

DIFFERENCES IN APPROACHES TO CHARGING FOR AIR NAVIGATION SERVICES IN SELECTED COUNTRIES OF THE WORLD REGIONS

ROZDIELY V PRÍSTUPOCH K SPOPLATŇOVANIU LETECKÝCH NAVIGAČNÝCH SLUŽIEB VO VYBRANÝCH KRAJINÁCH SVETOVÝCH REGIÓNOV

Milan Vodzák

Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
vodzak@uniza.stud.sk

Matúš Materna

Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
matus.materna@fpedas.uniza.sk

Abstract

The work analyzes and finds out the difference in the charging systems of air navigation service providers in selected countries of the world regions, which is the main financial and economical factor to cover the costs of providing air navigation services. It deals with various charging systems in selected regions of the world by specific air navigation service providers of countries (China, Mexico and the Eurocontrol area), and identifies how individual differences in charging systems act in total amount of en-route charges. In general, the key factor for considering air navigation service providers is the price of services, but in our work we also deal with the influence of the distance factor on the total amount of the charge and the weight factor, which can be determined in different regions of the world by various approaches. These are two ways determining the number of providers' services which are subsequently subject to a price per unit of that service. The finding of the work is that charging systems for air navigation services which use categorization methods of maximum take-off weight (wingspan), which have the ability to influence the total amount of charges by two factors, first is a unit rate (price) of individual categories, and the second is a change in size of category. Unlike charging systems, where the uniform formula is used to calculate the weighting factor, only changes in the value of the unit rate can be used to change charges.

Keywords

Unit Rate, Weight, Costs, Charges, Air Navigation Service Providers, Services, En-Route Charges,

1. Úvod

Poskytovatelia leteckých navigačných služieb sú jedným z hlavných komponentov leteckého priemyslu a svojou činnosťou spájajú ďalšie dva komponenty, letecké spoločnosti a letiská. Ich Hlavnou úlohou je poskytovať letecké navigačné služby vo vzdušných priestoroch krajín za účelom plynulosti a bezpečnosti letovej prevádzky. Používateľom vzdušného priestoru môže poskytovateľ poskytovať niektoré alebo všetky služby leteckej navigácie, ako Manažment letovej prevádzky, Telekomunikačné služby, Meteorologické služby, Služby pátrania a záchranu a Letové informačné služby. Mnohý z poskytovateľov ponúkajú tiež oceánske letecké navigačné služby a služby poskytované civilnému letectvu poskytujú aj vojenskému letectvu. V riadení boli, z historického hľadiska, u poskytovateľov leteckých navigačných služieb hlavné prevádzkové aspekty a preto boli poskytovatelia považovaní za pasívnu zložku odvetvia leteckej dopravy. Na vývoj v odvetví leteckej dopravy ako aj spoločensko-ekonomický vývoj, sa prispôsobili aj poskytovanie leteckých navigačných služieb. V dnešnej dobe poskytovanie leteckých navigačných služieb slúži aj na generovanie finančných zdrojov [1], [9], [12].

Poskytovanie leteckých navigačných služieb je nákladný proces, keďže sú poskytovatelia považovaní za pasívnu zložku odvetvia, sú viazaní na aktívnu zložku leteckej dopravy s leteckými spoločnosťami, ktoré generujú príjmy predajom ich služieb verejnosti. Pretože poskytovatelia nemajú túto možnosť, z dôvodu ich špecifity, jediným zdrojom ich príjmov môže byť

letecká doprava (v určitých prípadoch financovanie štátom priamo zo štátneho rozpočtu). Poplatky za letecké navigačné služby tvoria podstatnú časť nákladov leteckých dopravcov, čo môže dosahovať výšky od 10% do 20% v závislosti od lokality aktivity, alebo rozsahu prevádzky leteckého dopravcu. Na tieto účely pokrytia nákladov poskytovateľov leteckých navigačných služieb boli vytvorené mechanizmy na ich pokrytie, a to navigačne poplatky po trati (en-route charges/fees) alebo aj terminálové poplatky (terminal charges) [10], [11].

