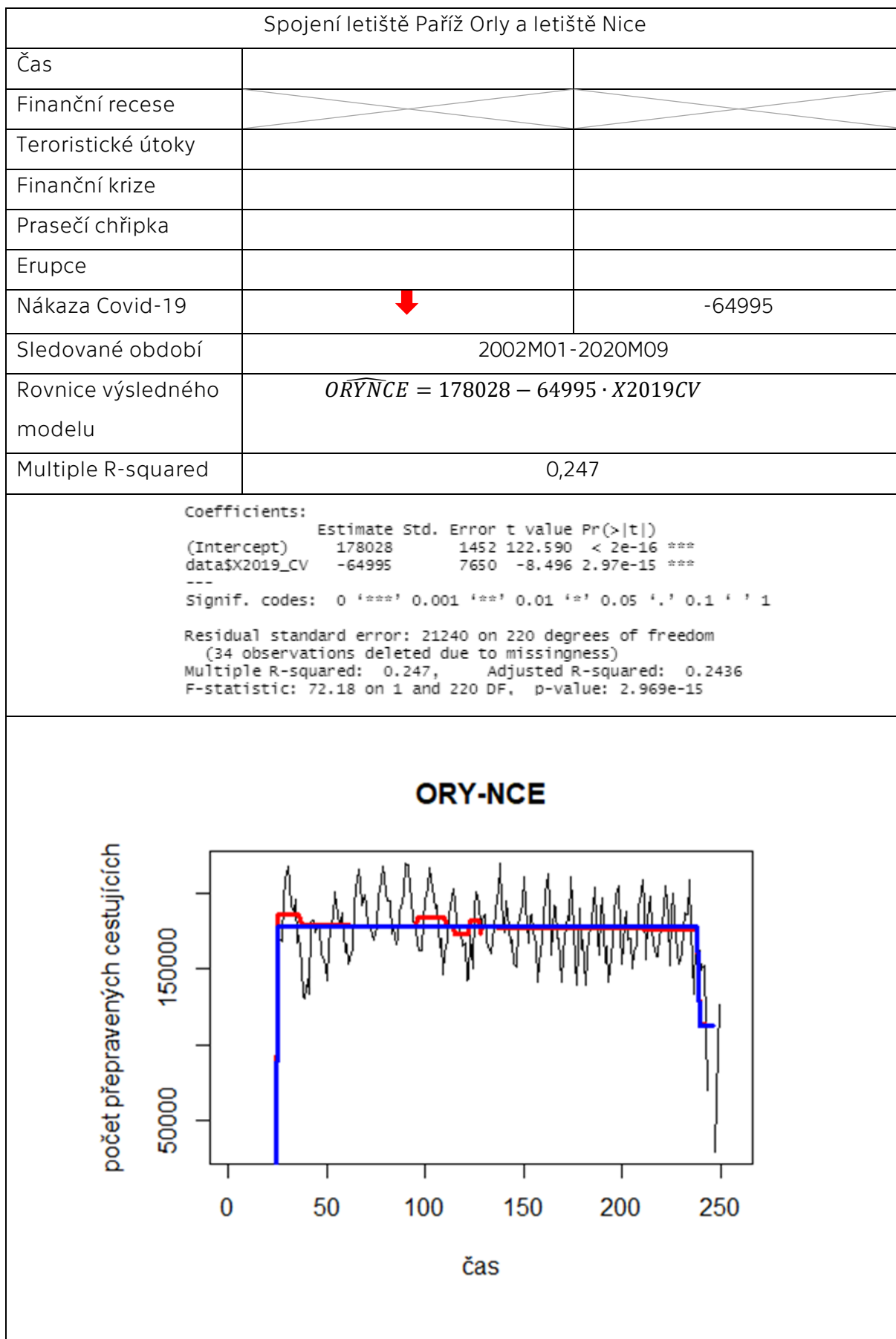
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  392215.49   9754.71  40.208 < 2e-16 ***
data$t       -990.82     67.13  -14.760 < 2e-16 ***
data$X2001_FC -137167.26  15318.30  -8.954 < 2e-16 ***
data$X2019_CV -64884.36  18415.19  -3.523 0.000507 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 60720 on 248 degrees of freedom
(4 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.5717, Adjusted R-squared:  0.5665
F-statistic: 110.3 on 3 and 248 DF, p-value: < 2.2e-16

```



Spojení letiště Paříž Orly a letiště Toulouse																	
Čas																	
Finanční recese																	
Teroristické útoky																	
Finanční krize																	
Prasečí chřipka																	
Erupce																	
Nákaza Covid-19	↓	-73594															
Sledované období	2002M01-2020M09																
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{ORYTLS} = 189726 - 73594 \cdot X_{2019CV}$																
Multiple R-squared	0,1598																
<p>Coefficients:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>189726</td> <td>2160</td> <td>87.847</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-73594</td> <td>11377</td> <td>-6.469</td> <td>6.32e-10 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 31590 on 220 degrees of freedom (34 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.1598, Adjusted R-squared: 0.156 F-statistic: 41.84 on 1 and 220 DF, p-value: 6.321e-10</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	189726	2160	87.847	< 2e-16 ***	data\$X2019_CV	-73594	11377	-6.469	6.32e-10 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)													
(Intercept)	189726	2160	87.847	< 2e-16 ***													
data\$X2019_CV	-73594	11377	-6.469	6.32e-10 ***													
<h3>ORY-TLS</h3>																	



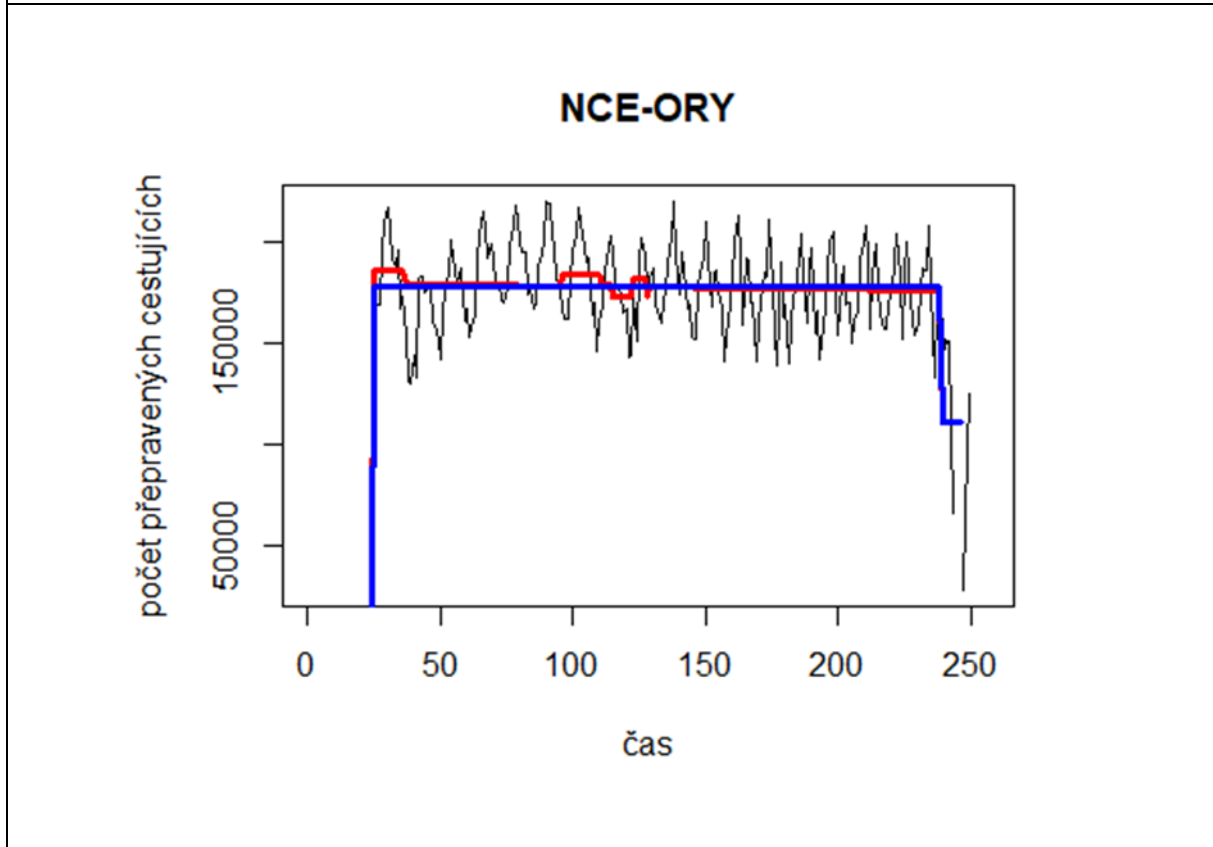
Spojení letiště Nice a letiště Paříž Orly		
Čas		
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-66857
Sledované období	2002M01-2020M09	
Rovnice výsledného modelu	$NCEORY = 177986 - 66857 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,2568	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	177986	1456	122.274	< 2e-16 ***
data\$X2019_CV	-66857	7668	-8.719	6.94e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 21290 on 220 degrees of freedom
(34 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.2568, Adjusted R-squared: 0.2534
F-statistic: 76.02 on 1 and 220 DF, p-value: 6.935e-16



Spojení letiště Dublin a letiště Londýn Heathrow

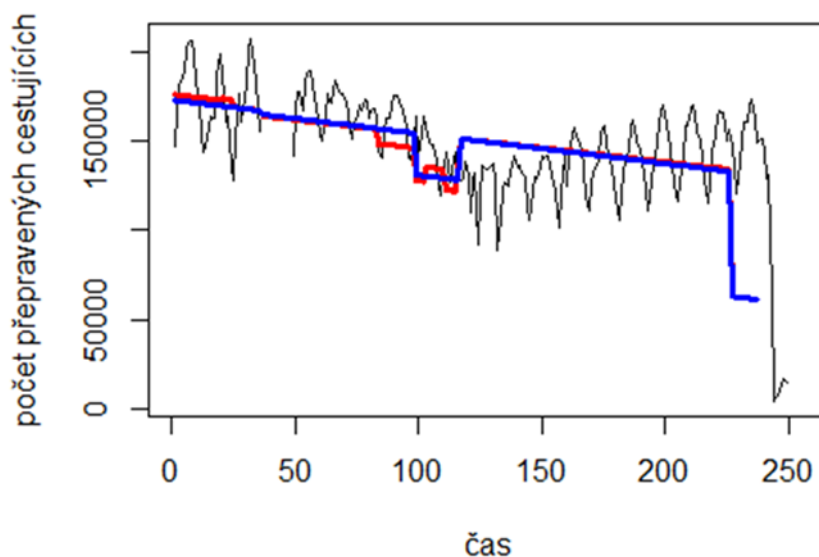
Čas	↓	-168,30
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-23343,24
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-69716,86
Sledované období	2000M01-2020M09	
Rovnice výsledného modelu	$DUBLHR = 172941,02 - 168,30 \cdot t - 23343,24 \cdot X2009SF - 69716,86 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,5047	

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  172941.02   3131.27   55.230 < 2e-16 ***
data$t       -168.30     21.92   -7.677 4.46e-13 ***
data$X2009_SF -23343.24   5515.17  -4.233 3.32e-05 ***
data$X2019_CV -69716.86   7425.91  -9.388 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 22440 on 233 degrees of freedom
(19 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.5047,    Adjusted R-squared:  0.4983
F-statistic: 79.14 on 3 and 233 DF,  p-value: < 2.2e-16
    
```

DUB-LHR



Spojení letiště Berlín Tegel a letiště Frankfurt		
Čas	↑	277,96
Finanční recese		
Teroristické útoky	↑	15670,57
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-23343,24
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-69716,86
Sledované období	2000M01-2020M09	
Rovnice výsledného modelu	$D\ddot{U}B\ddot{L}H\ddot{R} = 172941,02 - 168,30 \cdot t - 23343,24 \cdot X2009SF - 69716,86 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,5047	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	109058.92	4265.48	25.568	<2e-16	***
data\$t	277.96	28.07	9.903	<2e-16	***
data\$X2001_TER	15670.57	7545.22	2.077	0.0390	*
data\$X2009_SF	-13390.56	5746.29	-2.330	0.0207	*
data\$X2019_CV	-106873.67	7278.84	-14.683	<2e-16	***

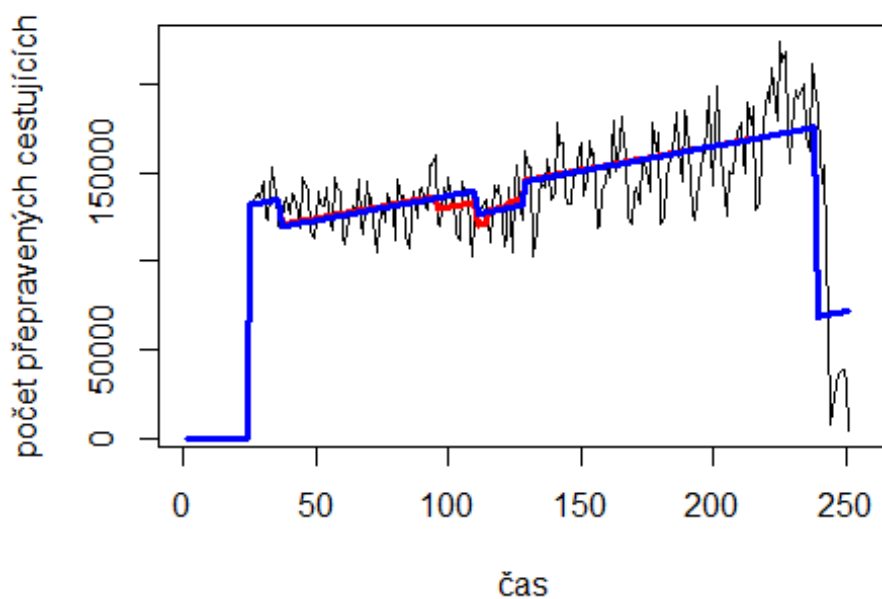
 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 23160 on 222 degrees of freedom
 (29 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.5208, Adjusted R-squared: 0.5122

F-statistic: 60.32 on 4 and 222 DF, p-value: < 2.2e-16

TXL-FRA



Příloha 2: výsledné tabulky pro nejdůležitější letecká spojení mezi Evropou a USA

