

SIMULÁCIE VYBRANÝCH PROCESOV RAMP HANDLINGU NA LETISKÁCH S MOŽNÝM VYUŽÍVANÍM GNSS PRIBLÍŽENIA

Ing. Boris Mrekaj

Letisková spoločnosť Žilina, a.s., Slovakia
mrekaj@airport.sk

Ing. Martin Hromádka, PhD.

Letisková spoločnosť Žilina, a.s., Slovakia
hromadka@airport.sk

Abstrakt – Článok sa zaoberá procesmi ramp handlingu na malých regionálnych leteiskách. Zameriava sa na kritické činnosti odbavenia. Vybrané činnosti boli podrobené simuláciám v reálnych podmienkach.

Kľúčové slová – GNSS priblíženie, simulácie, ramp handling

Úvod

Ramp handling predstavuje súbor procesov, ktoré sa vykonávajú pri každom medziletovom odbavení. Letisko Žilina je typickým príkladom letiska, ktoré zvažuje využívanie GNSS priblíženia. V súvislosti s týmto je užitočné preskúmať možnosti optimalizácie činností ramp handlingu, predovšetkým tých kritických. Optimalizačným kritériom je v tomto prípade čas, presnejšie dĺžka trvania.

IDENTIFIKÁCIA KRITICKÝCH PROCESOV RAMP HANDLINGU

Pokiaľ chceme znižovať dĺžku trvania kritických procesov, je nevyhnutné najprv kritické procesy identifikovať. Na vyhodnotenie procesov technického odbavenia bola využitá analýza štatistického súboru získaného zberom časových údajov o technickom odbavení dennej linky ČSA na letisku Žilina. Zber dát a následné vytvorenie štatistického súboru som vykonával sledovaním kamerových záznamov odbavovacej plochy letiska.

MONITOROVANÉ ČINNOSTI MEDZILETOVÉHO ODBAVENIA

Pre potreby tejto práce boli zbierané údaje o tých činnostiach technického odbavenia, ktoré sa na letisku Žilina vykonávajú. Tieto činnosti boli upravené a doplnené nasledovne.

Ako prvý bol zaznamenaný príjazd lietadla na stojisko. Vypnutie motorov zaznamenávané nebolo, nakoľko z kamerových záznamov bolo problematické zistiť, kedy bol vypnutý výstražný maják a definovanie slovným spojením „zastavenie otáčania vrtúl“ by nebolo dostatočne exaktné, nakoľko na vrtuli je brzda a vrtuľa tak môže, ale i nemusí byť brzdená. Navyše pre účel práce plne postačoval čas príjazdu lietadla na stojisko. Druhým momentom, ktorého čas bol zaznamenaný, bolo pripojenie pozemného zdroja. Pri procese

technického odbavenia na letisku Žilina následne dochádza k otvoreniu dverí nákladového priestoru a vyloženiu batožín s príveskom DAA, čo je predpoklad k začatiu vystupovania cestujúcich. Čas tohto úkonu bol takisto zaznamenávaný. Odvoz cestujúcich k odbavovacej budove, ktorý je súčasťou procesu výstupu cestujúcich, sa na letisku Žilina nepraktizuje, cestujúci prekonávajú nevelikú vzdialenosť k terminálu (rádovo niekoľko metrov) pešo. Po zaznamenaní času začiatku a konca procesu výstupu cestujúcich, bolo zaznamenané aj časové ohraničenie procesov odvozu batožín do terminálu, vybavenia kabíny a upratania lietadla (ak sa uskutočnili) a predletovej bezpečnostnej kontroly. Ďalšie činnosti – pripravenosť k prevzatiu cestujúcich na palubu, nástup cestujúcich do lietadla vrátane odoberania DAA, odovzdanie loadsheetu na palubu lietadla, odpojenie pozemného zdroja a spustenie motorov – boli monitorované v nezmenenej forme tak, ako ich sú uvedené v Harmonograme odbavovacieho procesu. Neboli zbierané údaje súvisiace s odoslaním prevádzkových správ, nakoľko to bolo pre účely výskumu bezpredmetné, keďže ide o činnosť vykonávanú po odlete lietadla. Navyše však boli zaznamenávané časy odstránenia klinov spod kolies podvozkového nohy lietadla a časy odjazdu lietadla zo stojiska.