2. Spoplatňovanie leteckých navigačných služieb

2.1. Traťové poplatky (en-route charges)

Traťové poplatky (en-route charges) sú fakturované používateľom vzdušného priestoru, ktorí vstúpili do vzdušného priestoru poskytovateľa leteckých navigačných služieb. Pre výpočet traťových poplatkov sa používa systém, v ktorom do výpočtov vstupujú premenne, ako množstvo ponúknutých služieb (Q) a cena (P), cena v poplatkoch leteckých navigačných služieb používa pojem jednotková sadzba (unit rate, UR). Traťový poplatok sa za let vo vzdušnom priestore poskytovateľa leteckých navigačných služieb stanovuje podľa vzorca:

$$Tra_{Pop} = Q \times UR$$

Množstvo ponúkaných služieb (Q) sa dá vyjadriť ako súčin faktora hmotnosti (h_i) a faktora vzdialenosti (v_i).

$$Tra_{pop} = h_f \times v_f \times UR$$

Faktor hmotnosti (h_f) sa vypočítava z maximálnej vzletovej hmotnosti podľa spôsobu zvolenia poskytovateľa leteckých navigačných služieb danej krajiny. Môže sa vypočítať ako druhá odmocnina päťdesiatiny maximálnej vzletovej hmotnosti (MTOW) v tonách, v niektorých oblastiach sveta (napr. Eurocontrol) podľa vzorca:

$$h_f = \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$$

Faktor vzdialenosti (v_f) sa určoval ako podiel dĺžky letu (D) po ortodrome medzi vstupným a výstupným bodom traťovej zóny spoplatnenia na 100 km. Zároveň sa faktor vzdialenosti znižoval o 20 km za každý vzlet a každé pristátie na území štátu poskytovateľa leteckých navigačných služieb [1] [3] [4].

$$v_f = \frac{D(-20x)}{100}$$

2.2. Terminálové poplatky (terminal charges)

Terminálové poplatky (en-route charges) sú fakturované používateľom v oblastiach s terminálovými poplatkami (približovacie oblasti) poskytovateľmi leteckých navigačných služieb. Pre všeobecný výpočet terminálových poplatkov sa používa vzorec.

$$Ter_{pop} = h_f \times UR$$

Faktor hmotnosti (h_f), môže byť počítaný rôzne, s ohľadom na danú približovaciu oblasť [1][6].

Na rozdiel od traťových poplatkov, terminálové poplatky slúžia na pokrytie vlastnej nákladovej bázy, podľa čoho sa určuje aj ich výsledná hodnota, ktorú by mali dosahovať po výpočte. Poplatky za terminálové služby slúžia na pokrývanie nákladov týkajúcich sa:

- letiskových služieb riadenia letovej prevádzky, letiskových letových informačných služieb vrátane poradných služieb a pohotovostných služieb,
- letových prevádzkových služieb súvisiacich s priblížením a odletom lietadla v určitej vzdialenosti od letiska na základe prevádzkových požiadaviek,
- primeraného pridelenia všetkých ostatných častí ANS tak, aby odrážali pomerné rozdelenie (alokáciu) medzi traťové a terminálne služby [1].

3. Rozdiely v spoplatňovaní

3.1. Systém jednotnej jednotkovej sadzby

Do tejto kategórie zaraďujeme systém zavedený v oblasti Eurocontrolu, aj keď sa tento systém skladá z väčšieho množstva samostatných krajín s vlastnými poskytovateľmi leteckých navigačných služieb. Každý poskytovateľ používa vlastnú jednotkovú sadzbu na poplatky traťových, ale aj terminálových navigačných služieb na vlastnom území, s odvolávaním sa na pokrývanie svojich nákladov s poskytovaním leteckých navigačných služieb na svojom území, ktoré sa môžu výrazne líšiť

z dôvodu veľkosti daného regiónu a rozdielnej výšky nákladov (cena práce atď.).