Spojení letiště Londýn Heathrow a letiště John F. Kennedy																											
Čas	↑	129,59																									
Finanční recese																											
Teroristické útoky																											
SARS																											
Finanční krize																											
Prasečí chřipka	↓	-29129,73																									
Erupce																											
Nákaza Covid-19	↓	-154325,76																									
Sledované období	2003M01-2020M10																										
Rovnice výsledného modelu	$LHRJFK = 219181,01 + 129,59 \cdot t - 29129,73 \cdot X_{2009SF} - 154325,76 \cdot X_{2019CV}$																										
Multiple R-squared	0,433																										
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>219181.01</td> <td>7173.53</td> <td>30.554</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>129.59</td> <td>47.21</td> <td>2.745</td> <td>0.00657 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>-29129.73</td> <td>9662.84</td> <td>-3.015</td> <td>0.00289 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-154325.76</td> <td>12621.79</td> <td>-12.227</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 38940 on 210 degrees of freedom (42 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.433, Adjusted R-squared: 0.4249 F-statistic: 53.45 on 3 and 210 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	219181.01	7173.53	30.554	< 2e-16 ***	data\$t	129.59	47.21	2.745	0.00657 **	data\$X2009_SF	-29129.73	9662.84	-3.015	0.00289 **	data\$X2019_CV	-154325.76	12621.79	-12.227	< 2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																							
(Intercept)	219181.01	7173.53	30.554	< 2e-16 ***																							
data\$t	129.59	47.21	2.745	0.00657 **																							
data\$X2009_SF	-29129.73	9662.84	-3.015	0.00289 **																							
data\$X2019_CV	-154325.76	12621.79	-12.227	< 2e-16 ***																							
<h3>LHR-JFK</h3>																											

Spojení letiště Charles de Gaulle a letiště John F. Kennedy																																
Čas																																
Finanční recese																																
Teroristické útoky																																
SARS	↓	-22998																														
Finanční krize	↓	-21474																														
Prasečí chřipka	↓	-19605																														
Erupce																																
Nákaza Covid-19	↓	-72780																														
Sledované období	2002M01-2020M09																															
Rovnice výsledného modelu	$CDGJFK = 123829 - 22998 \cdot X_{2003SARS} - 21474 \cdot X_{2008FC} - 19605 \cdot X_{2009SF} - 72780 \cdot X_{2019CV}$																															
Multiple R-squared	0,3214																															
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>123829</td> <td>1928</td> <td>64.229</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2003_SARS</td> <td>-22998</td> <td>9235</td> <td>-2.490</td> <td>0.013507 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2008_FC</td> <td>-21474</td> <td>6212</td> <td>-3.457</td> <td>0.000655 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>-19605</td> <td>6365</td> <td>-3.080</td> <td>0.002332 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-72780</td> <td>7940</td> <td>-9.166</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 25550 on 220 degrees of freedom (31 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.3214, Adjusted R-squared: 0.3091 F-statistic: 26.05 on 4 and 220 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	123829	1928	64.229	< 2e-16 ***	data\$X2003_SARS	-22998	9235	-2.490	0.013507 *	data\$X2008_FC	-21474	6212	-3.457	0.000655 ***	data\$X2009_SF	-19605	6365	-3.080	0.002332 **	data\$X2019_CV	-72780	7940	-9.166	< 2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																												
(Intercept)	123829	1928	64.229	< 2e-16 ***																												
data\$X2003_SARS	-22998	9235	-2.490	0.013507 *																												
data\$X2008_FC	-21474	6212	-3.457	0.000655 ***																												
data\$X2009_SF	-19605	6365	-3.080	0.002332 **																												
data\$X2019_CV	-72780	7940	-9.166	< 2e-16 ***																												
<h3>CDG-JFK</h3>																																

Spojení letiště Frankfurt a letiště Chicago O´ Hare																																
Čas	↓	-93,70																														
Finanční recese	✕	✕																														
Teroristické útoky																																
SARS	↓	-13256,81																														
Finanční krize																																
Prasečí chřipka	↑	8816,63																														
Erupce																																
Nákaza Covid-19	↓	-29564,53																														
Sledované období	2002M01-2021M02																															
Rovnice výsledného modelu	$FRAORD = 71825,36 - 93,70 \cdot t - 13256,81 \cdot X2003SARS + 8816,63 \cdot X2009SF - 29564,53 \cdot X2019CV$																															
Multiple R-squared	0,4528																															
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>71825.36</td> <td>2325.89</td> <td>30.881</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>-93.70</td> <td>15.47</td> <td>-6.056</td> <td>5.80e-09 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2003_SARS</td> <td>-13256.81</td> <td>5039.75</td> <td>-2.630</td> <td>0.00912 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>8816.63</td> <td>3295.18</td> <td>2.676</td> <td>0.00801 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-29564.53</td> <td>3861.31</td> <td>-7.657</td> <td>5.59e-13 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 13310 on 225 degrees of freedom (26 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.4528, Adjusted R-squared: 0.4431 F-statistic: 46.55 on 4 and 225 DF. p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	71825.36	2325.89	30.881	< 2e-16 ***	data\$t	-93.70	15.47	-6.056	5.80e-09 ***	data\$X2003_SARS	-13256.81	5039.75	-2.630	0.00912 **	data\$X2009_SF	8816.63	3295.18	2.676	0.00801 **	data\$X2019_CV	-29564.53	3861.31	-7.657	5.59e-13 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																												
(Intercept)	71825.36	2325.89	30.881	< 2e-16 ***																												
data\$t	-93.70	15.47	-6.056	5.80e-09 ***																												
data\$X2003_SARS	-13256.81	5039.75	-2.630	0.00912 **																												
data\$X2009_SF	8816.63	3295.18	2.676	0.00801 **																												
data\$X2019_CV	-29564.53	3861.31	-7.657	5.59e-13 ***																												
<h3>FRA-ORD</h3>																																

Spojení letiště Amsterdam a letiště Detroit																																
Čas	↓	-88,44																														
Finanční recese	↑	6561,58																														
Teroristické útoky	↓	-7392,81																														
SARS																																
Finanční krize																																
Prasečí chřipka																																
Erupce																																
Nákaza Covid-19	↓	-28363,71																														
Sledované období	2000M01-2020M12																															
Rovnice výsledného modelu	$AMS_{DTW} = 6785,40 - 88,44 \cdot t + 6561,58 \cdot X_{2001FC} - 7392,81 \cdot X_{2001TER} - 28363,71 \cdot X_{2019CV}$																															
Multiple R-squared	0,4841																															
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>66785.40</td> <td>2055.00</td> <td>32.499</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>-88.44</td> <td>13.84</td> <td>-6.388</td> <td>8.30e-10 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2001_FC</td> <td>6561.58</td> <td>2979.25</td> <td>2.202</td> <td>0.0286 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2001_TER</td> <td>-7392.81</td> <td>3270.44</td> <td>-2.260</td> <td>0.0247 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-28363.71</td> <td>3590.98</td> <td>-7.899</td> <td>9.27e-14 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 11780 on 247 degrees of freedom (4 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.4841, Adjusted R-squared: 0.4758 F-statistic: 57.95 on 4 and 247 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	66785.40	2055.00	32.499	< 2e-16 ***	data\$t	-88.44	13.84	-6.388	8.30e-10 ***	data\$X2001_FC	6561.58	2979.25	2.202	0.0286 *	data\$X2001_TER	-7392.81	3270.44	-2.260	0.0247 *	data\$X2019_CV	-28363.71	3590.98	-7.899	9.27e-14 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																												
(Intercept)	66785.40	2055.00	32.499	< 2e-16 ***																												
data\$t	-88.44	13.84	-6.388	8.30e-10 ***																												
data\$X2001_FC	6561.58	2979.25	2.202	0.0286 *																												
data\$X2001_TER	-7392.81	3270.44	-2.260	0.0247 *																												
data\$X2019_CV	-28363.71	3590.98	-7.899	9.27e-14 ***																												
<h3>AMS-DTW</h3>																																

Spojení letiště Madrid a letiště John F. Kennedy																																
Čas	↑	256,18																														
Finanční recese	↑	8930,71																														
Teroristické útoky																																
SARS																																
Finanční krize																																
Prasečí chřipka	↑	7973,48																														
Erupce																																
Nákaza Covid-19	↓	-54063,83																														
Sledované období	2000M01-2020M12																															
Rovnice výsledného modelu	$MADJFK = 14966,44 + 256,18 \cdot t + 8930,71 \cdot X2001FC + 7973,48 \cdot X2009SF - 54063,83 \cdot X2019CO$																															
Multiple R-squared	0,5883																															
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>14966.44</td> <td>2324.04</td> <td>6.440</td> <td>6.23e-10 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>256.18</td> <td>15.76</td> <td>16.254</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2001_FC</td> <td>8930.71</td> <td>3613.09</td> <td>2.472</td> <td>0.0141 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>7973.48</td> <td>3510.92</td> <td>2.271</td> <td>0.0240 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-54063.83</td> <td>4447.90</td> <td>-12.155</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 14230 on 246 degrees of freedom (5 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.5883, Adjusted R-squared: 0.5816 F-statistic: 87.87 on 4 and 246 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	14966.44	2324.04	6.440	6.23e-10 ***	data\$t	256.18	15.76	16.254	< 2e-16 ***	data\$X2001_FC	8930.71	3613.09	2.472	0.0141 *	data\$X2009_SF	7973.48	3510.92	2.271	0.0240 *	data\$X2019_CV	-54063.83	4447.90	-12.155	< 2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																												
(Intercept)	14966.44	2324.04	6.440	6.23e-10 ***																												
data\$t	256.18	15.76	16.254	< 2e-16 ***																												
data\$X2001_FC	8930.71	3613.09	2.472	0.0141 *																												
data\$X2009_SF	7973.48	3510.92	2.271	0.0240 *																												
data\$X2019_CV	-54063.83	4447.90	-12.155	< 2e-16 ***																												
<h3>MAD-JFK</h3>																																

Spojení letiště Mnichov a letiště Chicago O´ Hare																						
Čas	↑	81,890																				
Finanční recese																						
Teroristické útoky																						
SARS																						
Finanční krize																						
Prasečí chřipka	↑	5490,939																				
Erupce																						
Nákaza Covid-19																						
Sledované období	2002M01-2019M12																					
Rovnice výsledného modelu	$MUCORD = 11855,163 + 81,89 \cdot t + 5490,939 \cdot X2009SF$																					
Multiple R-squared	0,4958																					
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>11855.163</td> <td>864.034</td> <td>13.721</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>81.890</td> <td>5.813</td> <td>14.088</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>5490.939</td> <td>1311.363</td> <td>4.187</td> <td>4.13e-05 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 5316 on 213 degrees of freedom (40 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.4958, Adjusted R-squared: 0.491 F-statistic: 104.7 on 2 and 213 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	11855.163	864.034	13.721	< 2e-16 ***	data\$t	81.890	5.813	14.088	< 2e-16 ***	data\$X2009_SF	5490.939	1311.363	4.187	4.13e-05 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																		
(Intercept)	11855.163	864.034	13.721	< 2e-16 ***																		
data\$t	81.890	5.813	14.088	< 2e-16 ***																		
data\$X2009_SF	5490.939	1311.363	4.187	4.13e-05 ***																		
<h3>MUC-ORD</h3>																						

Spojení letiště Londýn Gatwick a letiště Orlando																						
Čas	↑	60,44																				
Finanční recese																						
Teroristické útoky																						
SARS																						
Finanční krize																						
Prasečí chřipka																						
Erupce																						
Nákaza Covid-19	↓	-14138,68																				
Sledované období	2003M01-2020M03																					
Rovnice výsledného modelu	$LG\widehat{W}MCO = 52766,07 + 60,44 \cdot t - 14138,68 \cdot X_{2019CV}$																					
Multiple R-squared	0,0631																					
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>52766.07</td> <td>2578.18</td> <td>20.466</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>60.44</td> <td>17.26</td> <td>3.501</td> <td>0.000569 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-14138.68</td> <td>6718.63</td> <td>-2.104</td> <td>0.036568 *</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 14310 on 204 degrees of freedom (49 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.0631, Adjusted R-squared: 0.05392 F-statistic: 6.87 on 2 and 204 DF, p-value: 0.001296</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	52766.07	2578.18	20.466	< 2e-16 ***	data\$t	60.44	17.26	3.501	0.000569 ***	data\$X2019_CV	-14138.68	6718.63	-2.104	0.036568 *
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																		
(Intercept)	52766.07	2578.18	20.466	< 2e-16 ***																		
data\$t	60.44	17.26	3.501	0.000569 ***																		
data\$X2019_CV	-14138.68	6718.63	-2.104	0.036568 *																		
<h3>LGW-MCO</h3>																						

Spojení letiště Fiumicino a letiště John F. Kennedy																						
Čas	↑	159,31																				
Finanční recese																						
Teroristické útoky																						
SARS																						
Finanční krize																						
Prasečí chřipka																						
Erupce																						
Nákaza Covid-19	↓	-47132,74																				
Sledované období	2001M01-2020M12																					
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{FCOJFK} = 25153,68 + 159,31 \cdot t - 47132,74 \cdot X_{2019CV}$																					
Multiple R-squared	0,3478																					
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>25153.68</td> <td>2391.59</td> <td>10.518</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>159.31</td> <td>16.91</td> <td>9.422</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-47132.74</td> <td>4998.04</td> <td>-9.430</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 16580 on 237 degrees of freedom (16 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.3478, Adjusted R-squared: 0.3423 F-statistic: 63.2 on 2 and 237 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	25153.68	2391.59	10.518	<2e-16 ***	data\$t	159.31	16.91	9.422	<2e-16 ***	data\$X2019_CV	-47132.74	4998.04	-9.430	<2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																		
(Intercept)	25153.68	2391.59	10.518	<2e-16 ***																		
data\$t	159.31	16.91	9.422	<2e-16 ***																		
data\$X2019_CV	-47132.74	4998.04	-9.430	<2e-16 ***																		
<h3>FCO-JFK</h3>																						

Spojení letiště Barcelona a letiště John F. Kennedy

Čas	↑	82,338
Finanční recese	↑	5277,750
Teroristické útoky	↓	-4814,078
SARS	↓	-6006,562
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-6755,506
Sledované období	2000M01-2020M11	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{BCNJFK} = 9828,752 + 82,338 \cdot t + 5277,75 \cdot X2001FC - 4814,078 \cdot X20001TER - 6006,562 \cdot X2003SARS - 6755,506 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,4371	