DEFINOVANIE ZAČIATKOV A KONCOV ČINNOSTÍ TECHNICKÉHO ODBAVENIA

Aby bol zber údajov efektívny, je nevyhnutné *presne* zadefinovať, v ktorom okamihu monitorované činnosti technického odbavenia začínajú, a v ktorom končia. Na základe takto zadefinovaných ohraničení je možné dôsledne vykonať zber údajov s minimalizovaním nepresností vyplývajúcich z nesprávneho metodologického postupu. Trvania monitorovaných činností technického odbavenia sú zadefinované nasledovne:

PRIJAZD LIETADLA NA STOJISKO

Čas, v ktorom dôjde k umiestneniu klinov pod kolesá lietadla po jeho príjazde na stojisko.

PRIPOJENIE POZEMNÉHO ZDROJA

Čas, v ktorom dôjde k fyzickému pripojeniu pozemného zdroja elektrickej energie pracovníkom obsluhujúcim mobilné zariadenie GPU.

VÝSTUP CESTUJÚCICH Z LIETADLA

Výstup pasažierov začína v okamihu, kedy prvý vystupujúci cestujúci položí svoju nohu na prvý schod vstavaných schodov letúna, ktoré sú použité na výstup. Činnosť končí vo chvíli, keď posledný vystupujúci cestujúci zloží svoju nohu z posledného schodu vstavaných schodov letúna.

VYLOŽENIE A VÝDAJ DAA

Proces začína v čase, keď pracovník, zodpovedný za vyloženie batožín, tovaru a pošty, otvorí dvere nákladového priestoru. Výdaj je ukončený, keď si príslušný cestujúci preberie posledný kus batožiny s prívieskom DAA, uloženú na pristavenom vozíku pri schodoch lietadla.

VYLOŽENIE BATOŽINY, TOVARU A POŠTY A ICH ODVOZ

Činnosť začína v tom istom okamihu ako predchádzajúca, teda v čase, keď pracovník, zodpovedný za vyloženie batožín, tovaru a pošty, otvorí dvere nákladového priestoru. Proces je ukončený vo chvíli, keď bol na príslušný vozík naložený posledný kus batožiny a vozík odchádza smerom k terminálu.

VYBAVENIE KABÍNY LIETADLA, UPRATANIE LIETADLA A PREDLETOVÁ BEZPEČNOSTNÁ KONTROLA

Táto komplexná činnosť má svoj začiatok vo chvíli, kedy je ukončený výstup cestujúcich z lietadla. Koniec sa zaznamenáva, keď kapitán lietadla ukončí predletovú bezpečnostnú kontrolu letúna.

NALOŽENIE TOVARU, POŠTY A BATOŽINY VRÁTANE DAA

Nakladanie začína v okamihu, keď pracovník zodpovedný za nakládku, uloží prvý kus batožiny do nákladového priestoru letúna. Činnosť sa považuje za ukončenú, keď príslušný pracovník naloží poslednú z batožín s prívieskom DAA, ktoré boli odovzdané cestujúcimi pri ich nástupe do lietadla.

PRIPRAVENOSŤ K PREVZATIU CESTUJÚCICH NA PALUBU

Činnosť sa považuje za vykonanú v momente, kedy začína nasledujúca činnosť, teda nástup cestujúcich do lietadla.

NÁSTUP CESTUJÚCICH DO LIETADLA VRÁTANE ODOBERANIA DAA

Nástup cestujúcich začína v okamihu, keď prvý cestujúci položí svoju nohu na prvý schod vstavaných schodov lietadla, ktoré sú použité na nastupovanie. Nástup sa považuje za ukončený vo chvíli, kedy dôjde k uzatvoreniu dverí kabíny pre cestujúcich.

ODOVZDANIE LOADSHEETU NA PALUBU LIETADLA

Činnosť je uskutočnená v momente, kedy zodpovedný pracovník letiska fyzicky odovzdá loadsheet posádke lietadla.

ODPOJENIE POZEMNÉHO ZDROJA

Okamih, kedy príslušný pracovník obsluhujúci mobilné zariadenie GPU fyzicky odpojí pozemný zdroj zo zásuvky lietadla.

SPUSTENIE MOTOROV

Nastáva v čase, kedy sa roztočí vrtuľa prvého spusteného motora, v prípade, že sa spúšťajú oba motory súčasne čas, kedy dôjde k roztočeniu oboch vrtúľ.

ODSTRÁNENIE KLINOV SPOD LIETADLA

Čas, kedy príslušný pracovník odstráni klíny spod kolies prednej podvozovej nohy letúna.

ODJAZD LIETADLA ZO STOJISKA

Okamih, kedy sa letún fyzicky pohne zo stojiska.