Tabuľka 1: Tabuľka kategórií systému jednotnej jednotkovej sadzby. Zdroj: Autori podľa [5].

Kat.	Hmotnosť	Jednotková sadzba
(0,∞)	$\sqrt{\frac{MTOW}{50}}$	UR

Podľa Tabuľky 1 vidíme, že množstvo kategórií v systéme jednotnej jednotkovej sadzby závisí od množstva rozdielnosti maximálnych vzletových hmotností lietadiel užívateľov, ktoré sú ale všetky rovnako spoplatňované jednotnou jednotkovou sadzbou. Jednotná jednotková sadzba tak pôsobí ako nástroj trhovej súťaže cena za letecké navigačné služby, a odlišuje jednotlivých poskytovateľov leteckých navigačných služieb vo svojom geografickom území [5] [6].

3.2. Systém nejednotnej jednotkovej sadzby (systém jednotného faktora hmotnosti)

Do kategórie nejednotnej jednotkovej sadzby zaraďujeme poskytovateľov leteckých navigačných služieb Číny a Mexika. Na rozdiel od Mexika, predstaviteľa Číny môžeme zaradiť aj do kategórie s názvom jednotného faktora hmotnosti ako uvádza nasledovná tabuľka.

Tabuľka 2: Tabuľka nejednotnej jednotkovej sadzby (jednotného faktora hmotnosti) Číny. Zdroj: Autori podľa [7].

Kat.	(h_f)	MTOW (t)	Poplatok (UR v RMB)
1.	1	Do 25	1,5 UR1
2.		26-50	3 UR2
3.		51-100	3,4 UR3
4.		100-200	3,8 UR4
5.		Viac ako 200	$2,33 * \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$ UR5+

Tabuľka 3: Tabuľka nejednotnej jednotkovej sadzby traťových poplatkov Mexika. Zdroj: Autori podľa [8].

Kat.	Rozpätie (m)	Sadzba (UR)
1. (A)	Do 16,7	0,2 UR1
2. (B)	16,7-25	1,61 UR2
3. (M)	25-38	4,65 UR3
4. (L)	Viac ako 38	6,97 UR4
($h_f = 1$)		

Neexistujúca jednotková sadzba znamená, že sa dané služby poskytovateľa nebudú od seba odlišovať na základe jednej ceny na danom trhu poskytovateľov, ale na základe jednotných

jednotkových sadzieb (cien) v jednotlivých kategóriách, to môže spôsobovať, že iné kategórie lietadiel užívateľov leteckých navigačných služieb budú hľadať alternatívne trasy podľa dostupnosti v danom regióne.

4. Metodika

4.1. Určenie faktora hmotnosti v systéme nejednotnej jednotkovej sadzby

Pre účely porovnania vplyvu faktora hmotnosti na celkovú výšku poplatku je potrebné určiť tento faktor v systémoch, ktoré používajú kategorizačné spôsoby a ich faktor hmotnosti je tak rovný 1. Tabuľka 4 poukazuje na transformovanie Čínskeho spôsobu.

Tabuľka 4: Tabuľka koeficientov faktora hmotnosti s jednotnou jednotkovou sadzbou. Zdroj: Autori

Kat.	MTOW (t)	h_f	UR (RMB)
1.	Do 25	1	
2.	26-50	2	
3.	51-100	2,27	1,5
4.	100-200	2,53	
5.	Viac ako 200	$1,55 * \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$	