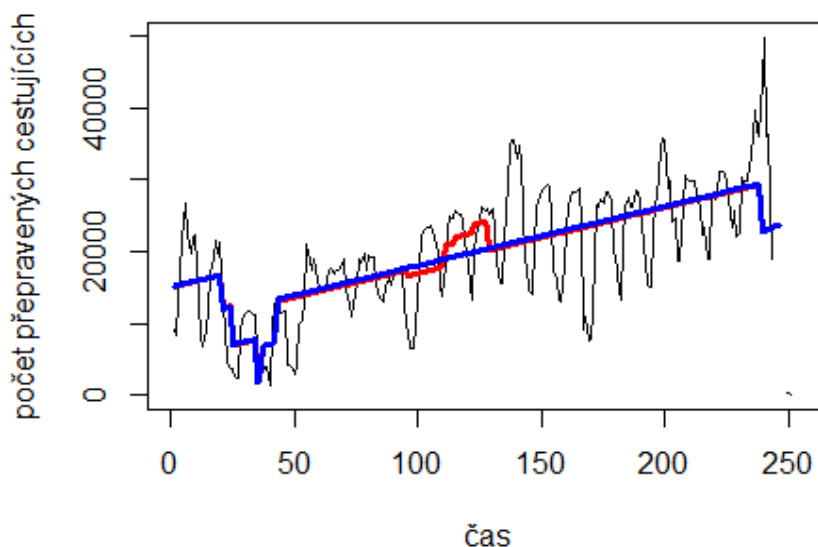
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	9828.752	1237.898	7.940	7.78e-14 ***
data\$t	82.338	8.238	9.995	< 2e-16 ***
data\$X2001_FC	5277.750	1747.878	3.020	0.00281 **
data\$X2001_TER	-4814.078	1878.559	-2.563	0.01100 *
data\$X2003_SARS	-6006.562	2553.778	-2.352	0.01948 *
data\$X2019_CV	-6755.506	2588.540	-2.610	0.00963 **

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6760 on 240 degrees of freedom
 (10 observations deleted due to missingness)
 Multiple R-squared: 0.4371, Adjusted R-squared: 0.4254
 F-statistic: 37.28 on 5 and 240 DF, p-value: < 2.2e-16

BCN-JFK



Spojení letiště Frankfurt a letiště John F. Kennedy																											
Čas	↑	31,33																									
Finanční recese	✂	✂																									
Teroristické útoky																											
SARS	↓	-11412,18																									
Finanční krize																											
Prasečí chřipka																											
Erupce																											
Nákaza Covid-19	↓	-42961,29																									
Sledované období	2002M1-2020M12																										
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{FRAJFK} = 52895,98 + 31,33 \cdot t - 11412,18 \cdot X2003SARS - 42961,29 \cdot X2019CV$																										
Multiple R-squared	0,3505																										
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>52895.98</td> <td>2326.65</td> <td>22.735</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>31.33</td> <td>15.73</td> <td>1.992</td> <td>0.0476 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2003_SARS</td> <td>-11412.18</td> <td>5123.94</td> <td>-2.227</td> <td>0.0269 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-42961.29</td> <td>4133.06</td> <td>-10.395</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 13580 on 224 degrees of freedom (28 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.3505, Adjusted R-squared: 0.3418 F-statistic: 40.29 on 3 and 224 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	52895.98	2326.65	22.735	<2e-16 ***	data\$t	31.33	15.73	1.992	0.0476 *	data\$X2003_SARS	-11412.18	5123.94	-2.227	0.0269 *	data\$X2019_CV	-42961.29	4133.06	-10.395	<2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																							
(Intercept)	52895.98	2326.65	22.735	<2e-16 ***																							
data\$t	31.33	15.73	1.992	0.0476 *																							
data\$X2003_SARS	-11412.18	5123.94	-2.227	0.0269 *																							
data\$X2019_CV	-42961.29	4133.06	-10.395	<2e-16 ***																							
<h3>FRA-JFK</h3>																											

Spojení letiště Amsterdam a letiště John F. Kennedy

Čas	↑	180,47
Finanční recese	↑	13416,66
Teroristické útoky		
SARS		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-39366,49
Sledované období	2000M01-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{AMSJFK} = 24587,13 + 180,47 \cdot t + 13416,66 \cdot X_{2001FC} - 39366,49 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5046	

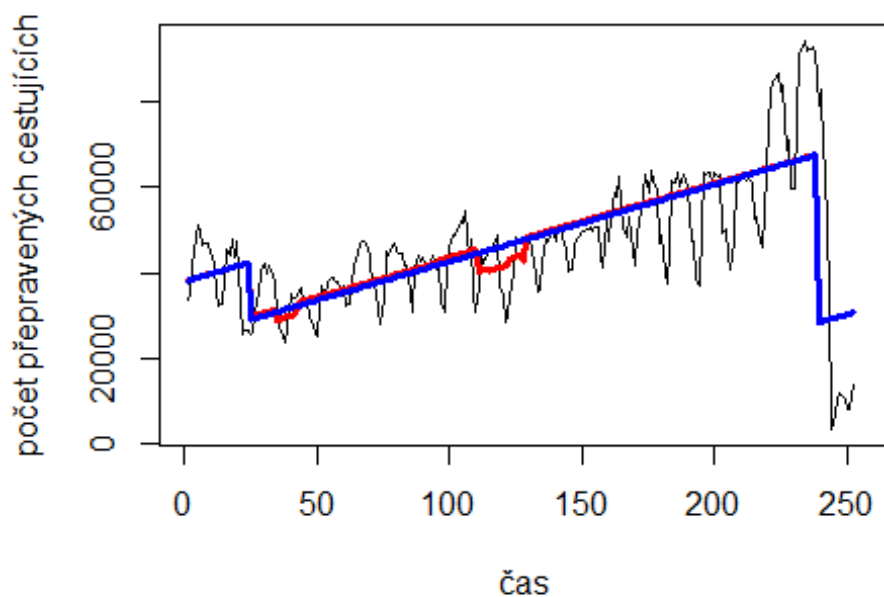
Coefficients:

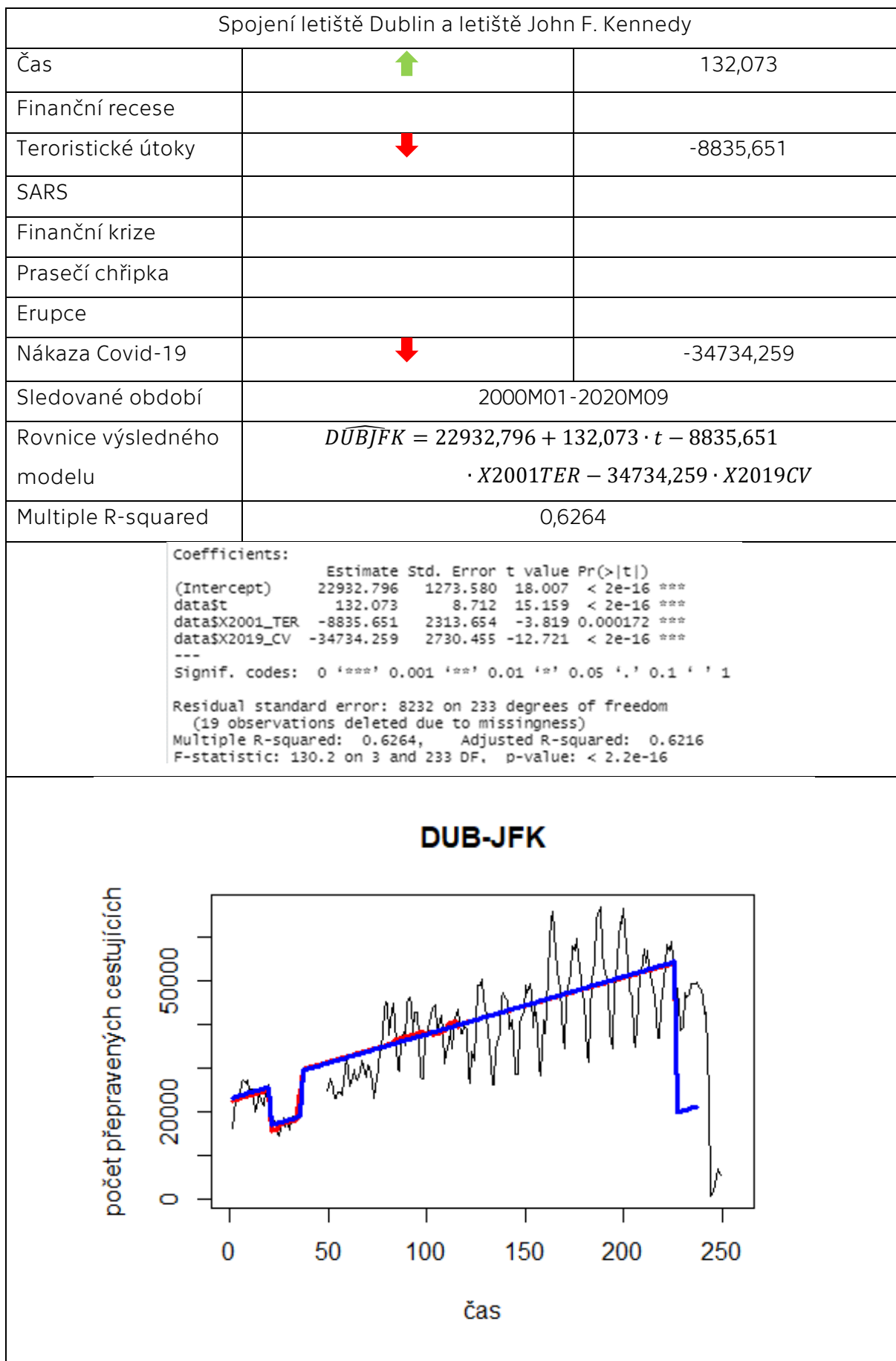
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	24587.13	1817.22	13.530	< 2e-16 ***
data\$t	180.47	12.51	14.431	< 2e-16 ***
data\$X2001_FC	13416.66	2853.66	4.702	4.29e-06 ***
data\$X2019_CV	-39366.49	3430.59	-11.475	< 2e-16 ***

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 11310 on 248 degrees of freedom
 (4 observations deleted due to missingness)
 Multiple R-squared: 0.5046, Adjusted R-squared: 0.4986
 F-statistic: 84.2 on 3 and 248 DF, p-value: < 2.2e-16

AMS-JFK





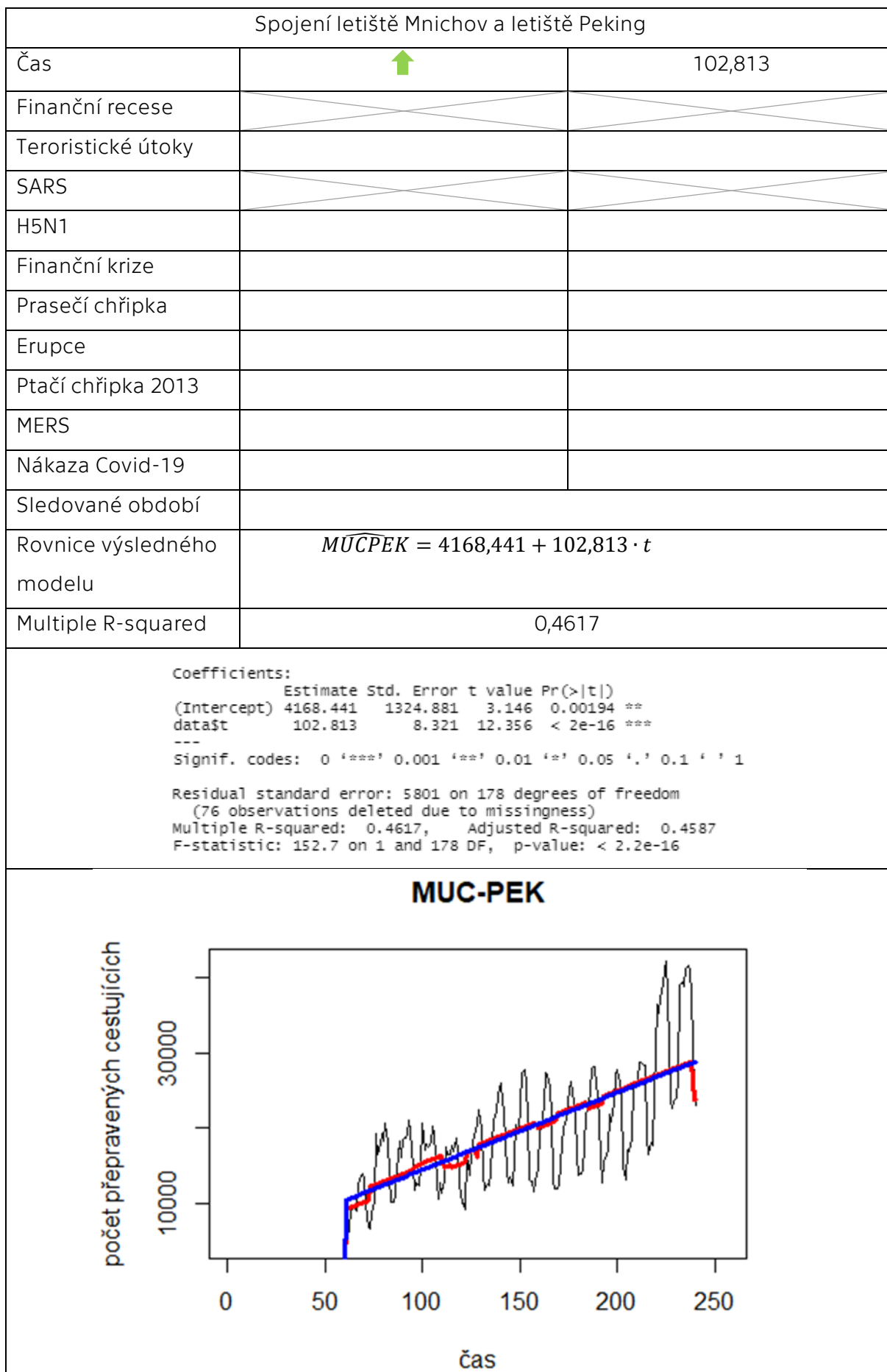
Příloha 3 výsledné tabulky pro nejdůležitější spojení mezi Evropou a Čínskou lidovou republikou + Hong Kong

Spojení letiště Londýn Heathrow a letiště Hong Kong		
Čas	↑	146,63
Finanční recese		
Teroristické útoky		
SARS	↓	-37347,82
H5N1		
Finanční krize	↑	10372,03
Prasečí chřipka		
Erupce		
Ptačí chřipka 2013		
MERS		
Nákaza Covid-19	↓	-85794,53
Sledované období	2003M01-2020M10	
Rovnice výsledného modelu	$LHRHKG = 98253,11 + 146,63 \cdot t - 37347,82 \cdot X2003SARS + 10372,03 \cdot X2008FC - 85794,53 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,6155	
<pre> Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t) (Intercept) 98253.11 3203.50 30.671 < 2e-16 *** data\$t 146.63 20.58 7.123 1.67e-11 *** data\$X2003_SARS -37347.82 6966.99 -5.361 2.19e-07 *** data\$X2008_FC 10372.03 3936.69 2.635 0.00905 ** data\$X2019_CV -85794.53 5187.93 -16.537 < 2e-16 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Residual standard error: 15960 on 209 degrees of freedom (42 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.6155, Adjusted R-squared: 0.6081 F-statistic: 83.64 on 4 and 209 DF, p-value: < 2.2e-16 </pre>		
<p>LHR-HKG</p>		