Vypočítanie stredných hodnôt zo získaného štatistického súboru umožnilo vytvorenie reálneho obrazu o procese technického odbavenia turbovrtuľového lietadla na krátkej trati v praxi, ale i získanie priemerných časov kritických činností technického odbavenia. Vypočítané priemerné hodnoty časov začiatkov a koncov činností, ako aj stredné hodnoty dĺžky ich trvania počas sledovaného obdobia štyroch mesiacov, sú uvedené v *Tabuľke 1*.

Tabuľka 1 – Priemerné časy začiatkov, koncov a trvaní činností technického odbavenia v sledovanom období

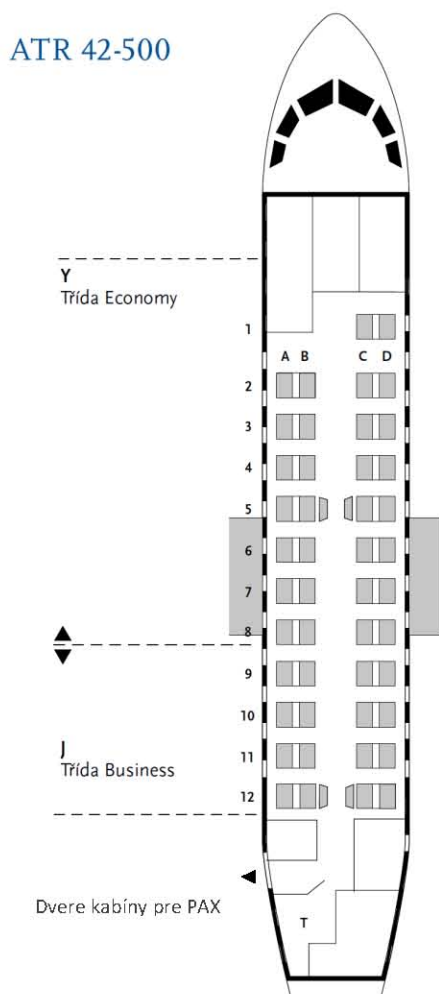
Činnosť technického odbavenia	začiatok	koniec	trvanie
Prijazd lietadla na stojisko	- 1:21:44	-	-
Pripojenie pozemného zdroja	- 1:20:48	-	-
Výstup cestujúcich z lietadla	- 1:19:26	- 1:18:28	0:00:59
Vyloženie a výdaj DAA	- 1:20:29	- 1:18:31	0:01:58
Vyloženie batožiny, tovaru a pošty a ich odvoz	- 1:20:29	- 1:14:56	0:05:33
Vybavenie kabíny lietadla, upratanie lietadla a predletová bezpečnostná kontrola	- 1:18:28	- 0:26:26	0:52:02
Naloženie tovaru, pošty a batožiny vrátane DAA	- 0:16:08	- 0:06:09	0:09:58
Pripravenosť k prevzatiu cestujúcich na palubu	- 0:08:08	-	-
Nástup cest. do lietadla vrátane odoberania DAA	- 0:08:08	- 0:05:12	0:02:56
Odovzdanie loadsheetu na palubu lietadla	- 0:10:53	-	-
Odpojenie pozemného zdroja	- 0:04:11	-	-
Spustenie motorov	- 0:02:01	-	-
Odstránenie klinov spod lietadla	- 0:00:54	-	-
Odjazd zo stojiska	0:00:00	-	-

Z pozorovaní vyplynulo, že k pozastaveniu odbavovacieho procesu dochádza počas činnosti *vybavenie kabíny lietadla, upratanie lietadla a predletová bezpečnostná kontrola*. Toto prerušenie vyplýva z platného letového poriadku. Činnosti handlingu sa v uvedenom bode zastavia a tak sa celková dĺžka trvania procesu zvyšuje. Za kritické činnosti sa vo všeobecnosti považuje manipulácia s batožinou, nástup a výstup cestujúcich a upratovanie lietadla. Z uvedeného súboru sa na účely simulácie ako optimálne ukazuje nástup cestujúcich.

NÁSTUP A VÝSTUP CESTUJÚCICH

V minulosti sa mnoho inštitúcií zoberalo problematikou simulácií nástupu cestujúcich. V rámci výskumov boli možnosti nástupu cestujúcich za pomoci matematických a analytických modelov simulované pre prúdové lietadlá. Letisko Žilina, ktoré uvažuje s implementáciou GNSS priblíženia však nie je schopné takéto typy lietadiel obslužiť z dôvodu krátkej dráhy. Preto budú možnosti nástupu prispôbené a aplikované na malé turbovrtuľové lietadlo ATR 42, ktoré už v minulosti bolo na pravidelných linkách z uvedeného letiska prevádzkované.