4.2. Spôsob úpravy čínskeho systému spoplatňovania na systém Eurocontrolu

Pri porovnaní dvoch systémov spoplatňovania sa počas určenia vplyvu faktora hmotnosti na celkovú výšku traťového poplatku stretávame s problémom rozličných počiatočných a koncových hodnôt. Preto pre porovnanie chceme zaviesť u čínskeho poskytovateľa leteckých navigačných služieb rovnaký systém nekategorizovania hmotnostných koeficientov a tak porovnať vplyv faktora hmotnosti na celkovú výšku poplatku. Ako základ si vezmeme transformovaný systém čínskeho poskytovateľa s jednotnou jednotkovou sadzbou podľa kategórie UR₁ (Tab. 4). Ďalej zmeníme jeho kategorizovaný systém od hodnôt MTOW = 1 t až po hodnoty MTOW = 200 t, keďže tieto hodnoty narastajú „skokovo“ podľa jednotlivých kategórií, v ktorých sú jednotlivé maximálne vzletové hmotnosti zaradené, na systém zvyšovania koeficienta faktora hmotnosti podľa podobnej úmery Eurocontrolu, $f(x) = \left(\frac{x}{50}\right)^{0,5} + B$. Kde x je MTOW, a B rovné 0, pretože v hodnote MTOW = 0 nadobúda hodnotu 0. Úmeru si určíme podľa funkcie $f(x) = \left(\frac{x}{A}\right)^{0,5} + B$. Kde x je rovnako MTOW. Hodnota A a hodnota B sú neznáme.

Nájdienie neznámej A a B:

Vieme, že počiatočná hodnota (MTOW = 0 t) sa má rovnať 1 preto:

$$f(0) = \left(\frac{0}{A}\right)^{0,5} + 1 \Rightarrow B = 1,$$

a koncová hodnota (MTOW = 200 t) sa má rovnať hodnote, podľa vzorca $1,55 * \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$, pretože táto hodnota bude predstavovať predchádzajúcu hodnotu (MTOW = 201 t), ktorá sa už nachádza v 5. kategórii a tak sa zabezpečí pokračujúca úmera, preto:

$$f(200) = \left(\frac{200}{A}\right)^{0,5} + 1 = f(200) = 1,55 * \left(\frac{200}{50}\right)^{0,5}$$

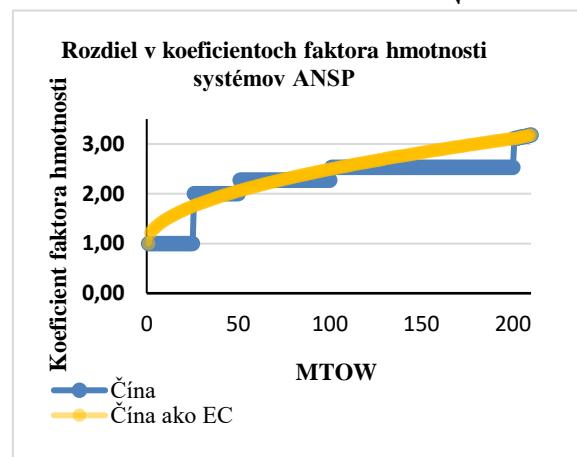
$$f(200) = f(200)$$

$$\left(\frac{200}{A}\right)^{0,5} + 1 = 1,55 * \left(\frac{200}{50}\right)^{0,5}$$

$$A = \frac{200}{\left(1,55 * \left(\frac{200}{50}\right)^{0,5} - 1\right)^2}$$

$$A = 45,35 \text{ t} \cong 45 \text{ t}$$

Výsledný predpis funkcie pre výpočet koeficienta faktora hmotnosti transformovného systému spoplatňovania používaný nekategorizačný systém so zachovaním počiatočnej aj koncovej hodnoty bude $f(x) = \left(\frac{x}{45}\right)^{0,5} + 1$ alebo vzorec $\sqrt{\frac{MTOW}{45}} + 1$.



Graf 1: Rozdiel v koeficientoch faktora hmotnosti systémov poskytovateľov leteckých navigačných služieb. Zdroj: Autori.