Spojení letiště Charles de Gaulle a letiště Hong Kong																																															
Čas	↑	31,404																																													
Finanční recese	✕	✕																																													
Teroristické útoky																																															
SARS	↓	-15724,456																																													
H5N1	↓	-6031,391																																													
Finanční krize	↑	9820,035																																													
Prasečí chřipka	↑	6686,361																																													
Erupce																																															
Ptačí chřipka 2013	↑	7209,867																																													
MERS																																															
Nákaza Covid-19	↓	-14050,331																																													
Sledované období	2002M01-2019M12																																														
Rovnice výsledného modelu	$CDGHKG = 38608,63 + 31,404 \cdot t - 15724,456 \cdot X2003SARS - 6031,391 \cdot X2005FLU + 9820,035 \cdot X2008FC + 6686,361 \cdot X2009SF + 7209,867 \cdot X2013FLU - 14050,331 \cdot X2019CV$																																														
Multiple R-squared	0,4256																																														
Coefficients: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: right;">Estimate</th> <th style="text-align: right;">Std. Error</th> <th style="text-align: right;">t value</th> <th style="text-align: right;">Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td style="text-align: right;">38608.630</td> <td style="text-align: right;">1385.374</td> <td style="text-align: right;">27.869</td> <td style="text-align: right;">< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td style="text-align: right;">31.404</td> <td style="text-align: right;">8.806</td> <td style="text-align: right;">3.566</td> <td style="text-align: right;">0.000450 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2003_SARS</td> <td style="text-align: right;">-15724.456</td> <td style="text-align: right;">2737.550</td> <td style="text-align: right;">-5.744</td> <td style="text-align: right;">3.25e-08 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2005_FLU</td> <td style="text-align: right;">-6031.391</td> <td style="text-align: right;">2235.007</td> <td style="text-align: right;">-2.699</td> <td style="text-align: right;">0.007535 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2008_FC</td> <td style="text-align: right;">9820.035</td> <td style="text-align: right;">1763.314</td> <td style="text-align: right;">5.569</td> <td style="text-align: right;">7.86e-08 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td style="text-align: right;">6686.361</td> <td style="text-align: right;">1784.158</td> <td style="text-align: right;">3.748</td> <td style="text-align: right;">0.000231 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2013_FLU</td> <td style="text-align: right;">7209.867</td> <td style="text-align: right;">2326.579</td> <td style="text-align: right;">3.099</td> <td style="text-align: right;">0.002211 **</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td style="text-align: right;">-14050.331</td> <td style="text-align: right;">5129.170</td> <td style="text-align: right;">-2.739</td> <td style="text-align: right;">0.006692 **</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 7108 on 208 degrees of freedom (40 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.4256, Adjusted R-squared: 0.4062 F-statistic: 22.01 on 7 and 208 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	38608.630	1385.374	27.869	< 2e-16 ***	data\$t	31.404	8.806	3.566	0.000450 ***	data\$X2003_SARS	-15724.456	2737.550	-5.744	3.25e-08 ***	data\$X2005_FLU	-6031.391	2235.007	-2.699	0.007535 **	data\$X2008_FC	9820.035	1763.314	5.569	7.86e-08 ***	data\$X2009_SF	6686.361	1784.158	3.748	0.000231 ***	data\$X2013_FLU	7209.867	2326.579	3.099	0.002211 **	data\$X2019_CV	-14050.331	5129.170	-2.739	0.006692 **
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																																											
(Intercept)	38608.630	1385.374	27.869	< 2e-16 ***																																											
data\$t	31.404	8.806	3.566	0.000450 ***																																											
data\$X2003_SARS	-15724.456	2737.550	-5.744	3.25e-08 ***																																											
data\$X2005_FLU	-6031.391	2235.007	-2.699	0.007535 **																																											
data\$X2008_FC	9820.035	1763.314	5.569	7.86e-08 ***																																											
data\$X2009_SF	6686.361	1784.158	3.748	0.000231 ***																																											
data\$X2013_FLU	7209.867	2326.579	3.099	0.002211 **																																											
data\$X2019_CV	-14050.331	5129.170	-2.739	0.006692 **																																											
CDG-HKG																																															

Spojení letiště Frankfurt a letiště Peking		
Čas	↑	83,602
Finanční recese	✕	✕
Teroristické útoky		
SARS	↓	-11789,784
H5N1		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Ptačí chřipka 2013	↑	5758,635
MERS		
Nákaza Covid-19	↓	-41547,833
Sledované období	2002M01-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$FRAPEK = 32324,490 + 83,602 \cdot t - 11789,784 \cdot X2003SARS + 5758,635 \cdot X2013FLU - 41547,833 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,6303	
<pre> Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t) (Intercept) 32324.490 1310.646 24.663 < 2e-16 *** data\$t 83.602 8.913 9.380 < 2e-16 *** data\$X2003_SARS -11789.784 2886.509 -4.084 6.16e-05 *** data\$X2013_FLU 5758.635 2494.082 2.309 0.0219 * data\$X2019_CV -41547.833 2339.134 -17.762 < 2e-16 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Residual standard error: 7649 on 223 degrees of freedom (28 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.6303, Adjusted R-squared: 0.6237 F-statistic: 95.06 on 4 and 223 DF, p-value: < 2.2e-16 </pre>		
<h3>FRA-PEK</h3>		

Spojení letiště Amsterdam a letiště Hong Kong																																					
Čas	↑	45,51																																			
Finanční recese	↓	-4532,69																																			
Teroristické útoky																																					
SARS	↓	-9028,49																																			
H5N1																																					
Finanční krize																																					
Prasečí chřipka	↑	4966,04																																			
Erupce																																					
Ptačí chřipka 2013																																					
MERS																																					
Nákaza Covid-19	↓	-25207,22																																			
Sledované období	2000M01-2020M12																																				
Rovnice výsledného modelu	$AMSHKG = 24815,91 + 45,51 \cdot t - 4532,69 \cdot X2001FC - 9028,49 \cdot X2003SARS + 4966,04 \cdot X2009SF - 25207,22 \cdot X2019CV$																																				
Multiple R-squared	0,7007																																				
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>24815.91</td> <td>738.19</td> <td>33.617</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>45.51</td> <td>4.91</td> <td>9.270</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2001_FC</td> <td>-4532.69</td> <td>1100.46</td> <td>-4.119</td> <td>5.20e-05 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2003_SARS</td> <td>-9028.49</td> <td>1600.33</td> <td>-5.642</td> <td>4.62e-08 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2009_SF</td> <td>4966.04</td> <td>1046.42</td> <td>4.746</td> <td>3.53e-06 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-25207.22</td> <td>1287.43</td> <td>-19.579</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 4228 on 246 degrees of freedom (4 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.7007, Adjusted R-squared: 0.6946 F-statistic: 115.2 on 5 and 246 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	24815.91	738.19	33.617	< 2e-16 ***	data\$t	45.51	4.91	9.270	< 2e-16 ***	data\$X2001_FC	-4532.69	1100.46	-4.119	5.20e-05 ***	data\$X2003_SARS	-9028.49	1600.33	-5.642	4.62e-08 ***	data\$X2009_SF	4966.04	1046.42	4.746	3.53e-06 ***	data\$X2019_CV	-25207.22	1287.43	-19.579	< 2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																																	
(Intercept)	24815.91	738.19	33.617	< 2e-16 ***																																	
data\$t	45.51	4.91	9.270	< 2e-16 ***																																	
data\$X2001_FC	-4532.69	1100.46	-4.119	5.20e-05 ***																																	
data\$X2003_SARS	-9028.49	1600.33	-5.642	4.62e-08 ***																																	
data\$X2009_SF	4966.04	1046.42	4.746	3.53e-06 ***																																	
data\$X2019_CV	-25207.22	1287.43	-19.579	< 2e-16 ***																																	
<h3>AMS-HKG</h3>																																					



Spojení letiště Řím Fiumicino a letiště Hong Kong

Čas		
Finanční recese	↓	-4856,5
Teroristické útoky	↓	-3781
SARS	↓	-6477,6
H5N1		
Finanční krize	↑	2030,7
Prasečí chřipka	↑	2786
Erupce		
Ptačí chřipka 2013		
MERS		
Nákaza Covid-19	↓	-5513,5
Sledované období		
Rovnice výsledného modelu	$FCO\overline{HKG} = 13036,7 - 4856,5 \cdot X2001FC - 3781 \cdot X2001TER - 6477,6 \cdot X2003SARS + 2030,7 \cdot X2008FC + 2786 \cdot X2009SF - 5513,5 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,3322	

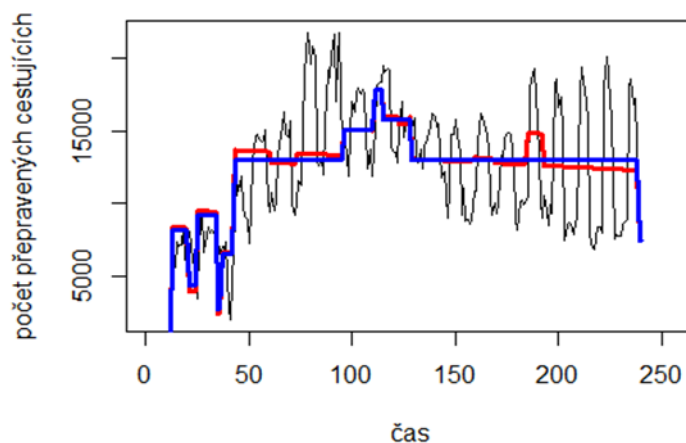
Coefficients:

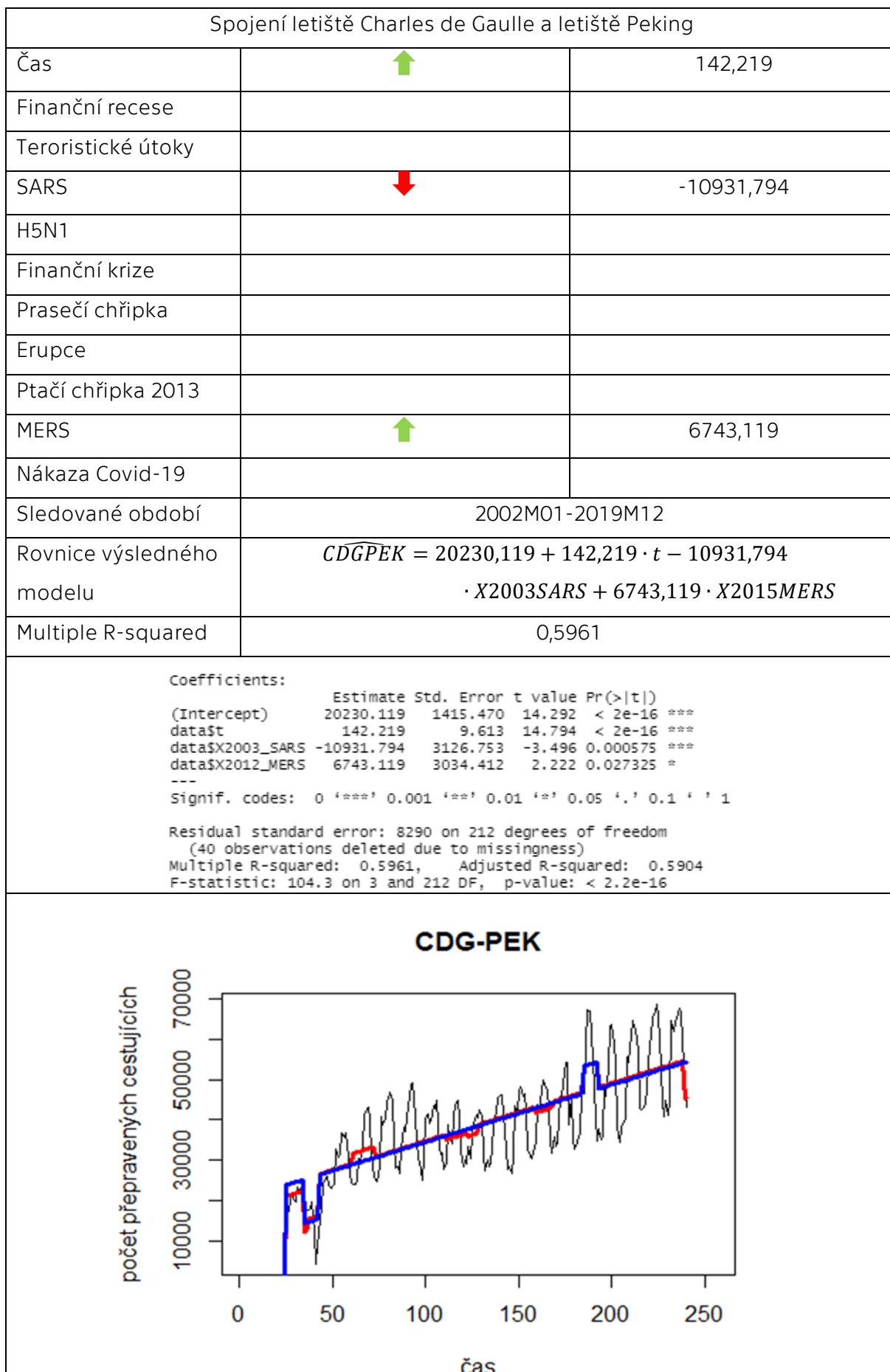
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	13036.7	272.8	47.791	< 2e-16 ***
data\$X2001_FC	-4856.5	1089.4	-4.458	1.32e-05 ***
data\$X2001_TER	-3781.0	960.3	-3.937	0.000111 ***
data\$X2003_SARS	-6477.6	1293.5	-5.008	1.13e-06 ***
data\$X2008_FC	2030.7	862.2	2.355	0.019387 *
data\$X2009_SF	2786.0	883.4	3.154	0.001836 **
data\$X2019_CV	-5513.5	2518.8	-2.189	0.029648 *