Zásadná zmena oproti prúdovým strojom spočíva v tom, že nástup neprebíha dverami v prednej časti letúna; ATR 42 má totiž, ako bolo uvedené vyššie, dvere kabíny pre cestujúcich umiestnené vo svojej zadnej časti (*Obrázok 1*).



Obrázok 1 – Konfigurácia ATR 42 využívaná ČSA

Ďalšia výrazná zmena oproti väčším lietadlám, pre ktoré boli scenáre vyvinuté, je počet sedadiel v jednom rade, odpadávajú prostredné sedadlá a každý rad je tak tvorený nie šiestimi, ale štyrmi sedadlami. Pri aplikácii scenárov na menšie lietadlo, dochádza nutne i zmene veľkosti skupín cestujúcich, každá skupina bude menšia.

Spoločnosť ČSA poskytuje svoje služby v dvoch tarifných triedach – business a economy. Keďže reálne simulácie prebiehali s využitím lietadla tohto dopravcu, v jednotlivých scenároch nástupu sa uvažuje s cestujúcimi v oboch týchto triedach. Business cestujúci sa usádzajú v zadných radoch kabíny, cestujúci ekonomickej triedy v prednej časti lietadla (*Obrázok 1*). Pri každom so scenárov sa uvažuje osem cestujúcich business triedy, zvyšok, 38 cestujúcich, bude z tarifnej triedy economy. Scenáre teda kalkulujú s plným obsadením lietadla.

Ako bolo popísané vyššie, existuje mnoho typov scenárov nástupu cestujúcich. Každý typ môže byť následne modifikovaný niekoľkými spôsobmi alebo môže dochádzať ku kombinácii rôznych typov, čím vzniká veľké množstvo možných scenárov. V nasledujúcej časti budú popísané štyri scenáre aplikované na lietadlo ATR 42, ktoré boli využité pri simuláciách.

Vo všetkých prípadoch budú k nástupu ako prví povolaní business cestujúci, potom cestujúci ekonomickej triedy. Letisko Žilina praktizuje opačný postup, teda business cestujúci sú usádzaní ako poslední, aby neboli počas nástupu rušení okoloidúcimi cestujúcimi ekonomickej triedy. Na letisku existuje zvláštny gate pre VIP cestujúcich, v ktorom môžu títo cestujúci v pohodlí prečkať, kým nastúpia cestujúci ekonomickej triedy. Terminály na väčších letiskách však takto riešené nie sú, jednotlivé gaty sú spoločné pre všetkých cestujúcich na danej linke. Pre cestujúcich vyšších tried sú zriadené salóniky, ktoré sa nachádzajú v určitom mieste terminálu, v ktorom cestujúci prečkajú čas medzi bezpečnostnou kontrolou a vstupom do príslušného gatu. V tomto gate sú následne zvýhodnení tým, že po začatí nástupu sú do lietadla povolaní ako prví z vyššie uvedeného dôvodu, tzn. aby neboli nútení čakať v preplnenom gate spolu s cestujúcimi nižších tarifných tried.

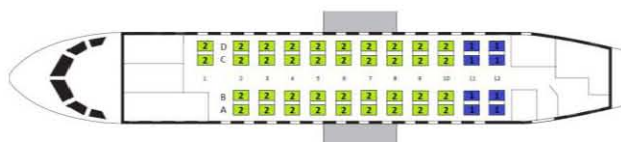
SIMULÁCIE

METODIKA

Pri reálnych simuláciách na lietadle ATR 42 ČSA, neboli využité všetky scenáre aplikované na daný typ lietadla. Vybraná bola reprezentatívna vzorka štyroch metód, podľa nasledovného kľúča.

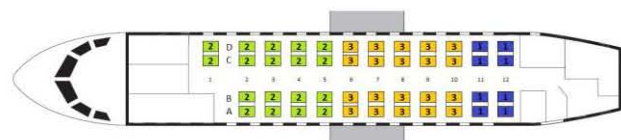
Na simuláciu boli vybrané dva modely, ktoré sú v prevádzke často využívané a dva modely, ktoré dosahujú výborné výsledky pri počítačových simuláciách, ale ktoré zatiaľ v praxi nenachádzajú prílišné uplatnenie.

Dopravcami je často využívaný Náhodný nástup (*Obrázok 2*). Ten bol teda podrobený reálnej simulácii.



Obrázok 2 – Schéma náhodného nástupu

Druhým reprezentantom prevádzkovo využívaných modelov (o. i. aj na letisku Žilina) bol jeden z trojice modifikácií modelu odpredu dozadu, a to ten, ktorý v počítačových simuláciách dosiahol spomedzi tejto trojice najlepšie výsledky, teda Nástup odpredu dozadu s dvoma zónami (Obrázok 3).