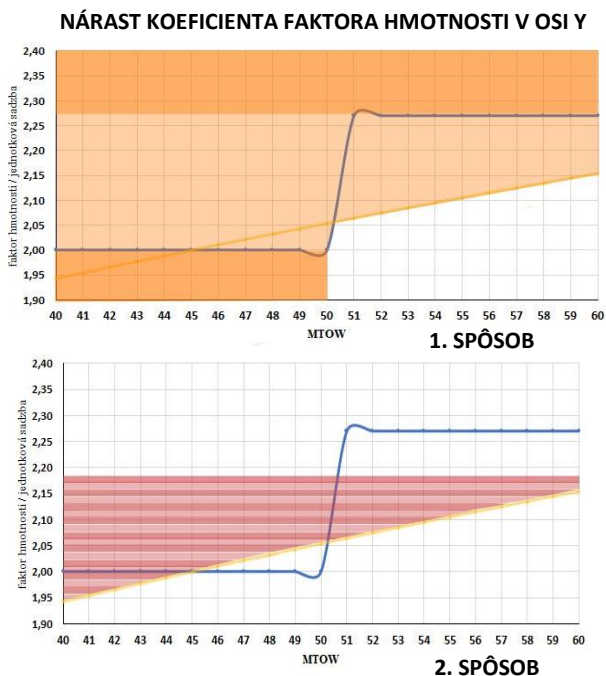
5. Analýza rozdielov v spoplatňovaní leteckých navigačných služieb pri letoch na krátku, strednú a dlhú trať

Faktor vzdialenosti priamoúmerne navyšuje hodnotu traťového poplatku s jeho zvyšujúcou sa hodnotou $Tr_{Pop} = h_f \cdot v_f \cdot UR$. Preto vzdialenosť, na akú sa vypočítava traťový poplatok, nie je rozdielom pre spôsob spoplatňovania leteckých navigačných služieb, je rovnaký pre všetkých poskytovateľov bez rozdielu, (ak sa nejaký poskytovateľ rozhodne určiť špeciálnu výnimku pre určitý typ lietadla na základe jeho veľkosti, hmotnosti, účelu atď., ktorá by ovplyvňovala (redukovala, navyšovala) celkovú výšku poplatku za jeho preletenú vzdialenosť vo vzdušnom priestore poskytovateľa, nemôžeme túto možnosť brať do úvahy pretože nie je všeobecná a je viazaná na konkrétnu oblasť a typ lietadla s výnimkou).



Graf 2: Závislosť výšky poplatku na faktore vzdialenosti. Zdroj: Autori.

5.1. Rozdiel spoplatňovania leteckých navigačných poplatkov na základe rozdielneho určenie hmotnostného koeficienta pre výpočet výšky poplatku.

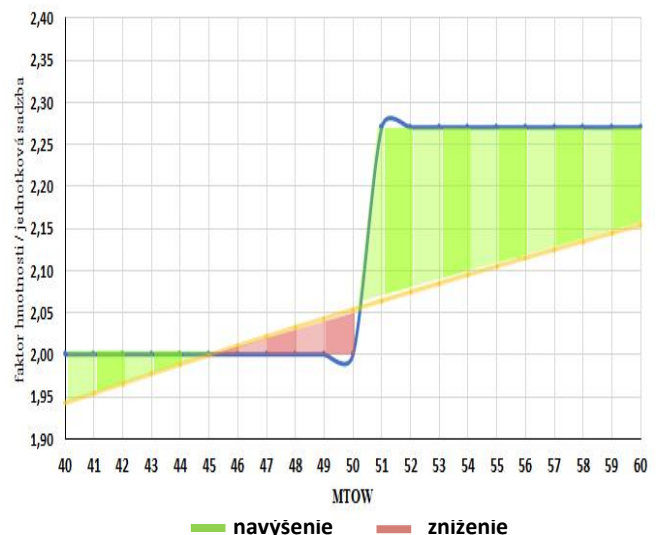


Graf 3 a Graf 4: Nárast koeficienta faktora hmotnosti v osi Y (S1 a S2). Zdroj: Autori.

Na Y osi vzniká rozdiel dvoch hodnôt. Hodnoty 1. spôsobu, s nejednotnou jednotkovou sadzbou, vznikajú na základe predom transformovaných jednotkových sadzieb v jednotlivých kategóriách, a z tohto činiteľa zvyšovania poplatku vyplýva, že

výsledky koeficient faktora hmotnosti (aj celkový poplatok) je navyšovaný na základe jednoduchého zvyšovania ceny za poskytované služby, ktorý je základným nástrojom trhovej súťaže. Faktor hmotnosti u 2. spôsobu spoplatňovania je daný vzorcom pre výpočet jeho výšky $(\sqrt{\frac{MTOW}{50}})$, preto vždy nadobúda konkrétne číslo, ktoré sa mení iba na základe predom určeného spôsobu výpočtu $(\sqrt{\frac{MTOW}{45}} + 1)$.