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

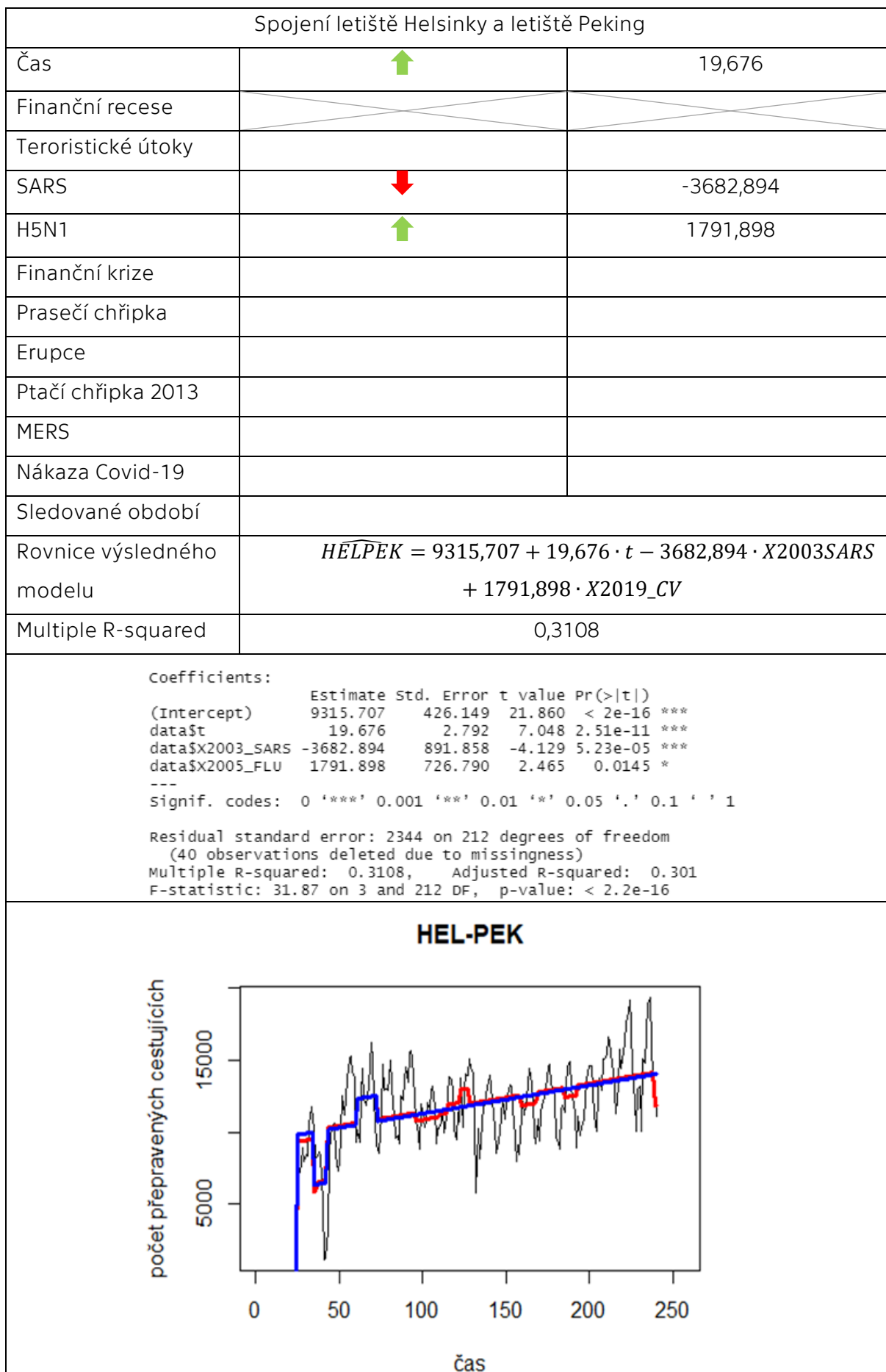
Residual standard error: 3541 on 221 degrees of freedom
 (28 observations deleted due to missingness)
 Multiple R-squared: 0.3322, Adjusted R-squared: 0.3141
 F-statistic: 18.32 on 6 and 221 DF, p-value: < 2.2e-16

FCO-HKG





Spojení letiště Frankfurt a letiště Hong Kong																																
Čas	↓	-32,326																														
Finanční recese	X	X																														
Teroristické útoky																																
SARS	↓	-13396,699																														
H5N1																																
Finanční krize	↑	2724,899																														
Prasečí chřipka																																
Erupce																																
Ptačí chřipka 2013																																
MERS																																
Nákaza Covid-19																																
Sledované období	2002M01-2019M12																															
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{FRA\text{HKG}} = 41486,676 - 32,326 \cdot t - 13396,699 \cdot X_{2003SARS} + 2724,899 \cdot X_{2008FC}$																															
Multiple R-squared	0,2963																															
Coefficients: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: right;">Estimate</th> <th style="text-align: right;">Std. Error</th> <th style="text-align: right;">t value</th> <th style="text-align: right;">Pr(> t)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td style="text-align: right;">41486.676</td> <td style="text-align: right;">811.895</td> <td style="text-align: right;">51.099</td> <td style="text-align: right;">< 2e-16</td> <td style="text-align: right;">***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td style="text-align: right;">-32.326</td> <td style="text-align: right;">5.315</td> <td style="text-align: right;">-6.082</td> <td style="text-align: right;">5.45e-09</td> <td style="text-align: right;">***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2003_SARS</td> <td style="text-align: right;">-13396.699</td> <td style="text-align: right;">1741.453</td> <td style="text-align: right;">-7.693</td> <td style="text-align: right;">5.35e-13</td> <td style="text-align: right;">***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2008_FC</td> <td style="text-align: right;">2724.899</td> <td style="text-align: right;">1119.769</td> <td style="text-align: right;">2.433</td> <td style="text-align: right;">0.0158</td> <td style="text-align: right;">*</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 4591 on 212 degrees of freedom (40 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.2963, Adjusted R-squared: 0.2863 F-statistic: 29.75 on 3 and 212 DF, p-value: 4.297e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)		(Intercept)	41486.676	811.895	51.099	< 2e-16	***	data\$t	-32.326	5.315	-6.082	5.45e-09	***	data\$X2003_SARS	-13396.699	1741.453	-7.693	5.35e-13	***	data\$X2008_FC	2724.899	1119.769	2.433	0.0158	*
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																												
(Intercept)	41486.676	811.895	51.099	< 2e-16	***																											
data\$t	-32.326	5.315	-6.082	5.45e-09	***																											
data\$X2003_SARS	-13396.699	1741.453	-7.693	5.35e-13	***																											
data\$X2008_FC	2724.899	1119.769	2.433	0.0158	*																											
<h3>FRA-HKG</h3>																																



Příloha 4: výsledné tabulky pro evropská letiště

Letiště London Heathrow																						
Čas	↑	6828																				
Finanční recese																						
Teroristické útoky																						
Finanční krize																						
Prasečí chřipka																						
Erupce																						
Nákaza Covid-19	↓	-3824501																				
Sledované období	2004M01-2020M10																					
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{LHR} = 4880126 + 6828 \cdot t - 3824501 \cdot X_{2019CV}$																					
Multiple R-squared	0,5092																					
<p>Coefficients:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>4880126</td> <td>165866</td> <td>29.422</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>6828</td> <td>1080</td> <td>6.325</td> <td>1.64e-09 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-3824501</td> <td>266336</td> <td>-14.360</td> <td>< 2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 816400 on 199 degrees of freedom (54 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.5092, Adjusted R-squared: 0.5042 F-statistic: 103.2 on 2 and 199 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	4880126	165866	29.422	< 2e-16 ***	data\$t	6828	1080	6.325	1.64e-09 ***	data\$X2019_CV	-3824501	266336	-14.360	< 2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																		
(Intercept)	4880126	165866	29.422	< 2e-16 ***																		
data\$t	6828	1080	6.325	1.64e-09 ***																		
data\$X2019_CV	-3824501	266336	-14.360	< 2e-16 ***																		
<h3>Letiště London Heathrow</h3>																						

Letiště Charles de Gaulle		
Čas	↑	9574
Finanční recese	✕	✕
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-3862260,2
Sledované období	2002M01-2021M02	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{CDG} = 3703562,5 + 9574 \cdot t - 3862260,2 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5872	

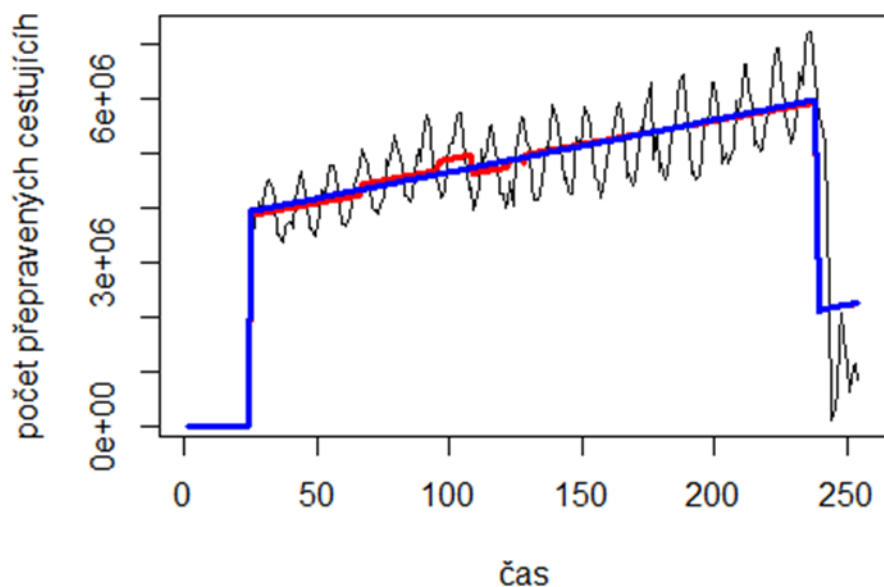
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3703562.5	122782.4	30.16	<2e-16 ***
data\$t	9574.0	845.1	11.33	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-3862260.2	220538.8	-17.51	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 763800 on 227 degrees of freedom
(26 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.5872, Adjusted R-squared: 0.5836
F-statistic: 161.4 on 2 and 227 DF, p-value: < 2.2e-16

Letiště Charles de Gaulle



Letiště Frankfurt		
Čas	↑	8201,2
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-3827830,1
Sledované období	2002M01-2021M04	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{FRA} = 3560578,4 + 8201,2 \cdot t - 3827830,1 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5867	

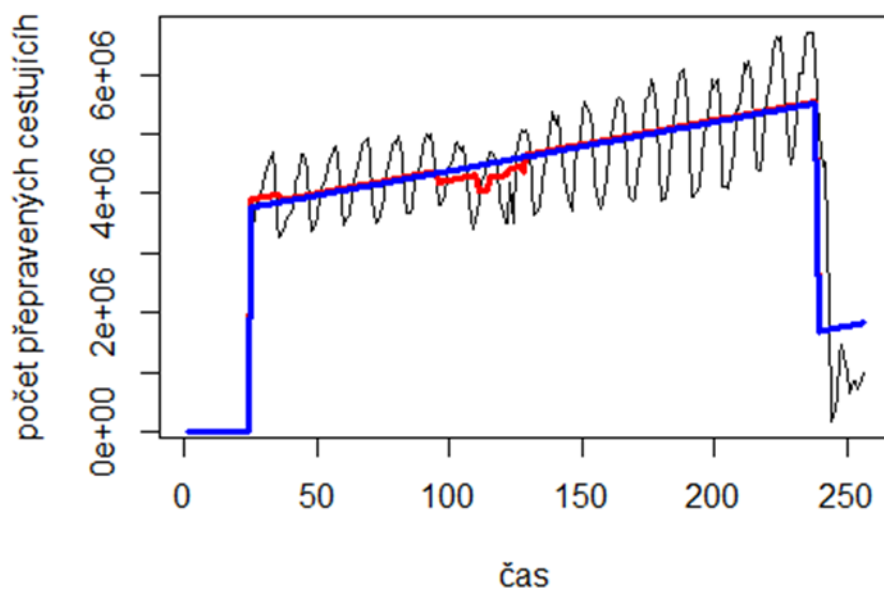
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3560578.4	123628.1	28.801	<2e-16 ***
data\$t	8201.2	850.9	9.639	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-3827830.1	213011.6	-17.970	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 769200 on 229 degrees of freedom
(24 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.5867, Adjusted R-squared: 0.5831
F-statistic: 162.6 on 2 and 229 DF, p-value: < 2.2e-16

Letiště Frankfurt



Letiště Amsterdam		
Čas	↑	11482,5
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-501171,4
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-3781738,1
Sledované období	2000M01-2021M04	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{AMS} = 2826539,9 + 11482,5 \cdot t - 501171,4 \cdot X_{2009SF} - 3781738,1 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,6005	

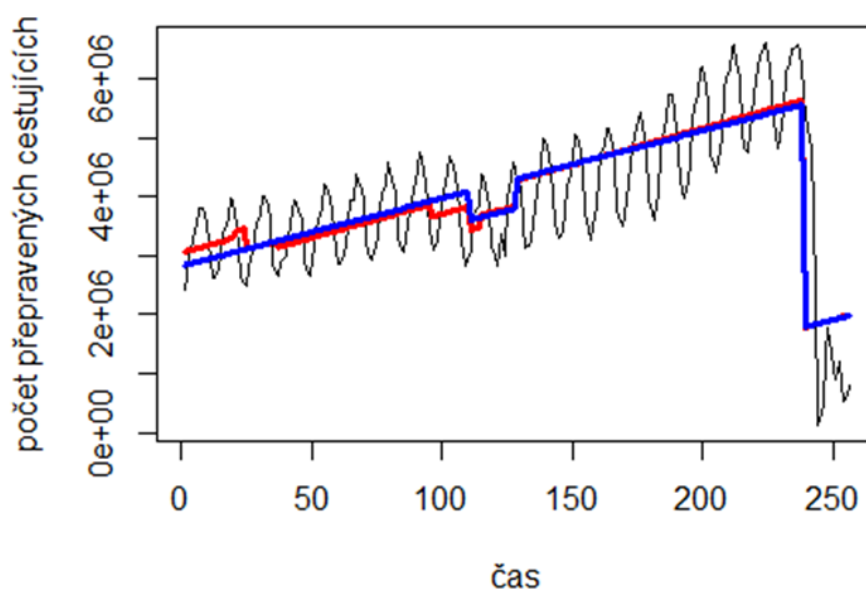
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2826539.9	104305.2	27.099	<2e-16 ***
data\$t	11482.5	749.1	15.329	<2e-16 ***
data\$X2009_SF	-501171.4	194686.1	-2.574	0.0106 *
data\$X2019_CV	-3781738.1	217016.4	-17.426	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 794100 on 252 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6005, Adjusted R-squared: 0.5958
F-statistic: 126.3 on 3 and 252 DF, p-value: < 2.2e-16