Obrázok 3 – Schéma nástupu odpredu dozadu s dvoma zónami

Modely, ktoré dosahujú optimálne výsledky v teoretickej rovine reprezentoval (podľa teoretických štúdií) dokonalejší z dvojice modelov outside-in, teda model Nástup podľa písmen, hoci pri virtuálnych simuláciách dosiahol o málo horší výsledok ako klasický model outside-in, rozdiel však je zanedbateľný (Obrázok 4).



Obrázok 4 – Schéma nástupu podľa písmen

Po jeho boku stál na strane teoreticky úspešných modelov Nástup metódou obrátenej pyramídy (Obrázok 5), ktorý v malej miere našiel uplatnenie i v praxi, ide ale len o jednu lastovičku, ktorá zatiaľ leto nerobí.



Obrázok 5 – Schéma metódy obrátenej pyramídy

Aby bola zachovaná integrita v rámci výskumu, bude čas nástupu cestujúcich meraný nasledovne. Čas nástupu cestujúcich sa začína merať vo chvíli, kedy prvý cestujúci položí svoju nohu na prvý schod vstavaných schodov letúna použitých pri nástupe, a skončí sa v okamihu, kedy sa uzavrú dvere kabíny pre cestujúcich. Uzavretie dverí však nebude skutočné, len imaginárne, z dôvodu vylúčenia zbytočnej manipulácie pri viacnásobných opakovaní nástupu.

Hoci to pre účel výskumu nie je nevyhnutne potrebné, nakoľko výstup cestujúcich nie je v rámci Harmonogramu odbavovacieho procesu považovaný za kritickú činnosť, bude sa merať i čas výstupu cestujúcich a to tak, že výstup začne v okamihu, kedy prvý cestujúci položí nohu na prvý schod a skončí keď posledný cestujúci zloží svoju nohu z posledného schodu vstavaných schodov lietadla.

Do úlohy simulantov sa postavili študenti Katedry leteckej dopravy Žilinskej univerzity. Celkovo sa na simuláciách zúčastnilo 95 komparzistov, 50 v prvý deň, 47 v deň druhý, pričom len dvaja študenti boli prítomní v oboch dňoch. Cieľom tohto kroku bolo zamedziť ovplyvneniu reálnosti merania zvyklosťami, ktoré študenti opakovaným nástupom nadobudli. Použitím rôznych skupín simulantov v jednotlivých dňoch sa zabránilo tomu, aby simulant vykonával činnosť „správne“ a automaticky (i keď určitú mieru návyku nemožno vylúčiť ani v rámci viacerých opakovaní počas jedného dňa), čím by celý proces neželane urýchlili, nakoľko nie každý cestujúci v leteckej doprave je rovnako skúsený.

Aby bola zachovaná i bezpečnostná stránka celého procesu, pred vstupom do útrob terminálu a následne na odbavovaciu plochu a do lietadla, prešli všetci komparzisti cez riadnu bezpečnostnú kontrolu.

Komparzisti mali za úlohu správať sa čo možno najprirodzenejšie a vžiť sa do úlohy radového cestujúceho. Každý z nich mal jeden kus príručnej batožiny a vrchnú vrstvu odevu, ktoré si pred svojim usadením odložil do úložného priestoru, čím spôsobil uličkovú interferenciu v prípade, že zastavil prúd ďalších simulantov naprieč uličkou.

Všetci komparzisti obdržali pred začiatkom simulácie Boarding pass. Každý zo 46 kusov bol originál a jednoducho a jasne informoval svojho držiteľa o skupine, do ktorej bol zaradený a o číslach sedadla, ktoré mu bolo pridelené pre každý zo štyroch simulovaných scenárov. Študenti pritom neboli informovaní o aký typ scenára ide, a to z toho dôvodu, aby sa nesprávali tak, ako sa od nich v rámci príslušného scenára očakáva, ale aby ich správanie bolo neutrálne, zodpovedajúce „nevedomému“ cestujúcemu. V rámci každého jedného Boarding passu boli pre jednotlivé scenáre pridelené sedadlá v rôznych častiach lietadla tak, aby si čo najviac simulantov vyskúšalo úlohu business cestujúceho a aby pri každom scenári mali sedadlo v inej časti lietadla (okno/ulička, predná/zadná časť).

„Hlavný stan“ komparzu bol v priletovej hale letiska (odletový gate bol potrebný pre riadnych cestujúcich), odkiaľ boli po určení scenára postupne vyvolávané skupiny k nástupu. Prítom sa zaznamenával čas trvania celého procesu, vrátane času trvania výstupu simulantov. Počas jedného dňa sa podarilo vykonať dokopy šesť opakovaní nástupu a výstupu, za dva dni teda došlo dovedna k dvanástim simuláciám, pričom každý zo štyroch zvolených scenárov bol odsimulovaný trikrát.