NÁRST KOEFICIENTA FAKTORA HMOTNOSTI V OSI X



Graf 5: Nárast koeficienta faktora hmotnosti v osi X. Zdroj: Autori.

Na X osi vzniká rozdiel v hodnote koeficienta faktora hmotnosti iba u jedného poskytovateľa leteckých navigačných služieb, a to u 1. spôsobu, v systéme nejednotnej jednotkovej sadzby používaný kategórie maximálnych vzletových hmotností. Veľkosťou danej kategórie môže oproti hodnotám, 2. spôsobu s jednotnou jednotkovou sadzbou, nadobúdať konštantnú hodnotu, ktorá oproti nižším hodnotám 2. poskytovateľa, bude vytvárať navyšenie a oproti vyšším hodnotám vytvárať zníženie celkového poplatku. Rozšírenie kategórie prevedie užívateľov z jednej kategórie do druhej, a taktó im zmení výšku jednotkovej sadzby. Čo bude pre týchto užívateľov znamenať zmenu (navýšenie alebo zníženie) celkového poplatku. Dôležité ale je, že to neovplyvní všetkých užívateľov v danej kategórii, ako by to bolo zmenou jednotkovej sadzby kategórie. Tento rozdiel vznikajúci kategóriami maximálnych vzletových hmotností bude na poplatok vplývať ako nástroj ceny, ktorej zmena pôsobí na trhovú súťaž.

6. Výsledky

Nami zvolení poskytovateľa leteckých navigačných služieb, ktorí zo svojej podstaty spôsobu výpočtu traťových navigačných poplatkov používali odlišné (opačné) spôsoby, boli podrobení analýze faktorov vplývajúcich na ich celkový výpočet traťového navigačného poplatku a to:

- Faktorom vzdialenosti (v_f)

Pri tomto faktore sme zistili, že celkový výsledok traťového navigačného poplatku, nami vybraných poskytovateľov leteckých navigačných služieb, neovplyvňuje pretože, so svojou zvyšujúcou sa hodnotou navyšuje aj celkovú hodnotu

výsledného poplatku, u všetkých spôsobov spoplatňovania, ktoré sme si zvolili (nebrali sme do úvahy čiastkové výhody pre konkrétne typy, či účely lietadiel, na ktoré by sa poplatok vzťahoval)

- Faktor hmotnosti (h_f) a jednotková sadzba (UR)

Vplyv týchto dvoch faktorov na celkovú výšku traťového navigačného poplatku sme porovnávali súčasne, pretože nami zvolené systémy spoplatňovania používali, buď faktor hmotnosti, ktorý kategorizoval užívateľov navigačných služieb alebo na tieto účely slúžil rozdiel jednotkových sadzieb v jednotlivých kategóriách.

- Systém s jednotnou jednotkovou sadzbou (Eurocontrol)

Tento systém je pri určovaní výšky celkového poplatku vystavený navýšovaniu koeficienta faktora hmotnosti, ktorý je pre dané kategórie maximálnych vzletových hmotností predom daný vzorcom a nadobúdajú tak hodnoty, ktoré fixne určujú výšku poplatku. Faktor, ktorý vplýva na celkovú výšku poplatku je tak zmena jednotkovej sadzby (ceny) za letecké navigačné služby.