Letiště Amsterdam



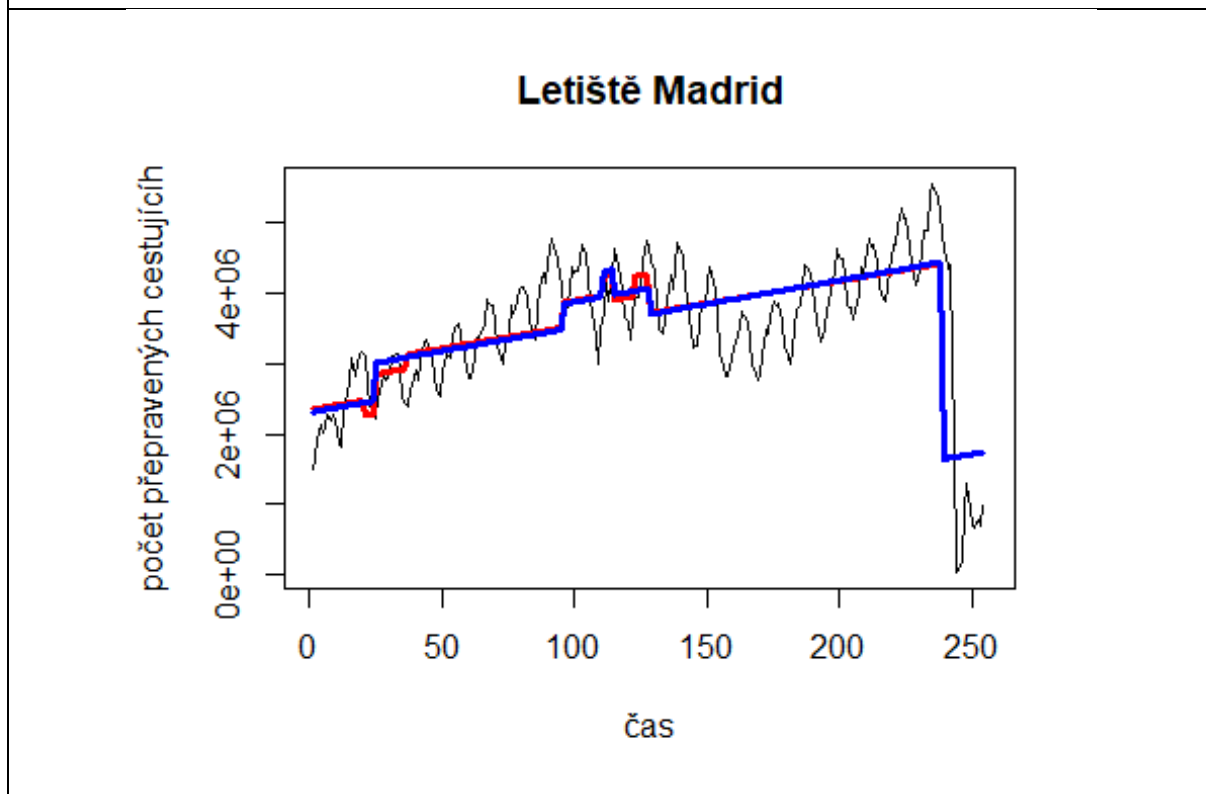
Letiště Madrid		
Čas	↑	6715,6
Finanční recese	↓	-538950,4
Teroristické útoky		
Finanční krize	↑	363588,9
Prasečí chřipka	↑	368529
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-2810913,5
Sledované období	2000M01-2021M02	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{MAD} = 2845221,1 + 6715,6 \cdot t - 538950,4 \cdot X2001FC + 363588,9 \cdot X2008FC + 368529 \cdot X2009SF - 2810913,5 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,5588	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2845221.1	111280.6	25.568	< 2e-16 ***
data\$t	6715.6	741.5	9.057	< 2e-16 ***
data\$X2001_FC	-538950.4	170279.8	-3.165	0.00174 **
data\$X2008_FC	363588.9	162564.9	2.237	0.02620 *
data\$X2009_SF	368529.0	165381.8	2.228	0.02675 *
data\$X2019_CV	-2810913.5	191932.2	-14.645	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 664100 on 248 degrees of freedom
(2 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.5588, Adjusted R-squared: 0.5499
F-statistic: 62.82 on 5 and 248 DF, p-value: < 2.2e-16



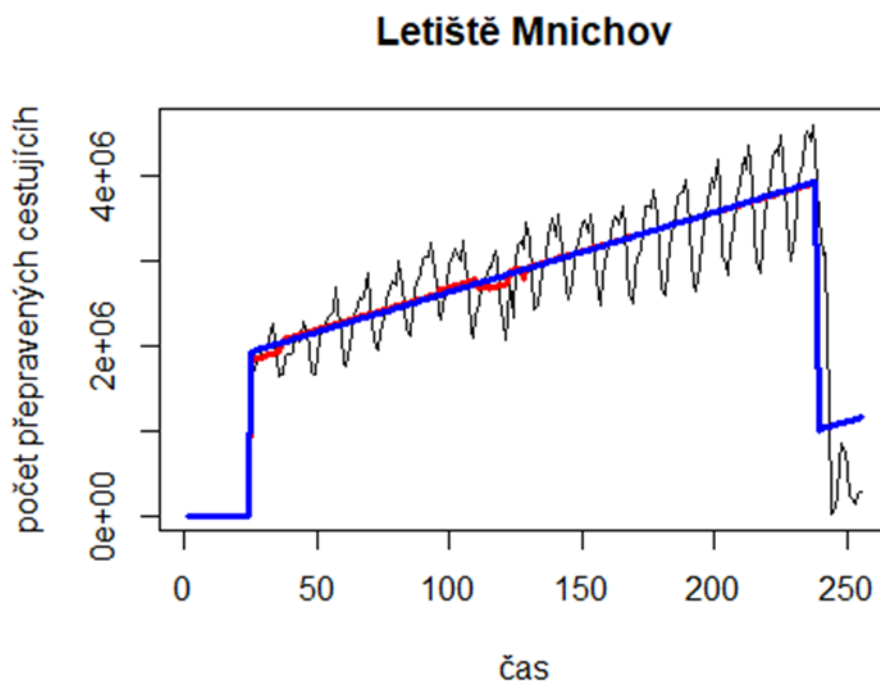
Letiště Mnichov		
Čas	↑	9415,2
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-2936071,5
Sledované období	2002M01-2021M03	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{MUC} = 1692009,2 + 9415,2 \cdot t - 2936071,5 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,6852	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1692009.2	81081.8	20.87	<2e-16 ***
data\$t	9415.2	558.1	16.87	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-2936071.5	142519.1	-20.60	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 504400 on 228 degrees of freedom
(25 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.6852, Adjusted R-squared: 0.6824
F-statistic: 248.1 on 2 and 228 DF, p-value: < 2.2e-16



Letiště London Gatwick		
Čas	↑	6942
Finanční recese	 	
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-2420893,8
Sledované období	2003M01-2020M10	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{LGW} = 2056564,1 + 6942 \cdot t - 2420893,8 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,3898	

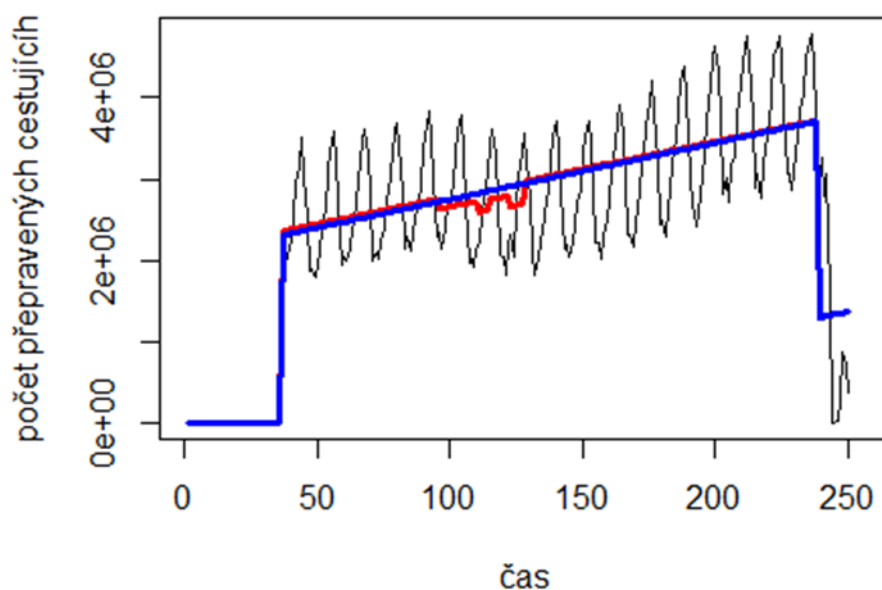
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2056564.1	125135.4	16.435	< 2e-16 ***
data\$t	6942.0	837.8	8.286	1.35e-14 ***
data\$X2019_CV	-2420893.8	224969.3	-10.761	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 694400 on 211 degrees of freedom
(42 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.3898, Adjusted R-squared: 0.384
F-statistic: 67.4 on 2 and 211 DF, p-value: < 2.2e-16

Letiště London Gatwick



Letiště Roma Fiumicino		
Čas	↑	7795,1
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-2695338,7
Sledované období	2001M01-2021M01	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{FCO} = 1835428,6 + 7795,1 \cdot t - 2695338,7 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5938	

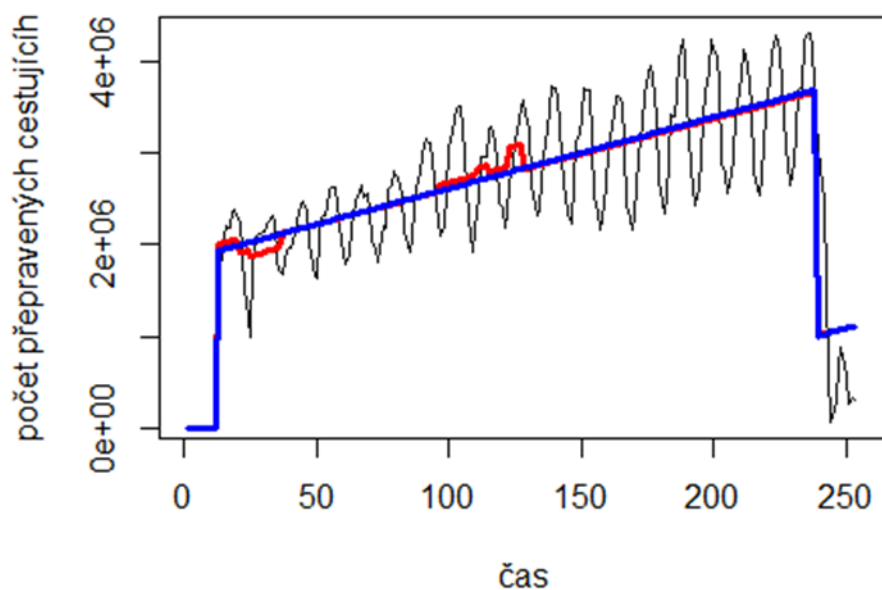
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1835428.6	78022.5	23.52	<2e-16 ***
data\$t	7795.1	551.6	14.13	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-2695338.7	158840.3	-16.97	<2e-16 ***

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 541100 on 238 degrees of freedom
 (15 observations deleted due to missingness)
 Multiple R-squared: 0.5938, Adjusted R-squared: 0.5904
 F-statistic: 173.9 on 2 and 238 DF, p-value: < 2.2e-16

Letiště Řím Fiumicino



Letiště Barcelona		
Čas	↑	11331,6
Finanční recese		
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-347561,1
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-2941049
Sledované období	2000M01-2021M03	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{BCN} = 1343372,9 + 11331,6 \cdot t - 347561,1 \cdot X_{2009SF} - 2941049 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,6533	