VÝSLEDKY

Dĺžky trvania modelovaných nástupov cestujúcich zaznamenané počas simulácií na letisku Žilina spolu s ich strednými hodnotami uvádza Tabuľka 2.

Tabuľka 2 – Dĺžky trvania reálnych simulácií nástupu cestujúcich (min:s)

Náhodný nástup	Nástup odpredu dozadu	Nástup podľa písmen	Nástup metódou obrátenej
----------------	-----------------------	---------------------	--------------------------

	pyramídy			
Simulácia č. 1	4:55	4:51	4:25	4:50
Simulácia č. 2	4:40	4:20	4:45	4:15
Simulácia č. 3	4:45	4:22	4:35	4:10
Priemer	4:46	4:31	4:35	4:25

Pred zhodnotením poradia výsledkov jednotlivých scenárov bude vyhodnotená kvantitatívna stránka nameraných hodnôt. Všetky majú spoločného menovateľa – štyri minúty. Pri počítačových simuláciách boli hodnoty rádovo o tri minúty vyššie, čo nie je zanedbateľný rozdiel.

Proces vytvárania počítačového simulačného modelu van den Briela a kol. je považovaný za veľmi presný (exaktné matematické vyjadrenie, použitie videozáznamov reálneho nástupu na určenie vstupných hodnôt), aj v ich štúdiu ale boli isté časové rozdiely medzi časmi počítačových a reálnych simulácií, vyvinutá metóda (obrátenej pyramídy), ktorá vyšla pri virtuálnych simuláciách ako najrýchlejšia však bola najrýchlejšia i v praktickom testovaní v prevádzke spoločnosti America West Airlines.

V rámci simulácií je situácia obdobná. Vo virtuálnych simuláciách dosiahla najlepšie výsledky práve *metóda obrátenej pyramídy*, jej kvality potvrdili i reálne simulácie. Okrem faktu, že táto metóda dosiahla najmenšiu priemernú dĺžku trvania (4:25), práve pri nej možno nájsť primárne minimum dĺžky trvania nástupu (4:10), i sekundárne (4:15).

Poradie ostatných výsledkov je pomerne prekvapivé. Ďalší teoretický úspešný model, *nástup podľa písmen*, neobhájil svoje druhé miesto z virtuálnych simulácií a svojou strednou hodnotou dĺžky trvania (4:35) bol porazený modelom, ktorý spomedzi štyroch reálne testovaných dosiahol v počítačových simuláciách najhoršie výsledky. Ide o *nástup odpredu dozadu s dvoma zónami*, ktorý v reálnych simuláciách obsadil druhé miesto s priemernou dĺžkou trvania 4 min 31 s.

Najhoršie výsledky dosiahol v praxi azda najviac využívaný *model náhodného nástupu*. Stredná hodnota dĺžky jeho trvania bola 4 min 46 s. Prekvapivé je, že tento model zaostal za nástupom odpredu dozadu, keďže mnohé štúdie dokazujú, že práve náhodný nástup je rýchlejší ako nástup odpredu dozadu. Tento predpoklad sa pri malom lietadle nepotvrdil.

Poradie testovaných modelov však pre prevádzku dôležité nie je. Dôležité je, koľko času je možné ušetriť použitím rýchlejšej metódy nástupu. Odpoveď je nasledovná. Mnoho spoločností i pri malých lietadlách využíva náhodný nástup. Ten sa však v reálnych simuláciách ukázal ako najpomalší. Použitím najrýchlejšej metódy, metódy obrátenej pyramídy, dokážu dopravcovia pri plnom obsadení letúna ATR 42 alebo ekvivalentnom ušetriť v priemere 21 sekúnd, optimálny model je oproti zaužívanému rýchlejší o 7,34 %. V prípade, že dopravca používa druhý zaužívaný typ nástupu alebo niektorú

jeho modifikáciu – nástup odpredu dozadu – je možné ušetriť 3,6 % času, ktorý zodpovedá 10 sekundám.

Späť k rozdielu medzi dĺžkami trvania počítačových a reálnych simulácií. Počítačový model bol vytváraný využívajúc vstupné údaje z reálnej prevádzky, kde vystupujú reálni cestujúci. Pri reálnych simuláciách boli použiti študenti-komparzisti, ktorí i napriek snahe a pokynom zrejme nedokázali úplne suplovať úlohu skutočného cestujúceho, ktorý je pri nástupe v emotívnom strese v prostredí jemu neprirodzenom, obklopený cudzími elementmi (palubný personál, pracovníci letiska, ostatní cestujúci). Naopak, študenti sa vzájomne poznali a nástup do lietadla na nich pôsobil opačne než na riadneho cestujúceho a tak podvedome zrejme neúmyselne ovplyvnili plynulosť procesu.