- Systém s nejednotnou jednotkovou sadzbou (Čína, Mexiko)

Tento systém je, pri určovaní výšky celkového traťového navigačného poplatku, vystavený jednotkovej sadzbe (cene) pre dané kategórie maximálnych vzletových hmotností. Pomocou ktorých sa dá transformačným procesom určiť jednotná jednotková sadzba pre všetky kategórie maximálnych vzletových hmotností a ich následný faktor hmotnosti (h_f), ktorý doteraz tento spôsob spoplatňovania nepoužíval. Keďže ale výška jednotkových sadzieb kategórií pôsobí na výšku následného faktora hmotnosti, celková výška poplatku závisí od veľkosti jednotkových sadzieb (cien) v jednotlivých kategóriách, ako cena za služby poskytovateľov leteckých navigačných služieb. Na rozdiel ale so systémom, ktorý používa na výpočet faktora hmotnosti vzorec, systém kategorizácií svojou veľkosťou kategórie môže ovplyvňovať výslednú výšku traťového poplatku bez zmeny jednotkovej sadzby, „lokálne“ pre konkrétnu maximálnu vzletovú hmotnosť. Spôsob kategorizácie je druhý činiteľ pôsobiaci na celkovú výšku traťového navigačného poplatku ako cena.

Pod'akovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Výskum a vývoj bezkontaktných metód pre získavanie geopriestorových údajov za účelom monitoringu lesa pre zefektívnenie manažmentu lesa a zvýšenie ochrany lesov, kód ITMS 313011V465, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Referencie

- [1] TOMOVÁ A. – HAVEL K., 2015, *Ekonomika poskytovateľov leteckých navigačných služieb*, ISBN 978-80-554-1143-8
- [2] DEMPSEY-BRENCHA Z. – VOLTAB N., 2018, *A cost-efficiency analysis of European air navigation service providers*, Transportation Research Part A: Policy and

Practice, Vydanie 111, str. 11-23, Dostupné na internete <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.02.019>

- [3] ICAO, ICAO's Policies on User Charges & Taxation, Dostupné na internete < <https://www.icao.int/sustainability/Pages/eap-im-policies.aspx> > citované dňa 4.5.2021
- [4] International Civil Aviation Organization, 2012, Ninth Edition, Doc.9082 ICAO's Policies on Charges for Airports and Air Navigation Services Dostupné na internete <https://www.icao.int/publications/Documents/9082_9e_d_en.pdf > citované dňa 15.5.2021
- [5] Eurocontrol, 2021, Customer guide to charges, Dostupné na internete < <https://www.eurocontrol.int/publication/customer-guide-route-charges> > citované dňa 19.5.2021
- [6] Eurocontrol, 2021, Terminal ANS costs and charges, Dostupné na internete <<https://www.eurocontrol.int/ServiceUnits/Dashboard/TerminalUnitRatesInForce.html> > citované dňa 19.5.2021
- [7] EAIPCHINA, 2021, AIR NAVIGATION SERVICES CHARGES, dostupné na internete < <https://yinlei.org/x-plane10/aeronautical-information-publication-aip-and-airport-charts-of-china.html> > citované dňa 6.5.2021
- [8] MUNIZ J., 2012, Mexico's seneam fee and business aviation – part one: explaining seneam fees, Dostupné na internete: <<https://www.universalweather.com/blog/mexicos-seneam-fee-and-business-aviation-part-one-explaining-seneam-fees/> > citované dňa 18.5.2021
- [9] MATERNA M., GALIERIKOVÁ, A. 2019: A new approach to classification of air navigation service providers in the context of commercialization. Transportation Research Procedia, 2019, 43, pp. 139–146
- [10] MATERNA, M., GALIERIKOVÁ, A., PALČÁK, P. 2019. Reflection of commercialization in organizational and ownership structure of Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS). Transportation Research Procedia, 2020, 51, pp. 283–292
- [11] MATERNA M., 2019: Variants of air navigation services providers' business model. Transportation Research Procedia, 2019, 40, pp. 1127–1133
- [12] Materna, M., Galieriková, A., Palčák, M. 2020. Reflection of commercialization in organizational and ownership structure of Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS). Transportation Research Procedia, 2020, 51, pp. 283–292
- [13] Novák, A. 2005. Radio direction finding in air traffic services. Promet-Traffic&Transportation 17 (5), 273-276