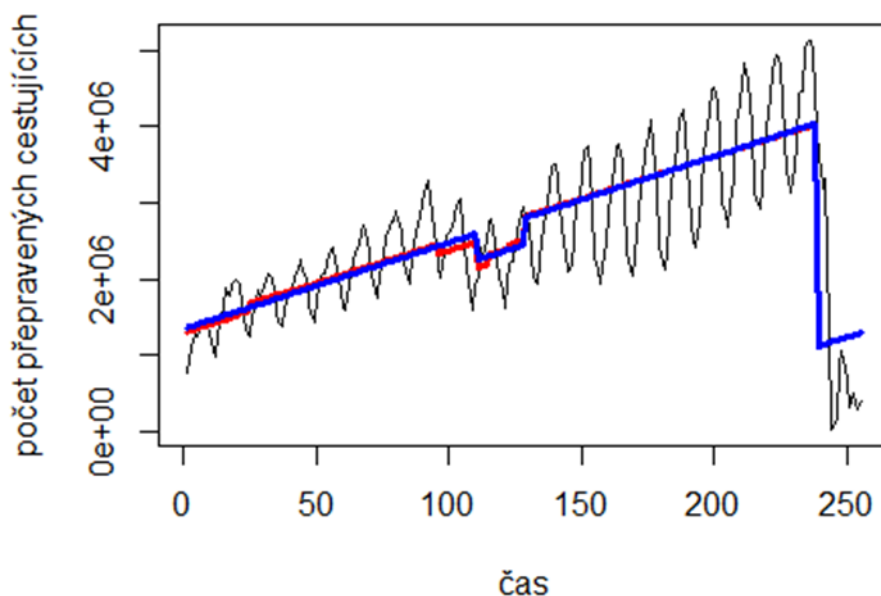
```

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1343372.9   81158.5  16.552 <2e-16 ***
data$t       11331.6     582.9   19.441 <2e-16 ***
data$X2009_SF -347561.1  151478.8  -2.294  0.0226 *
data$X2019_CV -2941049.0  172383.6 -17.061 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 617900 on 251 degrees of freedom
(1 observation deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.6533,    Adjusted R-squared:  0.6492
F-statistic: 157.7 on 3 and 251 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Letiště Barcelona



Letiště Paříž Orly		
Čas	↑	3999,6
Finanční recese	✕	✕
Teroristické útoky		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-1674273,2
Sledované období	2002M01-2021M02	
Rovnice výsledného modelu	$\overline{ORY} = 1718935 + 3999,6 \cdot t - 1674273,2 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,6146	

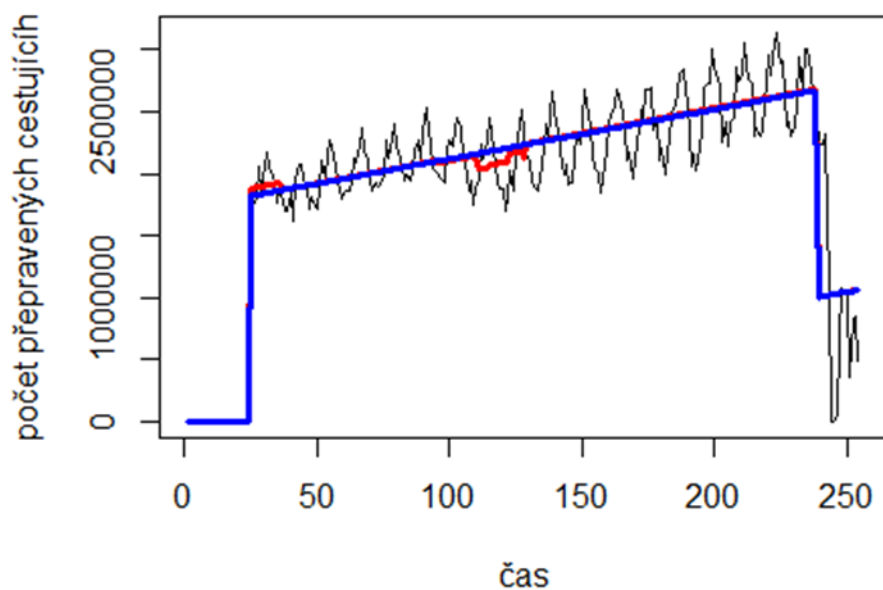
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1718935.0	49992.9	34.38	<2e-16 ***
data\$t	3999.6	344.1	11.62	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-1674273.2	89796.1	-18.64	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Residual standard error: 311000 on 227 degrees of freedom
(26 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.6146, Adjusted R-squared: 0.6112
F-statistic: 181 on 2 and 227 DF, p-value: < 2.2e-16

Letiště Paříž Orly



Příloha 5: výsledné tabulky pro severoamerická letiště

Letiště John F. Kennedy																											
Čas	↑	5606																									
Finanční recese	↓	 																									
Teroristické útoky																											
SARS	↓	-284564																									
Finanční krize																											
Prasečí chřipka																											
Erupce																											
Nákaza Covid-19	↓	-1729627																									
Sledované období	2002M10-2020M12																										
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{JK} = 1250163 + 5606 \cdot t - 284564 \cdot X_{2003SARS} - 1729627 \cdot X_{2019CV}$																										
Multiple R-squared	0,6502																										
<p>Coefficients:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Estimate</th> <th>Std. Error</th> <th>t value</th> <th>Pr(> t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(Intercept)</td> <td>1250163</td> <td>61040</td> <td>20.481</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$t</td> <td>5606</td> <td>404</td> <td>13.876</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> <tr> <td>data\$X2003_SARS</td> <td>-284564</td> <td>123465</td> <td>-2.305</td> <td>0.0221 *</td> </tr> <tr> <td>data\$X2019_CV</td> <td>-1729627</td> <td>98971</td> <td>-17.476</td> <td><2e-16 ***</td> </tr> </tbody> </table> <p>--- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 322900 on 215 degrees of freedom (37 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.6502, Adjusted R-squared: 0.6453 F-statistic: 133.2 on 3 and 215 DF, p-value: < 2.2e-16</p>				Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	(Intercept)	1250163	61040	20.481	<2e-16 ***	data\$t	5606	404	13.876	<2e-16 ***	data\$X2003_SARS	-284564	123465	-2.305	0.0221 *	data\$X2019_CV	-1729627	98971	-17.476	<2e-16 ***
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)																							
(Intercept)	1250163	61040	20.481	<2e-16 ***																							
data\$t	5606	404	13.876	<2e-16 ***																							
data\$X2003_SARS	-284564	123465	-2.305	0.0221 *																							
data\$X2019_CV	-1729627	98971	-17.476	<2e-16 ***																							
<h3>Letiště John F. Kennedy</h3>																											

Letiště Detroit		
Čas		
Finanční recese		
Teroristické útoky		
SARS		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-670816
Sledované období	2002M10-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{DTW} = 1356659 - 670816 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,4583	

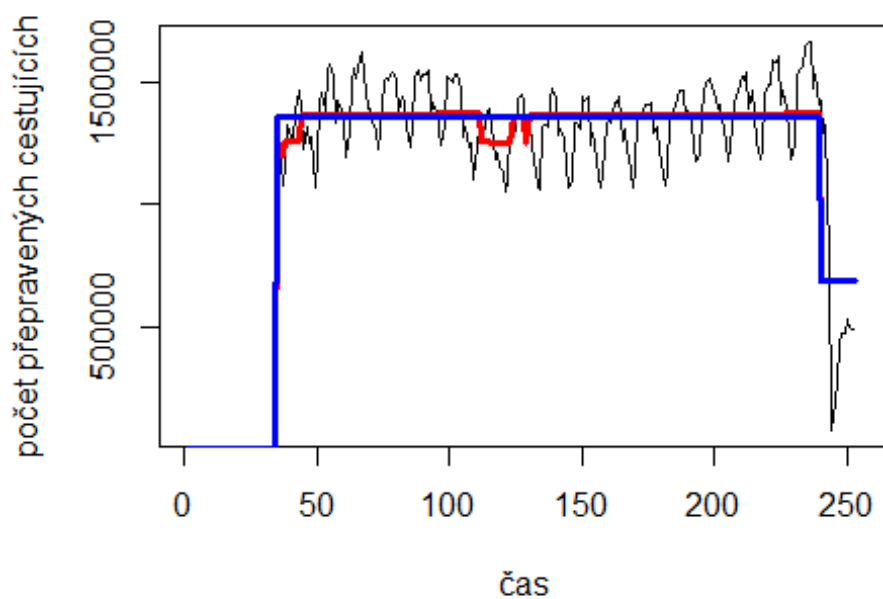
Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1356659	12518	108.38	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-670816	49511	-13.55	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 179200 on 217 degrees of freedom
(37 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.4583, Adjusted R-squared: 0.4558
F-statistic: 183.6 on 1 and 217 DF, p-value: < 2.2e-16

Letiště Detroit Metropolitan Wayne County



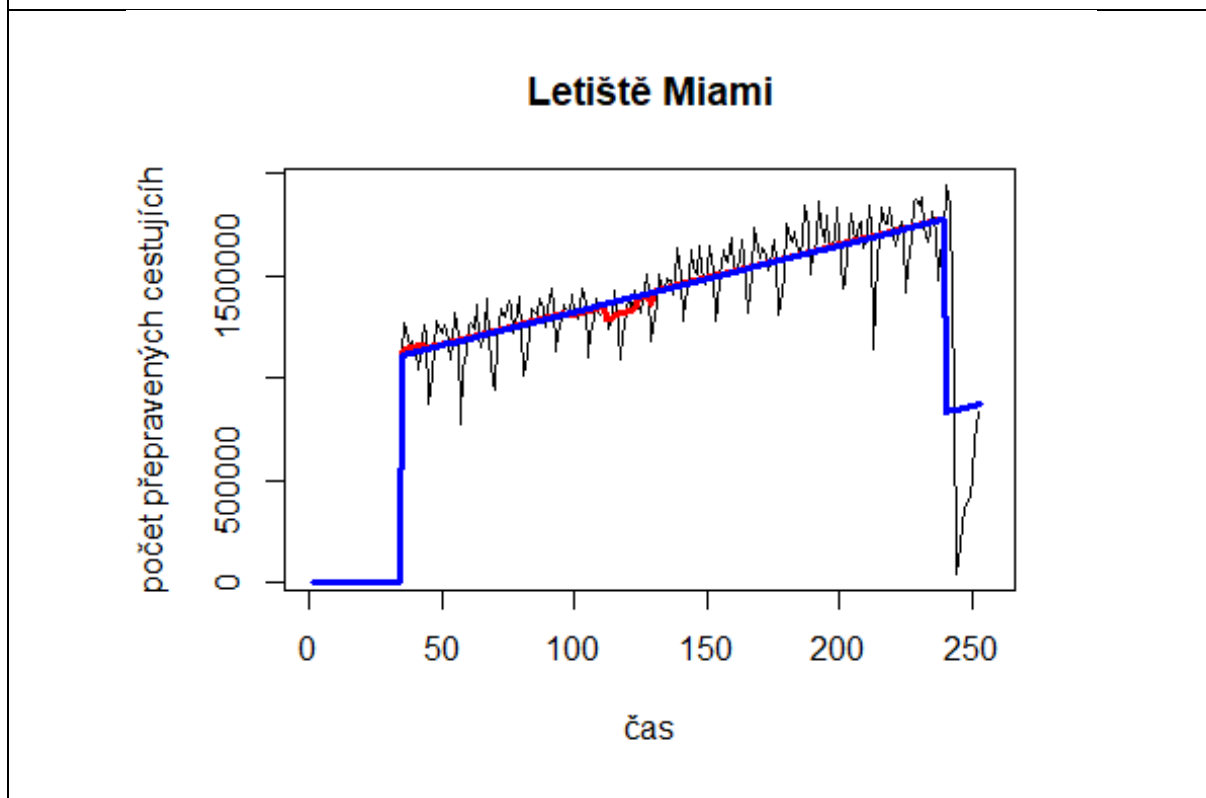
Letiště Miami		
Čas	↑	3252,9
Finanční recese		
Teroristické útoky		
SARS		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-944857,5
Sledované období	2002M10-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$MIA = 1001185,8 + 3252,9 \cdot t - 944857,5 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5631	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1001185.8	36545.9	27.39	<2e-16 ***
data\$t	3252.9	246.4	13.20	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-944857.5	63677.9	-14.84	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 208800 on 216 degrees of freedom
(37 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.5631, Adjusted R-squared: 0.5591
F-statistic: 139.2 on 2 and 216 DF, p-value: < 2.2e-16



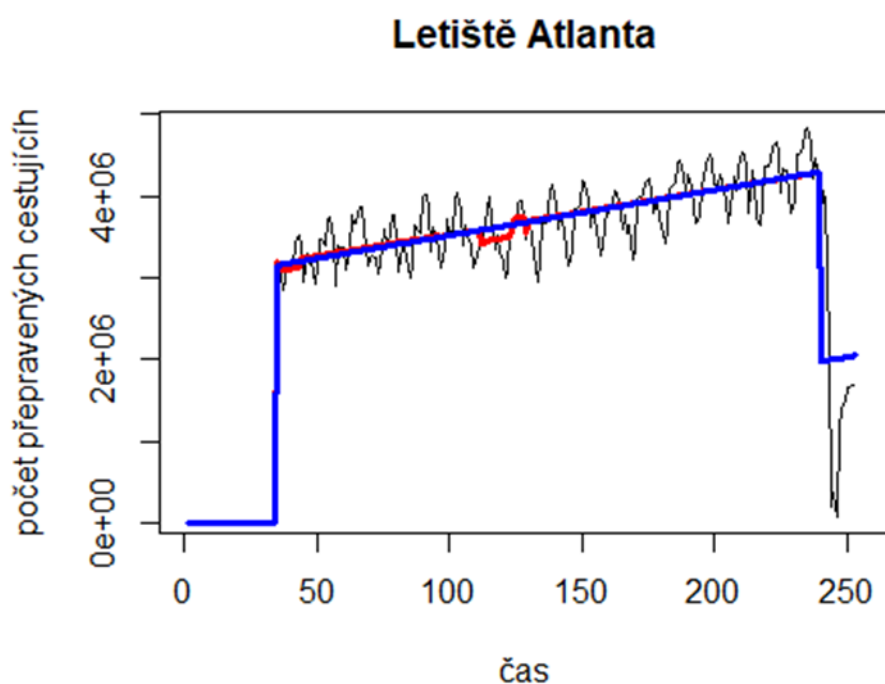
Letiště Atlanta		
Čas	↑	5580
Finanční recese		
Teroristické útoky		
SARS		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-2322386