Počas simulácií boli zaznamenávané aj trvania výstupu komparzu, dĺžka tohto procesu sa pohybovala od 2 min 20 s do 3 min 11 s, pričom stredná hodnota dĺžky trvania výstupu bola 2 min 45 s. Kompletne údaje o časoch výstupu uvádza *Tabuľka 3*.

Tabuľka 3 – Dĺžky trvania výstupu cestujúcich pri reálnych simuláciách (min:s)

Číslo merania	Dĺžka trvania
1	3:10
2	2:43
3	2:50
4	2:37
5	2:45
6	2:24
7	2:20
8	3:02
9	3:11
10	2:56
11	2:30
12	2:33
Priemer	2:45

POSÚDENIE MOŽNOSTÍ VYUŽÍVANIA ŠPECIFICKÝCH METÓD NÁSTUPU NA LETISKÁCH ZVAŽUJÚCICH IMPLEMENTÁCIU GNSS PŘIBLIŽENIA

Na záver sa článok zameria na zhmutie a vyhodnotenie výsledkov oboch typov simulácií a pokúsi sa priniesť návrh optimalizácie procesu nástupu cestujúcich ako kritickej činnosti technického odbavenia na tých letiskách, ktoré by mohli uvažovať so zavedením postupov GNSS približenia.

Dva druhy simulácií použité v rámci výskumu si vo svojich výsledkoch sčasti odporujú, sčasti sa zhodujú.

Počítačové simulácie, založené na analyticky exaktnom vyjadrení procesu nástupu, uprednostnili ako najhoršie varianty nástupu modifikácie metódy odpredu dozadu (nástup odpredu dozadu s dvoma zónami, odpredu dozadu podľa radov a nástup s rotovaním zón). Tieto scenáre dosiahli horšie výsledky ako scenáre s náhodným usádzaním cestujúcich (Nástup bez pridelených sedadiel, Náhodný nástup). Pri reálnych simuláciách, počas ktorých bol testovaný aj jeden zástupca z každej uvedenej skupiny, došlo k opačnému výsledku – lepší priemerný čas dosiahol nástup odpredu dozadu s dvoma zónami než náhodný nástup. Vo všeobecnosti patria práve tieto dve skupiny scenárov k tým, ktoré v reálnej prevádzke leteckí dopravcovia využívajú (s výnimkou nástupu bez pridelených sedadiel). Vyvodit' preto jednoznačný záver, ktorý by určil, ktorá z týchto dvoch v praxi používaných skupín scenárov je pre prevádzkovateľov turbovrtuľových lietadiel na letiskách potenciálne využívajúcich GNSS približenie z pohľadu rýchlosti nástupu vhodnejšia, nie je na základe protichodných výsledkov počítačových a reálnych simulácií možné.

V čom sa však oba typy simulácií zhodujú, je scenár resp. skupina scenárov, ktoré sú pre nástup cestujúcich do turbovrtuľových lietadiel optimálne. Ide o scenáre, ktoré nie sú v praxi doposiaľ používané. Všetky majú spoločný prvok, a to usádzanie cestujúcich najprv na sedadlá pri okne a následne na sedadlá pri uličke, ktorý vylučuje vznik sedadlových interferencií, čím sa badateľne skracuje dĺžka trvania nástupu. Pri počítačových simuláciách dosiahla táto skupina scenárov o poznanie lepšie priemerné časy než predchádzajúce dve skupiny. Pri reálnych simuláciách boli testovaní dvaja reprezentanti tejto skupiny, pričom prvý z nich, Nástup podľa písmen, dosiahol síce o málo horší priemerný čas než nástup odpredu dozadu, no druhý predstaviteľ tejto teoreticky úspešnej skupiny, Nástup metódou obrátenej pyramídy, dosiahol nielen najnižšiu priemernú dĺžku trvania nástupu, ale aj dve najkratšie dĺžky trvania spomedzi všetkých opakovaní simulácie. Oba typy simulácií teda určili ako optimálny scenár nástupu cestujúcich do turbovrtuľových lietadiel nástup metódou obrátenej pyramídy. V prípade, že by mali letecké spoločnosti, využívajúce na krátkych tratiach malé turbovrtuľové lietadlá, záujem o optimalizáciu procesu nástupu cestujúcich, ako kritickej činnosti technického odbavenia, je na základe výsledkov odporúčaný scenár nástupu metódou obrátenej pyramídy.