Sledované období	2002M10-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{ATL} = 2962154 + 5580 \cdot t - 2322386 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5678	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2962154	80982	36.58	<2e-16 ***
data\$t	5580	546	10.22	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-2322386	141103	-16.46	<2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 462700 on 216 degrees of freedom
(37 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.5678, Adjusted R-squared: 0.5638
F-statistic: 141.9 on 2 and 216 DF, p-value: < 2.2e-16



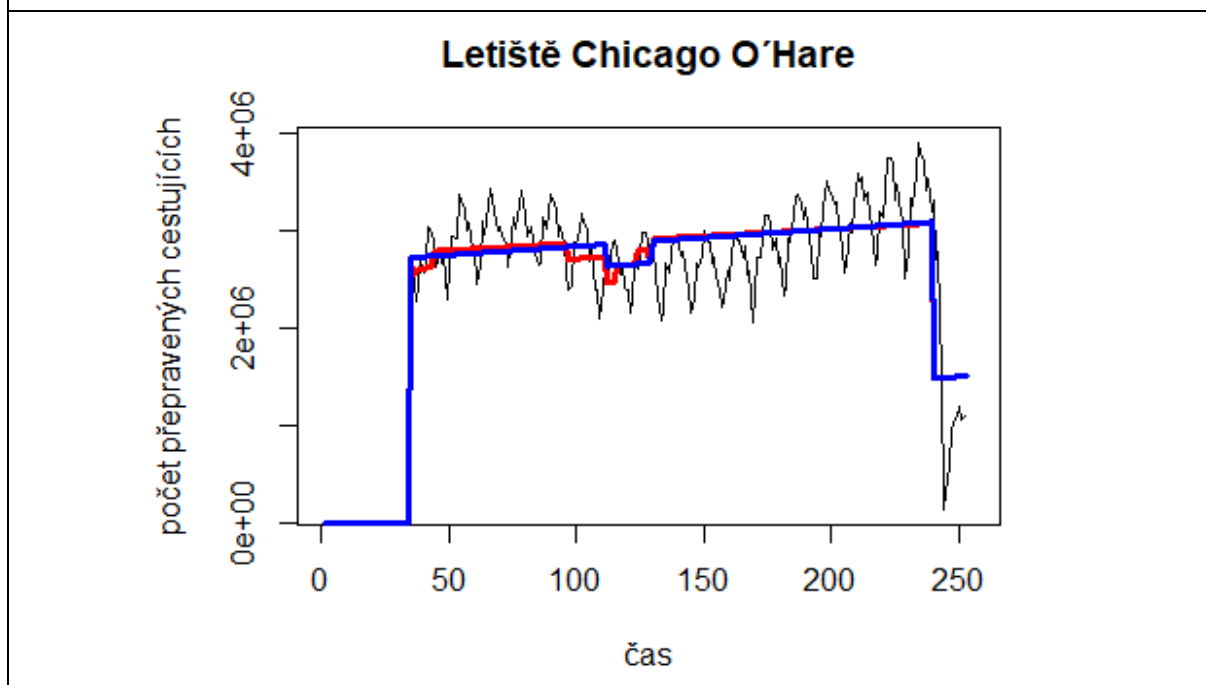
Letiště Chicago O' Hare		
Čas	↑	1788,4
Finanční recese		
Teroristické útoky		
SARS		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-223896,3
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-1604029,5
Sledované období	2002M10-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{ORD} = 2656798,4 + 1788,4 \cdot t - 223896,3 \cdot X_{2009SF} - 1604029,5 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,4223	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2656798.4	76229.7	34.853	< 2e-16 ***
data\$t	1788.4	505.5	3.538	0.000494 ***
data\$X2009_SF	-223896.3	105714.0	-2.118	0.035328 *
data\$X2019_CV	-1604029.5	130223.5	-12.318	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 426800 on 215 degrees of freedom
(37 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.4223, Adjusted R-squared: 0.4143
F-statistic: 52.39 on 3 and 215 DF, p-value: < 2.2e-16



Letiště Orlando		
Čas	↑	3457,8
Finanční recese		
Teroristické útoky		
SARS		
Finanční krize		
Prasečí chřipka		
Erupce		
Nákaza Covid-19	↓	-802102,6
Sledované období	2002M10-2020M12	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{MCO} = 988369,1 + 3457,8 \cdot t - 802102,6 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,4038	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	988369.1	47851.2	20.66	<2e-16 ***
data\$t	3457.8	322.6	10.72	<2e-16 ***
data\$X2019_CV	-802102.6	83376.2	-9.62	<2e-16 ***

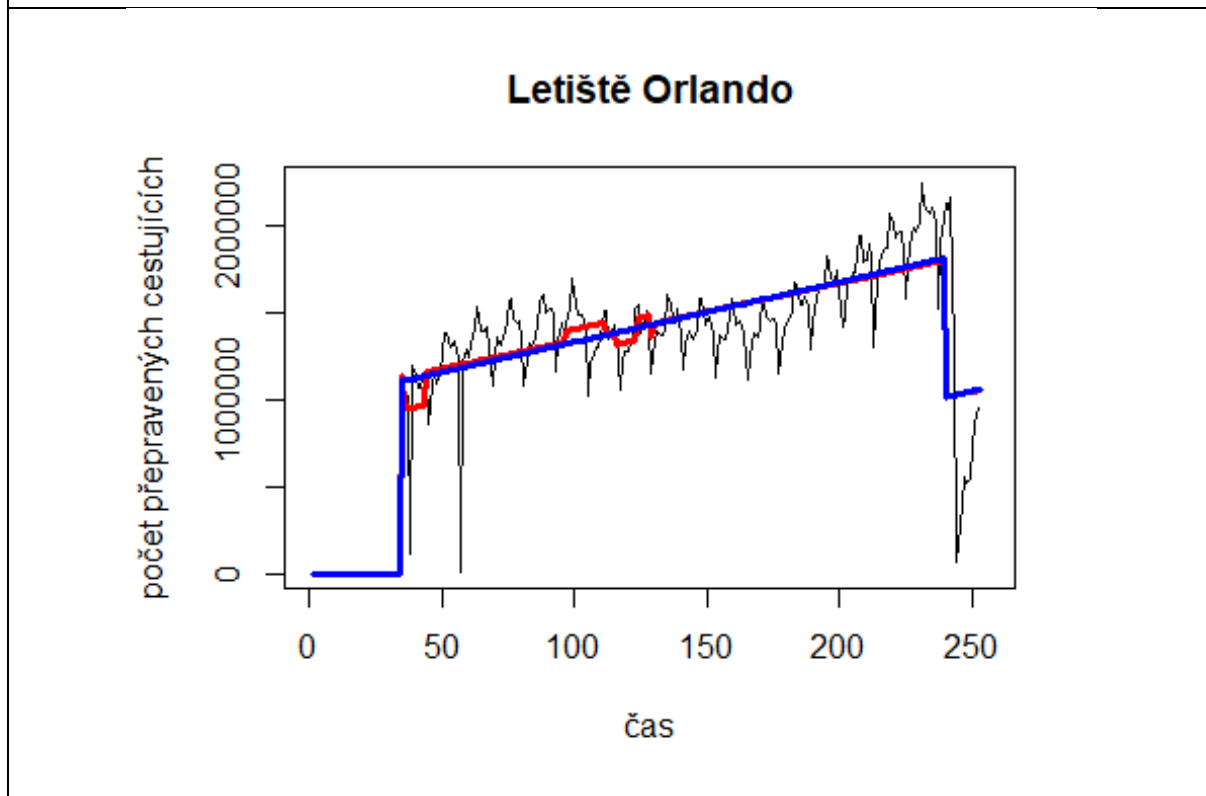
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

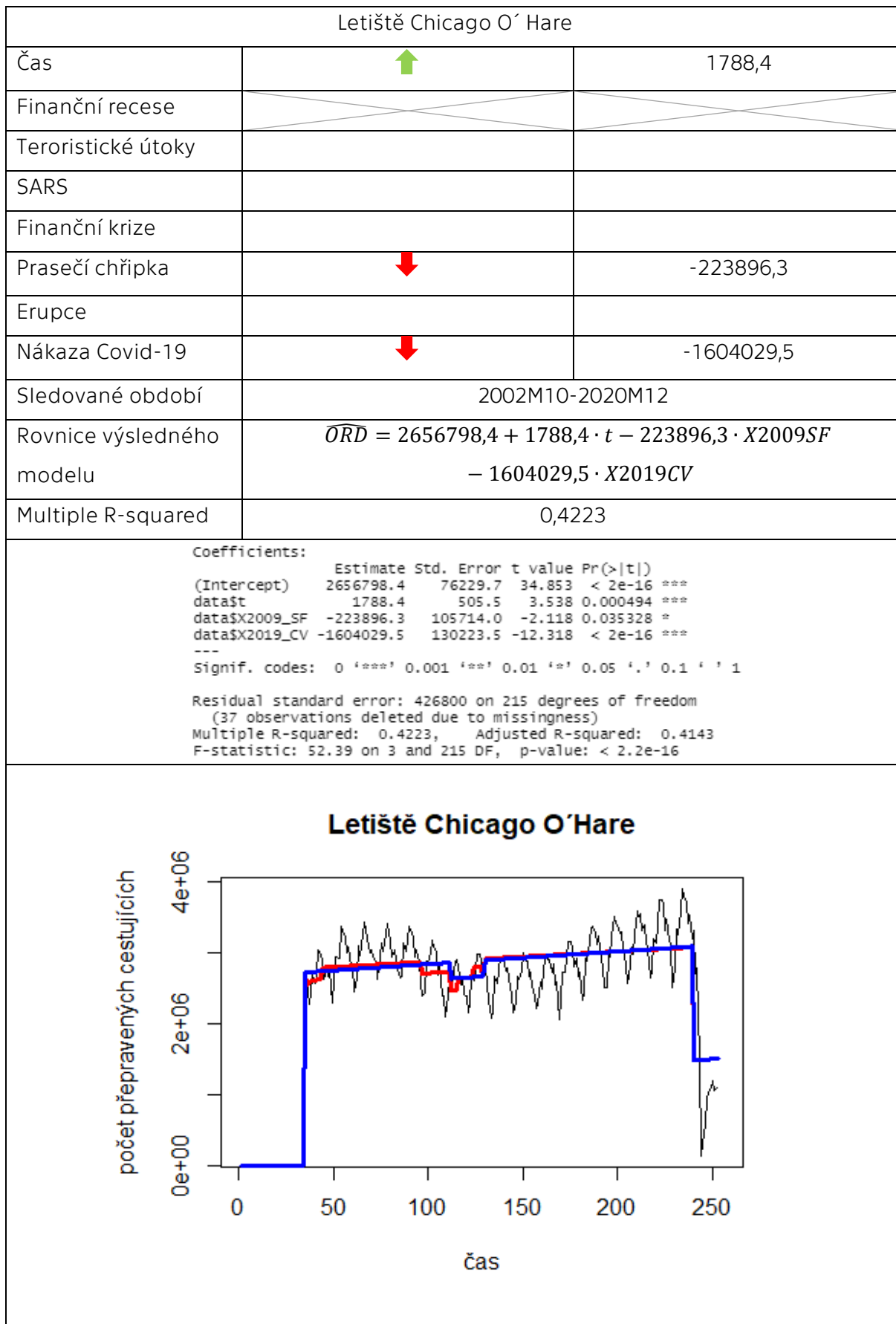
Residual standard error: 273400 on 216 degrees of freedom

(37 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.4038, Adjusted R-squared: 0.3983

F-statistic: 73.16 on 2 and 216 DF, p-value: < 2.2e-16





Příloha 6: výsledné tabulky pro východoasijská letiště

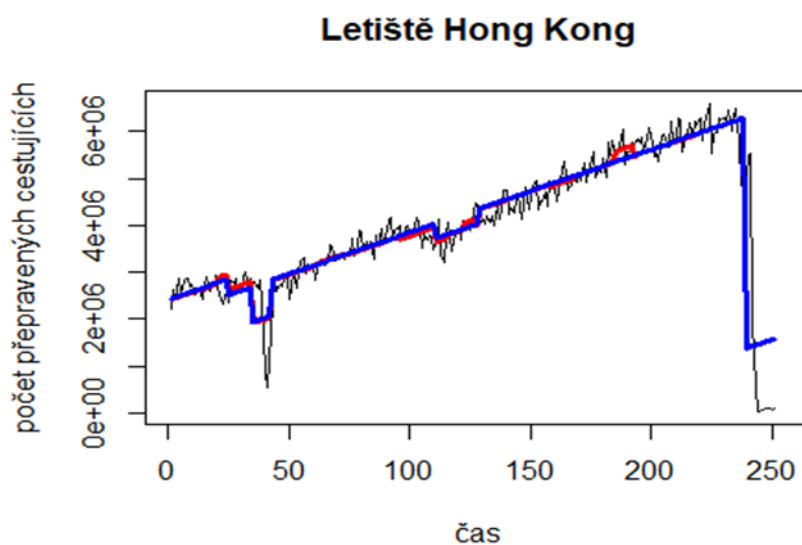
Letiště Hong Kong		
Čas	↑	17701
Finanční recese	↑	336588
Teroristické útoky		
SARS	↓	-766784
Ptačí chřipka 2005		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-310404
Erupce		
Ptačí chřipka 2013		
MERS		
Nákaza Covid-19	↓	-4941448
Sledované období	2000M01-2020M11	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{HKG} = 2074506 + 17701 \cdot t + 336588 \cdot X_{2001FC} - 766784 \cdot X_{2003SARS} - 310404 \cdot X_{2009SF} - 4941448 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,83	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2074506	105690	19.628	< 2e-16 ***
data\$t	17701	703	25.180	< 2e-16 ***
data\$X2001_FC	336588	157557	2.136	0.033647 *
data\$X2003_SARS	-766784	229123	-3.347	0.000947 ***
data\$X2009_SF	-310404	149818	-2.072	0.039324 *
data\$X2019_CV	-4941448	189564	-26.067	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 605300 on 245 degrees of freedom
(5 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.83, Adjusted R-squared: 0.8266
F-statistic: 239.3 on 5 and 245 DF, p-value: < 2.2e-16



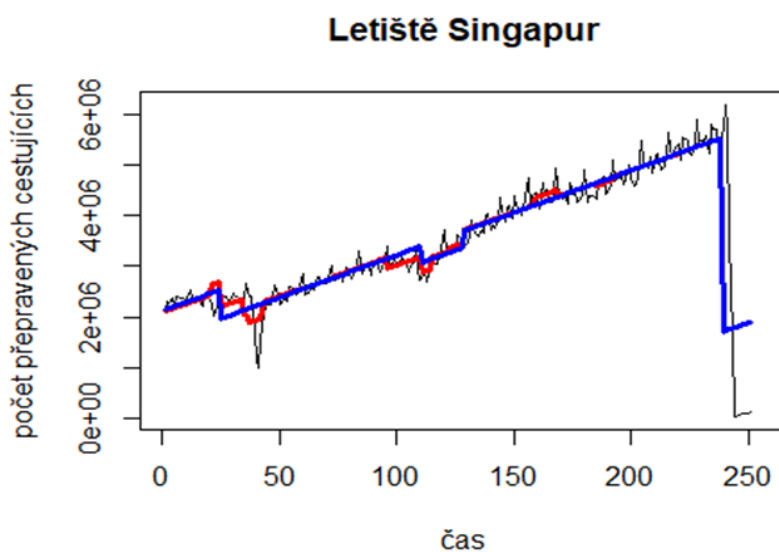
Letiště Singapur		
Čas	↑	16795,5
Finanční recese	↑	573471,4
Teroristické útoky		
SARS		
Ptačí chřipka 2005		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-3292230,1
Erupce		
Ptačí chřipka 2013		
MERS		
Nákaza Covid-19	↓	-3858472,4
Sledované období	2000M01-2020M11	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{SIN} = 1543896,1 + 16795,5 \cdot t + 573471,4 \cdot X2001FC - 329230,1 \cdot X2009SF - 3858472,4 \cdot X2019CV$	
Multiple R-squared	0,7707	

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1543896.1  100995.5  15.287 < 2e-16 ***
data$t       16795.5    684.9   24.521 < 2e-16 ***
data$X2001_FC 573471.4  157011.8   3.652 0.000317 ***
data$X2009_SF -329230.1  152570.4  -2.158 0.031905 *
data$X2019_CV -3858472.4  193120.3 -19.980 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 618400 on 246 degrees of freedom
(5 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.7707,    Adjusted R-squared:  0.767
F-statistic: 206.8 on 4 and 246 DF,  p-value: < 2.2e-16

```



Letiště Macao		
Čas	↑	11,1158
Finanční recese		
Teroristické útoky		
SARS		
Ptačí chřipka 2005		
Finanční krize		
Prasečí chřipka	↓	-657,3760
Erupce		
Ptačí chřipka 2013		
MERS		
Nákaza Covid-19	↓	-3106,3486
Sledované období	2000M01-2020M11	
Rovnice výsledného modelu	$\widehat{MACAO} = 2295,2119 + 11,1158 \cdot t - 657,376 \cdot X_{2009SF} - 3106,3486 \cdot X_{2019CV}$	
Multiple R-squared	0,5372	

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2295.2119	104.1054	22.047	< 2e-16 ***
data\$t	11.1158	0.7477	14.867	< 2e-16 ***
data\$X2009_SF	-657.3760	194.2938	-3.383	0.000832 ***
data\$X2019_CV	-3106.3486	244.8997	-12.684	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 792.5 on 247 degrees of freedom
(5 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.5372, Adjusted R-squared: 0.5315
F-statistic: 95.55 on 3 and 247 DF, p-value: < 2.2e-16