ZÁVER

Pri vyhodnocovaní najrýchlejšieho spôsobu nástupu cestujúcich neslobodno zabudnúť na model, ktorý síce nebol v rámci tejto práce podrobený ani počítačovým, ani reálnym simuláciám, no v zahraničných štúdiách dosahoval suverénne najlepšie výsledky. Ide o spôsob, kedy sú pri nástupe cestujúci vyvolávaní jednotlivito, podľa vopred pripraveného kľúča. Ako bolo už na istom mieste v práci uvedené, niet najmenších pochyb, že takýto spôsob by bol najrýchlejší i pri turbovrtuľových lietadlách.

Nielen v súvislosti s týmto modelom však vyvstáva otázka, či je prevádzkovo priechodný. S určitosťou možno povedať, že nijaká letecká spoločnosť k tomuto modelu v dohľadnej dobe nepristúpi. Dôvody sú nasledovné. Všetky štúdie a simulácie, ktoré podrobili túto metódu rozboru a

testovaniu, sa zhodli. Ide o najrýchlejší a teda optimálny spôsob nástupu cestujúcich. Napriek tomu nie je známa žiadna letecká spoločnosť, prevádzkujúca pravidelné linky, ktorá by k tomuto systému pristúpila. Dôvodom je predovšetkým jeho technická náročnosť (vyvolávanie cestujúcich v gate každých niekoľko sekúnd), ďalej fakt, že metóda je z pohľadu cestujúceho, ktorý cestuje v skupine absolútne nevhodná, keďže dochádza k úplnému rozdeleniu skupiny pri nástupe. Cestujúci je navyše nútený k zvýšenej a neustálej pozornosti, prekážkou môžu byť i jazykové bariéry. Individuálny prístup síce cestujúci dokáže oceniť, no nie v prípade nástupu na palubu.

Overenie výsledkov počítačových simulácií v reálnych podmienkach, využijúc reálnych ľudí a reálne lietadlo ATR 42 teda prinieslo nasledovné závery. Na tieto simulácie boli vybrané štyri scenáre, dva v prevádzke využívané, no nie veľmi efektívne a dva, ktoré vo výskumoch a simuláciách dosahujú lepšie výsledky, no v praxi zatiaľ nenašli uplatnenie. Každý z týchto štyroch scenárov bol simulovaný trikrát, na základe stredných hodnôt dĺžok trvania boli vyvedené závery. Zistilo sa, že rozdiely medzi jednotlivými metódami nie sú veľké, tak pri virtuálnych, ako aj reálnych simuláciách. Obe metódy však zhodne určili ako optimálny spôsob nástupu cestujúcich do malého turbovrtuľového lietadla nástup metódou obrátenej pyramídy. V závere bola zhodnotená vhodnosť používania jednotlivých scenárov a ich prevádzková priechodnosť s vyodením odporúčaní pre prevádzku v snahe optimalizovať proces medziletového technického odbavenia.

POĎAKOVANIE

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu: „*Brokerské centrum leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnéj infraštruktúry; ITMS 26220220156.*“



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

ZDROJE

- [1] ČSA. Provozní data letadel (PRODALET). Datum platnosti: 19. 4. 2010, s. 8, 14, 78.
- [2] ČSA. Tiskové správy. České aerolinie slavnostně pokřtily dvě nová letadla ATR 42-500 [online]. Dostupné na internete:
- [3] http://www.csa.cz/cs/portal/company/news/news_tz/news_tzarchiv_data/news_2004_06_18_2.htm (citované: 11. 12. 2014)
- [4] ATR 42-500. General presentation [online]. Dostupné na internete: <http://www.atraircraft.com/products/atr-42-500.html> (citované: 21. 12. 2014)
- [5] ČSA, Adequate Aerodromes and their Categorisation for Flight Crew Competence. Plané od: 11. 10. 2010.

- [6] ČSA. Ground Operation Manual. Temporary Revision. Příloha č. 2 – Harmonogramy odbavovacího procesu. Platné od: 1. listopadu 2010.
- [7] ČSA. Ground Operation Manual. Část C – Ramp Handling Services. Změnová služba č. 6. Datum platnosti: 1. leden 2006. Části 1.2, 1.4, 1.10, 2.3, 2.4, 2.6, 2.9 a 2.10.
- [8] VIP Wings. *Ground Handling Manual*. Edition No.: 2. Date published: 20. 2. 2010. Části 3.2.6.2, 3.4.5, 7.10, 7.11, 8.1.1, 8.2 a 8.4